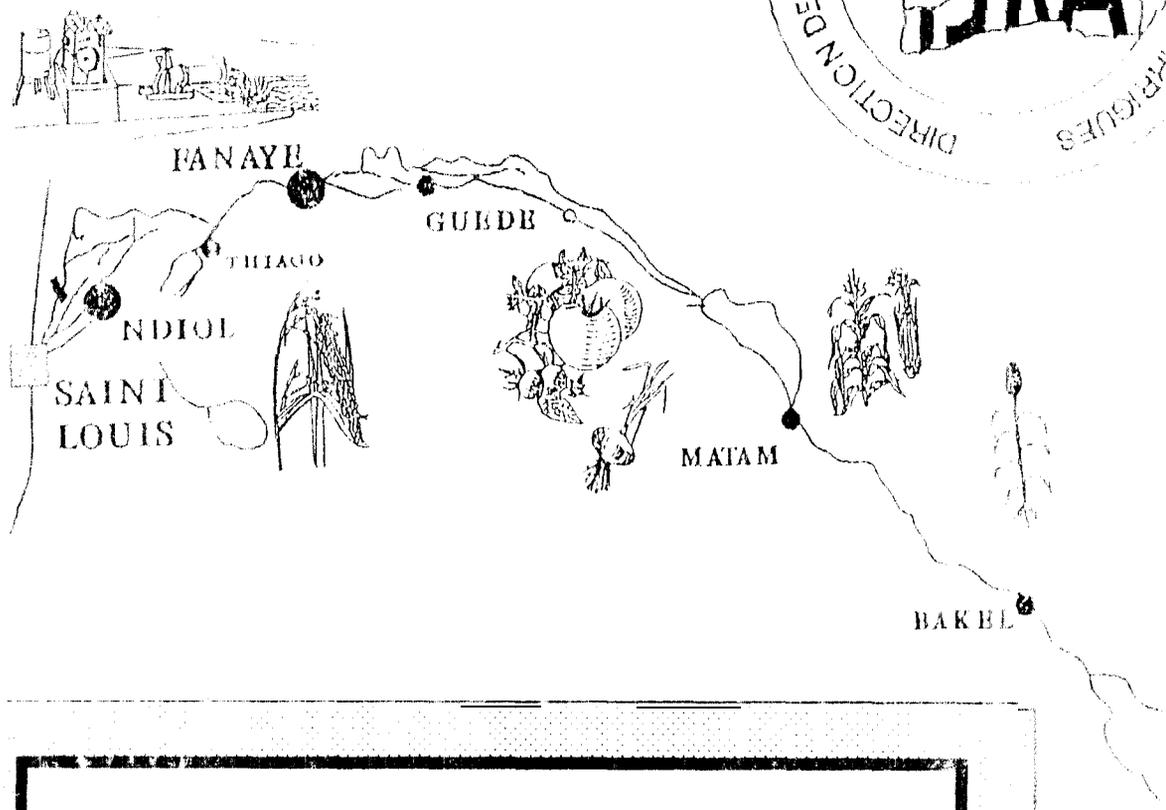


CI 000405

0000000000
1040
907

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DE L'AGRICULTURE



RECHERCHES RIZICOLES
en
PHYTOTECHNIE

SAINT-LOUIS 1992 - 1995

Par

T. DIOUF

Janvier 1996

BP 240, SAINT-LOUIS, TEL : 61-17-51, FAX : (221)-61-18-27

S O M M A I R E

	Pages
INTRODUCTION	1
I. CALAGE DU CYCLE AU CALENDRIER CULTURAL ET EVALUATION DU RENDEMENT	3
1.1. Justifications	3
1.2. Objectif	5
1.3. Matériel et Méthodes	6
1.4. Résultats	6
1.4.1. Contre-saison chaude 1.992 et 1993	6
1.4.1.1. Données thermiques de la contre-saison 1992 à Fanaye	6
1.4.1.2. Analyse globale des données des 2 années	9
1.4.1.2.1. Cycle végétatif	9
1.4.1.2.1.1. Première date de semis	9
1.4.1.2.1.2. Deuxième date de semis	10
1.4.1.2.1.3. Troisième date de semis	10
1.4.1.2.1.4. Analyse globale des 3 dates sur l'évolution du cycle	11
1.4.1.2.2. Rendement	12
1.4.1.2.2.1. Première date de semis	12
1.4.1.2.2.2. Deuxième date de semis	13
1.4.1.2.2.3. Troisième date de semis	14
1.4.1.2.2.4. Analyse globale des 3 dates sur la variation du rendement	14
1.4.1.2.3. Discussions	16
1.4.1.2.4. Conclusions	17
1.4.2. Hivernage 1993	18
1.4.2.1. Cycle végétatif	18
1.4.2.1.1. Première date de semis	18
1.4.2.1.2. Deuxième date de semis	19
1.4.2.1.3. Analyse comparative des variétés et des dates sur l'évolution du cycle <i>en</i> hivernage	20
1.4.2.2. Rendement	21

1.4.2.2.1.	Première date de semis.....-....	21
1.4.2.2.2.	Deuxième date de semis.....	22
1.4.2.2.3.	Analyse comparative des variétés et des dates sur la variation du rendement (analyse des données des 2 dates de semis).	22
1.4.2.2.4.	Discussions	23
1.4.2.2.5.	Conclusions	24
1.4.3	Date de récolte	25
1.4.3.1.	Résultats	25
1.4.3.2.	Discussions.....	28
1.4.3.3.	Conclusions	29
1.4.4.	Etude économique de la double culture	30
1.4.5.	Discussionsgénérales.....	33
1.4.6.	Conclusionsgénérales	35
1.4.7.	Annexes	39
1.4.a.	Bibliographie	43
II.	ETUDE DE LA DOSE DE SEMIS.....	45
2.1	1993.....	45
2.1.1.	Justifications	45
2.1.2	Objectif	46
2.1.3	Matériel et Méthodes	46
2.1.4.	Résultats et discussions	47
2.1.4.1.	Suivi de la salinité	47
2.1.4.2.	Rendement	48
2.1.4.2.1.	Fanaye	48
2.1.4.2.2.	Ndiol.....	50
2.1.4.2.3.	Analyse comparative des 2 localités	52
x.1.4.3.	Conclusions	53
2.x.4.4.	Annexes	54
2.1.4.5.	Bibliographie	56
2.2.	Etude de la dose de semis (1995)	57
2.2.1.	Justifications	57
2.2.2.	Objectifs	57
2.2.3.	Matériel et méthodes	57
2.2.4.	Résultats	58
2.2.5.	Conclusions	61
2.2.6.	Annexes	62
2.2.7.	Bibliographie	63

III	ETUDE COMPARATIVE DU SEMIS A LA VOLEE AU REPIQUAGE	64
3.1	Justifications.....	64
3.2	Objectif.....,	64
3.3	Matériel et méthodes.....	64
3.4	Résultats.....	65
3.5	Discussion.....	66
3.6	Conclusion.....	67
3.7	Annexes.	68
3.8	Bibliographie.....	69

INTRODUCTION

Le déficit céréalier du Sénégal est estimé à environ 400 000 tonnes alors que la production locale n'est que de 760 000 tonnes pour couvrir les besoins en céréales et particulièrement ceux du riz. L'Etat est obligé d'importer d'importantes quantités de riz, ce qui influence notablement sa balance des paiements.

Conscient de cette situation, l'Etat sénégalais a consenti beaucoup d'efforts pour promouvoir le secteur agricole, rudement touché par les aléas climatiques, en construisant des ouvrages hydroagricoles dans toutes les régions où il existe un potentiel hydro-pédologique irrigable.

Par cette stratégie, l'Etat cherche à développer les cultures irriguées optant ainsi pour l'autosuffisance et la sécurité de la production céréalière afin de freiner la saignée des devises occasionnée par l'importation de riz.

Dans sa politique de relance de la production rizicole locale, la vallée du fleuve Sénégal a un rôle capital à jouer compte tenu de ses potentialités hydroagricoles.

D'ici l'an 2 000 le secteur irrigué doit passer de 11 % aujourd'hui à 38%. (TAC) taux d'autosuffisance céréalière.

Cet objectif ne peut être atteint que dans le cadre d'une agriculture intensive et diversifiée reposant sur la pratique de la double voire de la triple culture.

C'est dans ce cadre que l'ISRA et la SAED ont signé la Convention d'Irrigation IV financée par la Caisse Française de Développement et portant sur les axes de recherche suivants :

1. Diversification des cultures;
2. Levée des contraintes liées à la double culture du riz;
3. Appui aux Organisations Paysannes;
4. Gestion de l'eau.

L'exécution de ce programme nécessitait une Opération de recherche sur la Phytotechnie du riz qui a démarré en 1992. Elle a concentré ses actions sur la levée des contraintes liées à la double culture, à savoir :

1. l'étude du calage du cycle au calendrier cultural et évaluation du rendement
2. l'étude de la dose de semis
3. l'étude comparative du semis à la volée au repiquage.

L'étude de calage du cycle au calendrier cultural et l'évaluation du rendement a été programmée sur 3 ans.

En 1993, à la fin du projet IRR.IV, l'étude a été reconduite en 1994 sur un financement IDA, dans le but de confirmer les résultats obtenus en 1992 et 1993. Les résultats de cette étude ont fait l'objet de rapports analytiques publiés en 1995.

I. ETUDE DU CALAGE DU CYCLE AU CALENDRIER CULTURAL ET ~~VALUATION DU RENDEMENT

1.1 . Justificatiaq

La construction des barrages de Diama et de Manantali a permis aux agriculteurs du Delta et de la Vallée du Fleuve Sénégal, de disposer d'eau d'irrigation en toutes saisons de l'année, donc d'autoriser une intensification de l'agriculture irriguée en général et de la riziculture en particulier.

Mais en dépit de la levée partielle de cette contrainte hydrique, deux questions restent encore posées.

La double culture est-elle possible ?

Si oui, est-elle rentable ?

Ces questions pertinentes trouvent leur fondement dans l'impossibilité pour le paysan de disposer d'un budget annuel de culture, d'un calendrier cultural et de variétés adaptées aux conditions climatiques de contre saison sèche du Delta et de la Vallée du Sénégal.

Pour le développement de la riziculture dans la Vallée du fleuve Sénégal, le climat peut être divisé en trois saisons (Rijks, 1976).

La saison sèche froide de Novembre-décembre à Février-mars.

La saison sèche chaude de Février-mars à Juin-juillet.

La saison des pluies ou hivernage de Juillet à octobre-novembre.

Ainsi l'année est divisée en trois saisons de quatre mois.

Si l'on disposait de variétés, tolérantes au froid, et productives, on pourrait pratiquer la triple culture Or, en saison sèche froide, le cycle évolutif en fonction des variétés varie

entre 150 et 200 jours; (Ton That, 1970). Un tel cycle demande trop de temps d'irrigation, ce qui est onéreux pour le paysan et empiète sur la saison suivante.

Un semis du 1^{er} Février avec JAYA équivaldrait à un semis du 1^{er} mars avec AÏWU. (Dinkuhn, 1993).

En fonction du stade de développement, le froid agit négativement sur le rendement:

→ en phase d'installation, le froid retarde la croissance, réduit le tallage qui est un facteur de productivité et allonge le cycle végétatif, occasionnant ainsi, des coûts d'irrigation très élevés pour le paysan;

→ en phase reproductrice, il provoque la stérilité, entraînant ainsi une baisse considérable des rendements;

→ en saison sèche chaude considérée de mi-février à fin juin, on enregistre des températures très basses de l'eau d'irrigation au début de cette saison (mi-février mi-mars), pouvant sensiblement allonger le cycle évolutif du riz et des températures très élevées en mai-juin.

A défaut de variétés tolérantes et pour éviter le froid, l'ADRAO, l'ISRA et la SAED ont convenu de proposer le calendrier cultural suivant : (Senghor, 1991)

→ pour la saison d'hivernage : l'époque de semis s'étend de Juin à mi-août;

→ pour la saison sèche : l'époque de semis s'étend du 1^{er} Février à mi-mars.

Ces dernières années, on a observé un changement du climat.

La période froide s'étend de mi-décembre à fin avril ce qui remet en cause le calendrier cultural proposé et la nécessité de trouver une variété relativement précoce et adaptée aux conditions changeantes de la saison sèche. Or, la précocité, n'est pas liée à la productivité. Une variété peut être précoce, calant bien au calendrier cultural., mais être peu productive, ce qui n'arrangerait pas les paysans. Certaines variétés largement diffusées comme IKP, JAYA, IR 1529-680-3 présentent des cycles végétatifs incompatibles avec ce

calendrier cultural proposé en saison sèche. De plus, le faible surplus de rendement obtenu avec ces variétés ne peut compenser le coût d'irrigation qui résulterait d'un allongement de cycle

Donc sur le plan technique, pour la pratique de la double culture, deux problèmes se posent :

1. Le choix de la date optimale de semis,
2. Le choix de la variété alliant rendement et cycle pour- le calage au calendrier cultural.

Dans l'optique de l'intensification de la riziculture, des études portant sur la double récolte annuelle ont été menées par Couey et al (1968-1969).

Différents binômes de variétés ont été testés. Les semis ont été effectués en saison sèche froide et en hivernage au semoir Gougis.

Les rendements annuels obtenus variaient entre 8,024 t/ha et 9.126 t/ha.

Quant au cycle, il variait entre 146 et 155 jours.

D'autres recherches sur la double voire triple culture ont été effectuées par Ton That (1978), JICA (1991). Mais le mode de semis utilisé par ces auteurs qui est le repiquage n'est pas pratiqué dans le Delta.

1.2. Objectif

L'objectif de la présente étude est de trouver parmi les variétés disponibles, en conditions de saison sèche et de saison des pluies, des variétés plastiques. présentant une bonne régularité de rendement et aptes à la double culture,

1.3. Matériel et méthodes

Le matériel végétal utilisé comporte 10 variétés :

- 1 - IR 50
- 2 - IR 31785 - 58 - 1
- 3 - IR 39422 - 75 - 3
- 4 - IR 13240 - 108 - 2
- 5 - IR3941 - 86 - 2
- 6 - IR 39357 - 133 - 3
- 7 - AIWU
- 8 - IR 1529 - 680 - 3
- 9 - IKP
- 10 - JAYA.

L'essai a été implanté à Fanaye à 3 dates de semis en contre saison par intervalle de 15 jours (15 Février, 2 Mars, 17 Mars).

En hivernage le 21 Juillet et le 5 Août.

Le dispositif est en bloc aléatoire randomisé à 4 répétitions pour un meilleur contrôle des effets dûs à la variabilité spatiale du terrain. Les variétés au nombre de 10 constituent les traitements. Chaque parcelle élémentaire avait pour dimension 5,20 x 3,20.

L'engrais a été apporté à la dose de 150 kg/ha de 18.46.0 et 60 unités de K_2O sous forme de Kcl. Une couverture de 200 kg/ha d'urée a été apportée en deux périodes à raison de 2i.3 au tallage et 1/3 à l'initiation paniculaire.

En post-levée au stade 3-4 feuilles des mauvaises herbes un traitement au garil a été effectué à raison de 5l/ha dans 400 litres d'eau.

1.4. Résultats

1.4.1. Contre-saison chaude 1992 et 1993

1.4.1.1. Données thermiques de la contre saison 1992 à Fanaye

Les moyennes mensuelles des températures maximales et minimales figurent au (Tableau 1).

Tableau 1 : Données mensuelles de températures contre saison Fanaye 1992.

TEMPERATURE MOYENNES °C	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Nov.	Décembre
MAXI	31,5	31,06	33,00	36,06	38,25	39,63	35,51	35,61	36,5	37,3	35,0	31,1
MINI	14,6	17,55	17,54	18,80	22,67	24,73	23,42	24,56	24,7	24,0	20,3	16,0
MOYENNES MOYENNES	23,05	24,30	25,27	27,74	30,46	32,18	29,46	30,08	30,60	30,65	27,65	23,55

Il apparaît que les températures les plus basses ($< 20^{\circ}\text{C}$) sont observées de Décembre à Avril et les températures les plus hautes en Mai et Juin. On constate donc un prolongement du froid qui va maintenant de mi-décembre à fin avril, contrairement aux données antérieures qui limitaient la période de froid de mi-décembre à mi-février.

Pendant la période froide, on enregistre une température minimale basse, souvent au dessous de 15°C , surtout la température nocturne de l'eau en surface, température du zéro de végétation du riz de type Indica.

On estime que pour les cultures tropicales, la température optimale se situe entre 20 et 25°C . En élevant la température, l'intensité de la photosynthèse augmente et atteint le maximum à la température $25 - 30^{\circ}\text{C}$. Une augmentation ultérieure de la température déprécie la photosynthèse et le processus s'arrête.

A l'opposé de; températures inférieures à 20°C ont pour effet de retarder les processus de croissance et de développement.

1.4.1.2. Analyse globale des données des deux années d'expérimentation en contre saison chaude 1992 et 1993 sur la variation du cycle et du rendement

1.4.1.2.1. Cycle végétatif

Tableau 2 : Cycle végétatif en Jours

Variétés	Dates de semis		
	D ₁	D ₂	D ₃
IR 50	132 D	124 B	123 CD
IR 31785-58	129 E	118 F	120 F
IR 39422-75	128 EF	121 E	120 F
IR 13240-108	131 D	124 D	123 CD
IR 3941-86	129 E	122 E	122 DE
IR 39357-133	128 EF	121 E	122 DE
AIWU	128 EF	124 D	123 CD
IR 1529-680-3	153 A	143 A	138 A
IKP	136 C	131 C	125 C
JAYA	149 B	139 B	132 B
Moyenne générale	134	127	125
ppds.05	1	1	1
C.V. %	1.98	1.98	1.98

D₁ = 1^{ère} date de semis

D₂ = 2^{ème} date de semis

D₃ = 3^{ème} date de semis

1.4.1.2.1.1. Première date de semis

La moyenne des 2 années est de 134 jours avec une ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 1.98%.

Entre variété; on note une différence significative (tableau 2, Annexe 1). Les variétés les plus précoces sont IR 39422-75, IR 39357-133, AIWU, IR 3941-86 et IR 31785-58.

Les variétés les plus tardives sont IR 1529-680-3, Jaya et IKP.

Avec le semis du 15 Février, en moyenne on peut récolter le 28 Juin toutes les variétés dont le cycle est compris entre 128 jours et 134 jours laissant ainsi du temps pour la mise en place de la campagne d'hivernage.

IR 1529-680-3 et Jaya seront récoltées le 16 Juillet avec un retard de 19 jours et des risques de subir les effets de la pluie.

1.4.1.2.1.2. Deuxième date de semis

La moyenne générale du cycle des variétés à la deuxième date de semis est de 127 jours avec une ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 1.98%.

Entre variétés on note une différence significative (Tableau 2, Annexe 1)

Les variétés les plus précoces sont IR 31785, IR 39422-75, IR 39357-133 IR 3941-86, suivies de IR 50, AIWU et IR 13240-108.

Les variétés les plus tardives sont IR 1529-680-3, Jaya et IKP.

Avec le semis du 2 Mars on peut récolter le 6 Juillet toutes les variétés dont le cycle est compris entre 118 et 127 jours.

IR 1529630 et Jaya seront récoltées le 22 Juillet avec des rendements qui risquent d'être affectés par les pluies.

Avec une récolte tardive, il restera peu de temps pour la mise en place de la campagne d'hivernage.

On observe une diminution du cycle avec l'élévation de température.

1.4.1.2.1.3. Troisième date de semis

La moyenne générale de la troisième date est de 125 jours avec une ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 1.98% (Tableau 2, Annexe 1).

On observe un raccourcissement du cycle avec l'élévation de la température

Entre variétés on observe une différence significative.

Les variétés les plus précoces sont IR 31785-58, IR 39422-75, IR 39357-133, IR 3941-86, IR 50, AIWU et IR 13240-108.

Avec le semis du 17 Mars, on peut récolter le 18 Juillet les variétés dont le cycle est compris entre 120 et 125 jours avant IR 1529-680-3 et Jaya semées le 2 Mars.

La date de récolte est trop juste pour la mise en place de la campagne d'hivernage et expose le riz. aux pluies.

1.4.1.2.1.4. l'analyse globale des 3 dates sur l'évolution du cycle

La moyenne générale des variétés pour les 3 dates est de 129 jours avec une ppds.05 de jour et un coefficient de variation de 1.98% (Tableau 3, Annexes 1 et 2).

Entre variétés on observe une différence significative (Annexe 2).

Les variétés les plus précoces sont IR 31785-58, IR 39422-75, IR 39357-133, IR 3941-86 suivies de AIWU, IR 50 et IR 13240-108.

Avec le semis du 15 Février ou du 2 Mars toutes ces variétés précoces peuvent être récoltées en début Juillet pour permettre la mise en place de la campagne d'hivernage

Entre dates, on trouve une différence significative (Annexes 1 et 2).

L'effet année est significatif (Annexe 2).

Les interactions (Année x Date), (Année x Variété), (Date x Variété), (Année x Date x Variété) sont significatives (Annexe 2).

Tableau 3 végétatif en Jours

Variétés	Moyenne générale des 3 dates de semis
IR 50	126 D
IR 3 1785-58	123 FG
IR 39422-75	123 FG
IR 13240-108	126 D
IR 3941-86	124 EF
IR 39357-133	123 FG
AIWU	125 DE
IR 1529-680-3	145 A
IKP	130 C
JAYA	140 B
Moyenne générale	129
ppds.05	1
C.V. %	1.98

1.4.1.2.2. Rendement

1.4.1.2.2.1. Première date de semis

La moyenne générale des variété est de 6,736 t/ha avec une ppds.05 de 0,486 t/ha et un coefficient de variation de 12,77% (Tableau 4, Annexe 3).

Entre variétés on note une différence significative.

Les variétés les plus productives ayant un rendement supérieur ou égal à la moyenne générale sont : Jaya, IR 1529-680-3, IR 50, IKP, IR 13240-108 et IR 3941-86 (Tableau 4).

La variété la moins productive est IR 39357-133 avec 4,56 t/ha.

Tableau 4 Rendement en paddy (t/ha)

Variétés	Dates de semis:		
	D ₁	D ₂	D ₃
IR 50	7.19 BC	7.62 CD	4.73 DE
IR 31785-S	6.37 EF	7.76 CD	5.17 CD
IR 39422-75	6.34 F	7.47 D	5.10 CD
IR 13240-108	6.87 CD	8.48 B	6.17 A
IR 3941-86	6.83 CDE	8.33 B	5.38 BC
IR39357-133	4.56 G	6.37 F	4.52 E
AIWU	6.47 DEF	6.96 E	5.22 BC
IR 1529-680-3	7.57 B	9.09 A	5.67 B
IKP	6.98 C	8.08 BC	5.17 CD
JAYA	8.16 A	9.45 A	6.41 A
Moyenne Générale	6.736	7.961	5.354
ppds. 05	0.486	0.486	0.486
C.V. %	12.77 %	12.77	12.77 %

D₁ = 1^{ère} date de semis

D₂ = 2^{ème} date de semis

D₃ = 3^{ème} date de semis

1.4.1.2.2.2. Deuxième date de semis

Le rendement moyen des variétés est de 7,961 t/ha avec une ppds.05 de 0.486 t/ha et un coefficient de variation de 12,77 % (Tableau 4, Annexe 3).

Entre variétés on note une différence significative.

Les variétés les plus productives dépassant cette moyenne générale sont: Jaya, IR 1529-680-2, IR 13240-108, IR3941-86 et IKP.

Viennent ensuite IR 31785-58. IKP et IR 39422-75 avec 7 tonnes.

IR 39357-133 a donné le plus faible rendement avec 6.37 t/ha.

1.4.1.2.2.3. Troisième date de semis

LX rendement moyen des variétés est de 5,354 t/ha avec une ppds.05 de 0,486 t/ha et un coefficient de variation de 12,77% (Tableau 4, Annexe 3).

Entre variétés on note une différence significative.

Les variétés les plus productives sont Jaya et IR13240-108.

Le rendement le plus faible est obtenu avec IR 39357-133.

Cette chute de rendement est due par les pluies de Juillet.

1.4.1.2.2.4. Analyse globale des 3 dates sur la variation du rendement

Tableau 5 Rendement en paddy (t/ha)

Variétés	Moyenne générale des 3 dates de semis
IR 50	6.51 DEF
IR 31785-58	6.43 DEF
IR 39422-75	6.30 EF
IR 13240-108	7.18 BC
IR 3941-86	6.85 CD
IR 39357-133	5.15 G
AIWU	6.22 F
IR 1529-680-3	7.44 B
IKP	6.74 CDE
JAYA	8.01 A
Moyenne générale	6.683
ppds.05	0.486
C.V. %	12.77 %

La moyenne générale des variétés pour les 3 dates est de 6.683 t/ha avec une ppds.05 de 0.486 t/ha et un coefficient de variation de 12.77 %

Entre variétés on note une différence significative (Tableau 5, Annexe 4).

Les variétés les plus productives sont Jaya, IR 1529-680-3 et IR 13240-108.

Le plus faible rendement est obtenu avec IR 39357-133 avec 5.15 t/ha.

Ceci nous amène à dire que les variétés tardives sont plus productives que les variétés précoces. Cette faible productivité des variétés précoces est liée à la courte période de mobilisation des substances nutritives dont la plante a besoin pour l'élaboration de la biomasse.

Sur la base des données sur le cycle et le rendement, on peut classer les variétés en 3 catégories :

I. Variétés à bon rendement mais cycle long ne calant pas au calendrier cultural (Jaya, IR 1529-680-3, IKP);

II. Variétés à rendement moyen à bon avec un cycle calant au calendrier cultural IR 13240-108, IR 3941-86, IR 50, IR 31785-58, IR 39422-75, AIWU;

III. Variétés à faible rendement avec un cycle calant au calendrier cultural IR 39357-133.

Entre dates on observe une différence significative (Annexes 3 et 4).

L'effet année est significatif (Annexe 4).

Les interactions (Année x Date), (Année x Variété), (Date x Variété) sont significatives (Annexe 4).

1.4.1.2.3. Discussions

Avec le semis du 15 Février on peut récolter le 28 Juin toutes les variétés dont le cycle est compris entre 128 et 134 jours.

Jaya, IR 1529-680-3 et IKP vont être récoltées le 16 Juillet. Par rapport à la date limite du 15 Août, il reste encore du temps pour préparer la campagne d'hivernage

IR 1529-680-3 et Jaya ont le cycle le plus long de 19 jours avec des rendements respectifs de 7,57 t/ha et 8,15 t/ha. Il reste à étudier si économiquement le surplus de rendement peut compenser le coût d'irrigation occasionné par l'allongement du cycle.

Avec des cycles courts comme JR 50, IKP, IR 13240-108, IR 3941, on gagne en jours avec des rendements d'environ 7 t/ha.

Avec le semis du 2 Mars on peut récolter au bout de 127 jours c'est à dire le 6 Juillet toutes les variétés dont le cycle est compris entre 118 et 127 jours. IR 1529-680 3 et Jaya seront récoltées le 22 Juillet soit un retard de 16 jours avec le risque de subir les effets de la pluie. Il reste pratiquement peu de temps pour ces deux variétés pour être reconduites en hivernage avant la date limite du 15 Août.

Les rendements produits par ces deux variétés sont respectivement de 9,09 t/ha pour IR 1529-680-3 et 9,45 t/ha pour Jaya.

Avec des variétés plus précoces comme IR 13240-108-2, IR 3941-86, IKP, on obtient respectivement des rendements de 8,48 t/ha - 8,33 t/ha et 8,08 t/ha.

Avec le semis du 17 Mars, on peut récolter le 18 Juillet les variétés dont le cycle est compris entre 120 et 125 jours avec des risques de pluies. Jaya et IR 1529-680-3 mûriront en plein hivernage.

Pour cette dernière date toutes les variétés confondues, cycles courts et cycles moyens peuvent subir les effets de la pluie comme c'est le cas en 1993. On a obtenu de faibles rendements.

Comme cycle court IR 13240-108 a donné le même rendement que Jaya.

Par rapport à la moyenne générale des trois dates de semis, les variétés les plus plastiques au point de vue cycle et rendement répondant au calendrier cultural sont IR 13240-108, IR 3941-86 et IR 50.

1.4.1.2.4. Conclusions

Il ressort de l'analyse des données des 2 années de contre-saison chaude que le froid ne s'arrête pas en mi Février mais persiste jusqu'en fin Mars avec quelques fluctuations en début Avril, occasionnant ainsi un allongement de cycle des variétés.

Le cycle est plus long en semis précoce en contre saison et se raccourcit plus la température augmente,

Les variétés tardives sont plus productives. Il reste à voir si économiquement le surplus de rendement donné par ces variétés peut compenser le coût d'irrigation occasionné par l'allongement de cycle. La précocité est un critère de choix nécessaire pour le calage du cycle au calendrier cultural mais pas suffisant. Une variété très précoce répondant au calendrier cultural mais peu productive ne peut convenir au paysan.

Il y a donc lieu de concilier le cycle avec le rendement pour le calage au calendrier cultural dans l'objectif de la double culture.

Pour les 3 dates étudiées, si on tient compte du cycle et du rendement pour le ratage au calendrier cultural les variétés les plus plastiques sont : IR 13240-108, IR 3941-86 et IR 50.

1.4.2. Hivernage 1993

1.4.2.1. Cycle végétatif

Evolution du cycle en fonction de la date de semis

Tableau 6 : Cycle végétatif en jours

Variétés	Dates de semis	
	D ₁	D ₂
IR 50	108 C	106 CD
IR 31785-58	105 D	103 D
IR 39422-75	106 D	102 D
IR 13240-108	114 B	105 CD
IR 3941-86	113 B	107 CD
IR 39357-133	108 C	105 CD
AIWU	106 D	103 D
IR 1529-680-3	129 A	127 A
IKP	115 B	111 B
JAYA	129 A	126 A
Moyenne Générale	113	109
ppds.05	1	4
C.V. %	0,89	2,66

D₁ = Première date de semis

D₂ = Deuxième date de semis

1.4.2.1.1. Première date de semis

Avec le semis du 21 Juillet, on peut récolter en 113 jours c'est à dire le 10 Novembre. Seules Jaya et IR 1529-680-3 seront récoltées deux semaines après c'est à dire le 26 Novembre. Une récolte en Novembre donne plus de temps pour l'organisation de la contre saison.

En moyenne générale, on obtient un cycle végétatif de 113 jours avec, une ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 0,89% (Tableau 6).

Entre variétés on note une différence significative. Les variétés les plus précoces sont : IR 31785-58, AIWU et IR 39422-75-133 suivies de IR 50 et IR 39357-133. Ensuite viennent IR 3941-86, IR 13240-108 et IKP.

Les variétés relativement les plus tardives sont IR 1529-680-3 et Jaya.

1.4.2.1.2. Deuxième date de semis

Avec le semis du 5 Août, on peut récolter au bout de 109 jours, c'est-à-dire le 21 Novembre toutes les variétés dont le cycle est compris entre 102 et 111 jours. Seules Jaya et IR 1529 seront récoltées un peu plus tard vers le 8 Décembre. L'analyse de variance a montré qu'entre variétés il y a une différence significative (Tableau 6).

En moyenne générale on obtient un cycle végétatif de 109 jours avec une ppds.05 de 4 jours et. un coefficient de variation de 2,66%. Les variétés les plus précoces sont celles portant les mêmes lettres (C et D).

Les variétés relativement les plus tardives sont IR 1529-680-3 et Jaya

1.4.2.1.3. Analyse comparative des variétés et des dates
sur l'évolution du cycle en hivernage -

Fanaye Hivernage 1993

Tableau 7 : Cycle végétatif en Jours

Variétés	Moyenne générale des 2 dates
IR 50	107 D
IR 31785-58	104 E
IR 39422-75	104 E
IR 13240- 108	110 C
IR 3941-86	110 c
IR 39357- 133	107 D
AIWU	105 E
IR 1529-680-j	129 A
IKP	113 B
Jaya	138 A
Moyenne Générale	111
ppds.05	2
C.V. %	1,96

D'une façon générale le cycle varie très peu en hivernage. Les semis précoces allant du 21 Juillet au 5 Août permettent de récolter au plus tard en Novembre.

Dans cet intervalle de temps, on observe une certaine stabilité du cycle (Tableau 7). L'analyse de variance a montré qu'entre variétés il y a une différence significative. En moyenne générale, on obtient un cycle végétatif de 111 jours avec une ppds.05 de 2 jours et un coefficient de variation de 1,96%.

Relativement les variétés les plus tardives sont : IR 1529-680-3 et Jaya. Entre dates il y a une différence significative (Annexe 5). L'interaction (Date x Variété) est significative (Annexe 5).

I-4.2.2. RendementTableau 8 Rendement en paddy (t/ha)

Variétés	Dates de semis	
	D*	D ₂
<i>IR 50</i>	6.44 BCD	5.41 B
<i>IR 31785-58</i>	5.94 CD	5.61 B
<i>III 39422-75</i>	6.19 BCD	4.77 B
<i>IR 13240-108</i>	6.82 ABC	5.70 B
<i>IR 3941-86</i>	7.15 AB	4.92 B
<i>IR 39357-133</i>	5.76 D	5.06 B
<i>AIWU</i>	6.27 BCD	5.28 B
<i>IR 1529-680-J</i>	7.48 A	7.39 A
<i>IKP</i>	6.30 BCD	4.99 B
<i>JAYA</i>	7,41 A	5.87 B
Moyenne générale	6.575 T/Ha	5.501T/Ha
ppds.05	0.962 T/Ha	1.312T/Ha
C.V. %	10.09 %	16.44%

D₁ = Première date de semisD₂ = Deuxième date de semis1.4.2.2.1. Première date de semis

In moyenne générale intervariétale de la première date est de 6,575 t/ha avec une ppds.05 de 0.962 t/ha et un coefficient de variation de 10,09% (Tableau n° 8)

Entre variétés: on note une différence significative.

Les variétés les plus productives sont : IR 1529-680-3, Jaya, IR 3941-86 et IR 13240 108 suivies de IR 50, AIWU et IR 39422-75.

IR 39357-133 a donné le plus faible rendement.

1.4.2.2.2. Deuxième date de semis

La moyenne générale intervariétale de la deuxième date de semis est de 5,501 t/ha avec une ppds.05 de 1,312 t/ha et un coefficient de variation de 16,44 % (Tableau 8).

Entre variétés on note une différence significative.

IR 1529-680-3 est la plus productive avec un rendement de 7,39 t/ha.

1.4.2.2.3. Analyse comparative des variétés et des dates sur la variation du rendement (analyse des données des 2 dates de semis)

La moyenne générale des variétés pour les 2 dates est de 6,038 t/ha avec une ppds.05 de 0,795 t/ha et un coefficient de variation de 13,13%. (tableau n°9).

Entre variétés on note une différence significative.

La variété la plus productive est IR 1529-680-3 avec 7,43 t/ha. Viennent ensuite Jaya, IR 13240-108 IR 394 1-86-2 et IR SO qui ont le même rendement que la moyenne générale (Tableau n° 9).

Entre dates il y a une différence significative (Annexe 6).

L'interaction dates x variétés n'est pas significative (Annexe 6).

Tableau Rendement en paddy (t/ha)

Variétés	Moyenne générale des 2 dates
IR 50	5.93 BCD
IR 31785-58	5.77 CD
IR 39422-75	5.48 CD
IR 13240-108	6.26 BC
IR 3941-86	6.04 BCD
IR 39357-133	5.41 D
nnwu	5.77 CD
IR 1529-680-3	7.43 A
IKP	5.65 CD
Jaya	6.64 AB
Moyenne générale	6.038 t/ha
ppds.05	0.795 t/ha
C.V. %	13.13 %

1.4.2.2.4. Discussions

Avec le semis du 21 Juillet on peut récolter le 10 Novembre au bout de 113 jours en moyenne, avec un rendement moyen de 6,575 t/ha. Seules Jaya et IR1529-680 3 vont allonger leur cycle jusqu'au 26 Novembre avec un retard d'environ deux semaines pour donner respectivement des rendements de 7,41 t/ha et 7,48 t/ha.

Le surplus donné par ces deux variétés est de 0,835 t/ha pour Jaya et 0.905 t/ha pour IR 1529-680-3 pour deux semaines d'irrigation.

Avec IR 13240-108 et IR 3941-86, on obtient les mêmes rendements avec un temps plus réduit (tableaux 6 et 7).

Toutes ILS variétés pourront être récoltées avant l'installation du froid. Cependant, cette date ne peut être retenue dans la pratique de la double culture, car la récolte de la contre-saison s'effectue en fin Juin - début Juillet.

Le semis du 5 Août semble plus indiqué. Il permet aux variétés d'éviter le froid en raccourcissant le cycle végétatif moyen de 109 jours au lieu de 113 jours à la première date. (Tableau n° 6).

Aussi les variétés précoces ayant un cycle végétatif variant entre 102 et 106 jours, la récolte pourra être effectuée à partir du 21 Novembre donnant plus de temps pour la préparation de la contre-saison.

Seules Jaya et IR 1529-680-3 seront récoltées le 8 Décembre avec le risque de subir les effets du froid pendant la période de fructification.

La moyenne générale des variétés à la 2^{ème} date de semis est de 5,501 T/Ha. Entre variétés on note une différence significative (Tableau 9). Les cycles courts ont des rendements peu différents de la moyenne générale des 2 dates.

L'analyse des deux dates de semis sur la variation du cycle et du rendement nous donne les moyennes du cycle moyen de 111 jours et le rendement moyen de 6,038 T/Ha (Tableaux 7 et 9).

Sur la base de ces données et si on tient compte du cycle et du rendement pour le calage au calendrier cultural IR 13240-108, IR 3941-86-2 et IR SO peuvent en priorité être retenues.

Ces variétés ont un cycle inférieur au cycle moyen des 2 dates et un rendement égal à la moyenne générale des 2 dates.

1.4.2.2.5. Conclusions

Pour l'hivernage la date du 5 Août semble plus indiquée pour le calage du cycle au calendrier cultural.

Elle permet la récolte à la 2^{ème} décennie de Novembre, évitant ainsi l'effet du froid pendant la phase de fructification. Le paysan disposera du temps pour préparer sa contre-saison. Pour cette date les variétés précoces sont recommandées. Par rapport au cycle et au rendement et par priorité les variétés les plus plastiques sont IR 1529-680-3, JAYA 13240-108, IR 3941-86 et IR 50.

1.4.3. Date de récolte

Beaucoup de paysans tardent à récolter le riz arrivé à maturité, ce qui entraîne des pertes dues à l'égrenage provoqué par un assèchement excessif des panicules aux attaques d'oiseaux et aux intempéries. La détermination d'un repère d'aide à la planification s'avère nécessaire. Tel est l'objectif de cette étude.

1.4.3.1. Résultats

Sur deux saisons de contre-saison sèche chaude et d'hivernage, nous avons déterminé la phase (épiaison-maturité complète) dont voici les résultats ci-dessous :

Tableau 10 : Evolution de la phase (épiaison-maturité complète) en fonction de la variété en jours.

Variétés	EPIAISON-MATURITÉ
	Moyenne générale de la variété pour toutes les dates
IR 50	40 B
IR 3 1785-58-1	40 B
IR 39422-75-3	39 B
IR 13242- 108-2	39 B
IR 394 1-86-2	39 B
IR 39357- 133-3	40 B
AIWU	42 A
IR 1529-680-3	42 A
IKP	42 A
JAYA	42 A
Moyenne générale	40
ppds.05	1
Coefficient de Variation	6,59

L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre variété, tableau 4, annexe 3.

sur 400 cas étudiés, on obtient une moyenne générale des variétés pour toutes les dates de semis, de 40 jours avec une ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 6,59 %.

Cependant, la variation de l'intervalle (épiaison-maturité) entre variétés est très faible (3 jours).

Tableau 11 : Evolution de la phase (épiaison-maturité complète) en fonction de la date de semis en jours.

Date de semis	EPIAISON-MATURITÉ
	Moyenne générale des variétés par date
15/02/93	42 BC
02/03/93	37 EF
17/03/93	36 F
21/07/93	40 D
05/08/93	42 BC
15/02/94	43 AB
02/03/94	40 D
17/03/94	44 A
21/07/94	38 E
05/08/94	41 CD
Moyenne générale	40
ppds.05	1
Coefficient de variation	6,59

L'analyse de variance montre qu'il existe une différence significative entre dates de semis, tableau 5, annexe 3.

La moyenne générale des dates pour toutes les variétés est de 40 jours avec ppds.05 de 1 jour et un coefficient de variation de 6,59 %.

La différence entre l'intervalle le plus court et l'intervalle le plus long est de 8 jours (44 > à 36).

La date de semis a donc un effet sur la durée de la phase (épiaison-maturité).

L'interaction variété x dates est significative, annexe 3.

Cet avis est confirmé par les observations de JICA (1991), selon lesquelles lorsque l'épiaison a lieu en contre-saison froide, la maturation nécessitera 5 à 7 jours de plus.

Le cycle végétatif de la plante a été toujours considéré comme un paramètre important dans le choix de la variété vis à vis des conditions du milieu.

Cependant, parmi les phases constituant le cycle, la sous-période allant de l'épiaison à la maturité complète revêt un caractère spécifique. La quantité et la qualité de la production dépendent des conditions dans lesquelles cette phase est placée.

Mais cette phase varie en fonction de la variété et pour une même variété en fonction des conditions du milieu. (Azzi, 1954).

Dans la limite équatoriale, avec l'augmentation de la température jusqu'à 33,1°C les variétés de blé ont les durées (épiaison-maturité) suivantes :

la variété de blé «Timilia» (Italie) présente, la durée maximum de la sous-période de l'épiage à la maturité complète 43 jours, Pour la variété «Gelchsheimer» (Europe moyenne) la durée est de 39 jours et, pour «Börsum» (Péninsule Scandinave), elle atteint un maximum d'accélération avec 35 jours.

Selon toujours Azzi (1954), en Komagne (Italie), la variété de blé «Mentana» murît à la mi-juin et épie en moyenne à partir du 25 Avril ayant ainsi pour la sous-période de l'épiaje à la récolte une durée d'environ 50 jours.

Dans des conditions de milieu identiques, la variété «Gentil Rosso», qui moyennement précoce, épie le 17 mai et murît le 25 juin, présentant ainsi une durée de la sous-période (de l'épiaje à la récolte) de 40 jours seulement soit 10 jours de moins que celle de «Mentana».

Dans la limite polaire, avec des températures basses (14°C), l'intervalle s'étendant de l'épiaison à la maturité complète est de 61 jours pour la variété «Borsum», 70 jours pour la variété «Timilia» et 66 jours pour la variété «Gelchsheimer».

Les études effectuées par Diehl (1957), montrent que la phase «floraison maturité» varie de 43 à 50 jours dans 50 % des cas et reste indépendante de la variété et de la date du semis, Selon Nataline (1973) de la floraison à la maturité du riz il y a 30 à 35 jours en fonction de la variété. In floraison de toute la panicule dure 4 à 5 jours.

Dans le delta du fleuve Sénégal, les études de JICA (1991) ont montré que la durée de l'intervalle épiaison-maturité est courte et stable quand le semis s'effectue entre début juin et début août.

Alors que, si on effectue le semis entre mi-août et septembre la durée du cycle semis-épiaison s'allonge sensiblement, ce qui cause la stérilité de la panicule en période froide.

La maturité complète des grains de riz en semis direct est obtenue après 35 jours à partir de 60 % de l'épiaison (JICA, 1991).

1.4.3.2. Discussions

Les données bibliographiques ont permis de constater que les démarches visant à trouver un repère pour la détermination de la date de récolte optimale varient d'un auteur à un autre.

En effet, certains auteurs comptent la date de récolte à partir de la floraison à la maturation complète 44 à 50 jours (Diehl, 1957) ou 30 à 35 jours (Nataline, 1973). Selon Nataline la floraison commence le même jour ou le jour suivant dès la sortie de la panicule de la gaine et dure 4 à 5 jours donc on peut avoir 35 à 40 jours, ce qui confirme nos résultats.

D'autres auteurs Azzi, (1954) et JICA (1991) comptent la date de récolte à partir de l'épiaison à la maturité complète, Cette période varie en fonction de la variété (Azzi 1954). Pour le blé. elle est de 43 jours pour la variété «Timilia», 39 jours pour la variété «Gelshheimer», 50 jours pour la variété «Mentana» et 40 jours pour la variété «Gentil Rosso».

Selon JICA (1991), en semis direct, la maturité complète des grains de riz s'obtient au bout de 35 jours à partir de 60 % de l'épiaison. Mais cette méthode de comptage peut être difficile pour le paysan.

Dans notre expérimentation, nous comptons la date de récolte à partir de la sortie de la première panicule de la gaine jusqu'à la maturité complète 40 jours.

i-4.3.3. **Conclusions**

Sur la base des résultats obtenus et des données bibliographiques et pour des raisons de commodité. on peut formuler la recommandation suivante :

- la date de récolte se situe au 40^e jour à compter de la première date d'épiaison c'est à dire à partir de la sortie de la panicule de la gaine.

1.4.4. Etude économique de la double culture

Frais d'exploitation pour 1 hectare

<u>Semence</u>	325 F x 120 kg/ha	=	39.000 F cfa
<u>Engrais</u>			
18-46-0	184 F x 150 kg/ha	=	27.600 F cfa
Urée	195 F x 200 kg/ha	=	39.000 F cfa
<u>Herbicide</u>			
Propanil	3.250 F x 8 l/ha	=	26.000 F cfa
Weedon TP.	5.000 F x 2 l/ha	=	10.000 F cfa
<u>Travail du sol</u>			
Offsetage		=	18.000 F cfa/ha
<u>Irrigation motopompe</u>		=	60.000 F cfa/ha
TOTAL FRAIS EXPLOITATION		=	219.600 F cfa/ha

Frais de transformation

Récolte + Battage (mécanique) - 20 % de la production.

(Décorticage + ensachage) = 17 F cfa/kg

1.4.3.1. Contre-saison chaude

2^{ème} date de semis

Variété IR 13240- 108

Rendement - 8.48 t/ha.

Frais de récolte + battage

$$\frac{8,48 \text{ t} \times 20}{100} = 1,696 \text{ t}$$

Production disponible

$$8,48 \text{ t} - 1,696 \text{ t} = 6,784 \text{ t}$$

Décorticage

$$17 \text{ F} \times 6,784 \text{ kg} = 115,328 \text{ F cfa}$$

Rendement à l'usinage

$$\frac{6,784 \text{ kg} \times 70}{100} = 4,748,8 \text{ kg de riz blanc}$$

Poids du son

$$6,784 - 4,748,8 \text{ kg} = 2,035,2 \text{ kg}$$

Prix du riz blanc

$$230 \text{ F} \times 4,748,8 \text{ kg} = 1,092,224 \text{ F cfa}$$

Prix du son

$$30 \text{ F} \times 2,035,2 \text{ kg} = 61,056 \text{ F cfa}$$

Prix total de la production

$$1,092,224 \text{ F cfa} + 61,056 = 1,153,280 \text{ F cfa}$$

Montant des frais

$$219,600 \text{ F cfa} + 115,328 \text{ F cfa} = 334,928 \text{ F cfa}$$

Bénéfice net

$$1,153,280 \text{ F cfa} - 334,928 \text{ F cfa} = 818,352 \text{ F cfa}$$

1.4.3.2. Hivernage

1^{ère} date

Variété IR 13240-108

Rendement 6.82 t/ha

Frais de récolte + Battage

$$\frac{6.82 \text{ t} \times 20}{100} = 1,364 \text{ t}$$

Production disponible

$$6,82 \text{ t} - 1,364 \text{ t} = 5,456 \text{ t}$$

Rendement à l'usage

$$\frac{5.456 \text{ kg} \times 70}{100} = 3,819,2 \text{ kg de riz blanc.}$$

Poids du son

$$5.450 \text{ kg} - 3.918,2 \text{ kg} = 1.537,8 \text{ kg}$$

Prix du riz blanc

$$2.30 \text{ F} \times 3.819,2 \text{ kg} = 878.416 \text{ F cfa}$$

Prix du son

$$30 \text{ F} \times 1.537,8 \text{ kg} = 46.134 \text{ F cfa}$$

Prix total de la production

$$878.416 \text{ F cfa} + 46.134 \text{ F cfa} = 924.550 \text{ F cfa}$$

Bénéfice

$$924.550 \text{ F} - 334.928 \text{ F} = 589.622 \text{ F cfa}$$

Bénéfice annuel par hectare

$$818.352 \text{ F} + 589.622 \text{ F} = \underline{1.407.974} \text{ F cfa}$$

Si le paysan a contracté un crédit à la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal, le taux d'intérêt actuel varie entre 13,5 et 14 % .

Le bénéfice réel annuel serait de : $1\,407\,974\text{ F} - \frac{(335\,000\text{ F} \times 14) \times 2}{100} = 1\,314\,174\text{ Frs cfa}$

Il faut noter que le prix du riz décortiqué varie entre 230 et 250 F cfa/kg.

Le modèle de calcul utilisé est basé sur le travail mécanisé. Certains paysans préfèrent le travail manuel pour la récolte et le battage, pour conserver leur production mais mettent beaucoup de temps pour libérer la parcelle ce qui tout naturellement empiète sur la mise en place de la culture suivante.

Avec la dévaluation du F CFA si l'enherbement est maîtrisé les techniques culturales respectées, le paysan peut très bien s'en sortir car la variété IR 13240-108 a un potentiel de production de 8 à 9 t/ha. JAYA et IR 1529-680 ont un potentiel de rendement de l'ordre de 10 à 12 t/ha.

1.4.5. Discussions générales

Cycle végétatif :

L'analyse des données des 2 saisons (contre-saison chaude et hivernage) permet de constater que la mise en place de la campagne d'hivernage est conditionnée par la date de récolte de la contre-saison.

Le cycle est plus long en semis précoce en contre-saison et se raccourcit plus la température augmente.

Les semis du 15 Février et du 2 Mars permettent de récolter en fin Juin et de disposer du temps pour la préparation de la prochaine culture.

La date limite du 15 Mars est très tardive même pour les variétés précoces performantes. Elle doit être ramenée au 2 Mars pour permettre une récolte en fin Juin et l'installation de la campagne d'hivernage évitant ainsi les effets néfastes de la pluie comme c'est le cas en 1993.

En hivernage en semis précoce, le cycle varie légèrement.

La date limite du 15 Août est à ramener au 5 Août pour éviter les effets du froid pendant la phase reproductive.

La récolte pourra être effectuée en Novembre permettant de disposer du temps pour la préparation de la contre-saison.

Il faut noter que les dates tardives entraînent des baisses de rendement à cause des aléas climatiques (pluie et froid).

Rendement :

En contre-saison le rendement le plus faible est obtenu à la troisième date de semis du 17 Mars. En hivernage aussi on observe la même tendance.. La première date a donné un rendement supérieur au rendement de la deuxième date.

Le rendement est plus élevé en contre-saison qu'en hivernage.

Ce qui peut être dû au parasitisme en hivernage.

Date de récolte :

En fonction des approches utilisées et des conditions d'expérimentation, les résultats varient, ce qui explique les différences de point de vue. Il n'a pas été observé une constance absolue: de la phase (épiaison-maturité), car la réaction de la plante vis-à-vis des facteurs du milieu (photopériode, thermopériode, etc. ..) dépend des particularités biologiques de chaque espèce et de chaque variété.

Toutefois, dans des conditions de milieu identiques, la variation de la phase (épiaison-maturité) entre variétés est très faible, Par contre, l'effet date est significatif. L'interaction variétés x dates est significative. Sur la base des résultats obtenus et des données bibliographiques, il est plus judicieux d'effectuer la récolte du riz au 40^e jour à partir de la première date d'épiaison.

Sur le plan agronomique, la double culture est possible.

La disponibilité de variétés productives, adaptées au calendrier cultural de contre saison-chaude permet d'obtenir des rendements moyens annuels de 15 t/ha.

Malgré le coût élevé des facteurs de production et du taux d'intérêt de la Caisse de Crédit Agricole qui fluctue entre 13,5 et 14 %, la dévaluation du franc cfa et la libéralisation de la filière riz ont permis de rehausser le prix du paddy qui est passé de 80 F CFA/kg à 125 F CFA/kg et le riz décortiqué de 130 F CFA/kg à 230 - 250 F CFA/kg, donnant ainsi la possibilité aux agriculteurs de réaliser des bénéfices réels.

1.4.6. Conclusions générales

Le froid ne s'arrête pas en mi-février, mais persiste jusqu'en fin Mars avec quelques fluctuations en début Avril.

En contre-saison, plus le semis est précoce, plus le cycle est long.

Les variétés tardives sont plus productives que les variétés précoces. Cette faible productivité des variétés précoces est liée à la courte période de mobilisation des substances nutritives dont la plante a besoin pour l'élaboration de sa biomasse.

En attendant de trouver des variétés tolérantes au froid, et sur la base des données de contre-saison chaude et d'hivernage, on peut recommander le calendrier cultural suivant Tableau 13.

Tableau 12 : Calendrier cultural.

OPÉRATIONS	contre saison froide			contre saison chaude			saison des pluies					
	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Préirrigation			x						x			
Travail du sol			x Labour ou offsetage						x offsetage ou brûlis			
Fertilisation				x FF	FC	FC			x FF	x FC	x FC	
Irrigation				x	Lame d'eau 5 à 10 cm				x	Lame d'eau 5 à 10 cm		
Semis - Récolte	Sahel 108 Récol 10 Nov			x 15 Février	Sahel 108			Récolte x 25 Juin	S a h e l 108 x 21 Juillet			
		JAYA, IR1529 récol. 8 Dec.			Sahel 108				Jaya, IR1529-680-3 x Récol. x 3 Juillet 5 Août			
Drainage				X 5 jours après semis	X 25 jours après semis	X 60 jours après semis		X 10 à 15 jrs avant réco	X	X idem	x	X
Sarclage					Traitement herbicide	Traitement herbicide				Traitement herbicide	Traitement herbicide	
Gardiennage					Chasse aux oiseaux					Chasse aux oiseaux		

FF = Fumure de Fond

FC = Fumure de couverture

S.108 = Sahel 108

Récolte = 40" jour à compter de la 1^{ère} date d'épiaison

Drainage : Il est effectué : 5 jours après le semis pour permettre la levée et l'enracinement.
 25 jours après semis pour le premier apport d'engrais d'entretien et le traitement herbicide.
 60 jours après semis pour le deuxième apport d'engrais d'entretien et le traitement herbicide.
 Diminution de la lame d'eau jusqu'à 5 cm au stade laiteux.
 Drainage ASSEC au stade pâteux 10-15 jours avant récolte.

Pour la contre-saison, l'époque de semis s'étend de mi-février au 2 mars date limite pour les cycles courts.

Pour la saison d'hivernage, l'époque de semis s'étend du 21 Juillet au 5 août date limite pour les cycles moyens.

Par rapport au cycle et au rendement pour le calage au calendrier cultural les variétés sont classées en 3 catégories :

I. Variétés à rendement bon mais à cycle long ne calant pas au calendrier cultural (Jaya, IR 1529-680-3, IKP);

II. Variétés à rendement moyen à bon avec un cycle calant au calendrier cultural : IR 13240-108, IR 3941-86, IR 50, IR 31785-58, IR 39422-75, AIWU;

III. Variétés à rendement faible avec un cycle calant au calendrier cultural IR 39357-1 33.

A travers les saisons et les dates, par priorité, les variétés les plus productives et plastiques et qui peuvent être recommandées pour la double culture sont :

- ▶ Contre-saison **chaude** : IR 13240-108, IR 3941-86, IR50, IR 31785-58, AIWU;
- ▶ Hivernage : IR 1529-680, JAYA, IR 13240-108, IR 3941, IR 50, IKP. IR 3 1785-S.

Parmi les variétés testées, IR 13240-108 (Sahel 108) a été homologuée en 1994.

IR 3941-86 est tolérante au froid et productive mais a une forte teneur en amidon sous forme d'amylose. L'ADRAO est entrain de faire des croisements pour corriger ce défaut.

Cette variété a servi de plats de dégustation lors de la journée de la Renaissance Scientifique en Afrique tenue à Bambey en Juin 1994. Grâce aux techniques modernes de préparation utilisées par l'Ecole Normale d'Enseignement Technique Féminin, la teneur en gluten n'a pas été sentie et le riz a été hautement apprécié par tout le monde,

JAYA et IR 1529-680-3, ont un potentiel de production, mais, en raison de leur cycle relativement long en contre-saison pour la pratique de la double culture, elles peuvent être conduites en hivernage.

Les données des deux saisons (contre-saison chaude et hivernage) permettent de faire les recommandations illustrées au tableau 13 ci-dessous.

La date de récolte du riz se situe au 40^e jour à compter de la sortie de la panicule de la gaine.

La double culture n'est pas une utopie, mais une réalité du double point de vue agronomique et économique.

Même si les prix des facteurs de production sont encore élevés, grâce à la dévaluation, les paysans peuvent réaliser des bénéfices,

Avec un budget annuel de moins (d'un million), le paysan peut obtenir un bénéfice de 1.407.974 F CFA en travail mécanisé. Ce bénéfice serait plus important si la récolte et le battage qui mécaniquement représentent 20 % de la production étaient effectués manuellement.

Tableau 13 : Double récolte annuelle. Binômes de variétés.

CONTRE SAISON CHAUDE				HIVERNAGE				Rendement Annuel Paddy t/ha
Variétés	Date de semis	Date de récolte	Rendement t/ha	Variétés	Date de semis	Date de récolte	Rendement t/ha	
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 13240	21/7	10/11	6,82	15,30
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 13240	5/8	17/11	5,70	14,18
IR 13240	2/3	3/7	8,48	JAYA	5/8	8/12	5,87	14,35
IR 13240	2/3	3/7	8,48	IR 1529	5/8	8/12	7,39	15,87

1.4.7. Annexes**Analyse comparative des 3 dates de semis sur l'évolution du cycle pendant les 2 contre-saisons****Annexé 1 : végétatif e n j o u r s**

Dates de semis	Moyenne générale des 3 dates de semis
1 ^{ère} date	134
2 ^{ème} date	127
3 ^{ème} date	125
Moyenne générale	129
PPds.05	1
C.V. %	1.98 %

Analyse comparative des 3 dates de semis sur l'évolution du cycle pendant les 2 contre-saisons**Annexe 2 : Résumé de l'analyse de variance**

Source	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Année	1	390,15	59,96	2,74	3,90	6,81
Date	2	3952,52	303,72	2,34	3,06	4,75
Année x Date	2	1566,03	120,34	2,34	3,06	4,75
Répétition	18	318,90	2,72	1,49	1,67	2,06
Variété	9	12638,10	215,81	1,67	1,94	2,53
Année x Variété	9	366,85	6,26	1,67	1,94	2,53
Date x Variété	18	708,23	6,05	1,49	1,67	2,06
Année x Date x Variété	18	294,72	2,52	1,49	1,67	2,06
Erreur résiduelle	162	1054,10				

Moyenne générale des 3 dates : 129 jours

Coefficient de Variation : 1,98 %

Analyse comparative des 3 dates de semis sur la variation du rendement pendant les 2 contre-saisons

Annexe 3 : Rendement en paddy t/ha

Dates de semis	Moyenne générale des 3 dates de semis
1 ^{re} date	6,74
2 ^{ème} date	7,96
3 ^{ème} date	5,35
Moyenne générale ppds.05	6,683
C.V. %	0,266 t/ha 12,77

Analyse comparative des 3 dates de semis sur la variation du rendement pendant les 2 contre-saisons

Annexe 4 : Résumé de l'analyse de variance

Source	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Année	1	28,132	38,65	2,74	3,90	6,81
Date	2	136,088	186,96	2,34	3,06	4,75
Année x Date	2	25,669	35,26	2,34	3,06	4,75
Képétition	18	0,691	0,95	1,49	1,67	2,06
Variété	9	14,448	19,85	1,67	1,94	2,53
Année x Variété	9	3,855	5,30	1,67	1,94	2,53
Date x Variété	18	1,268	1,74	1,49	1,67	2,06
Année x Date x Variété	18	0,635	0,87	1,49	1,67	2,06
Erreur résiduelle	162	0,728				

Moyenne générale des 3 dates : 6,683 t/ha
Coefficient de Variation : 12,77 %

Analyse comparative des variétés et des dates sur l'évolution du cycle en hivernage Fanaye hivernage 1993

Annexe 5 : Résumé de l'analyse de variance

Source	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Date de semis	1	281,25	24,91	2,80	4,02	7,12
Variétés	9	658,07	138,68	1,75	2,06	2,75
Date x Variétés	9	9,36	1,97	1,75	2,06	2,75
Erreur	54	4,74				

Moyenne Générale : 111 jours
 Coefficient de Variation : 1,96 %

Analyse comparative des variétés et des dates sur la variation du rendement en hivernage Fanaye hivernage 1993

Annexe 6 : Résumé de l'analyse de variance

Source	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Date de semis	1	23.982	45.70	2,80	4,02	7,12
Variétés	9	2.988	4.75	1,75	2,06	2,75
Date x Variétés	9	0.754	1.20	1,75	2,06	2,75
Erreur	54	0.629				

Moyenne Générale : 6,03 t/ha
 Coefficient de Variation : 13,13 %

Date de récolte**Annexe 7 : Table de l'analyse de variance**

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F 0,05	
				F calculé	Théorique
Variété	9	593,76	65,97	9,31	1,93
Dates de semis	9	2335,41	259,49	36,64	1,93
Variétés x dates	81	2230,51	27,54	3,89	1,48
Erreur	300	2124,75	7,08		
Total	399	7284,43			

Coefficient de variation : 6,59

1.4.8. Bibliographie

1. Kijks. C, 1976 : Agrométéorofogie. Développement de la Recherche Agronomique dans le Bassin du fleuve Sénégal - FAO - PNUD - OMVS Rome
2. Dingkuhn M., Legal P.Y, Poussin J.C. 1993 : Utilisation d'un modèle de développement du riz en aide à la décision.
3. SENGHOR P.T. 1991 : Analyse des caractéristiques des variétés de riz diffusées dans fa région du fleuve Sénégal.
Perspectives d'amélioration variétale - Mémoire de confirmation
CIRA / Saint-Louis.
4. C'ouey. ,Bloc D., Ehemba T. 1968-1969 ; Etude de fa Successions Culturelle.
Recherches Rizicoles à Richard-Toll 1968-69. Direction IRAT - Sénégal - Secteur IRAT Fleuve.
5. Trinh T.T. , f 978 - Recherche agronomique et Développement Agricole.
Bassin du Sénégal.
Organisation pour fa Mise en Valeur du fleuve Sénégal.
Les cultures céréalières. FAO - Rome 1978.
6. Etude Expérimentale du Développement Agricole.
Rapport Final Février 1991.
Agence Japonaise de Coopération Internationale.
7. ADRAO - 1991 : Rapport annuel.

- 8 ADRAO - 1985 : Contraintes majeures de la riziculture dans la vallée du fleuve Sénégal et Recommandation. Programme Evaluation et Transfert des Technologies, Saint-Louis, Sénégal.
9. ADRAO - 1986 : Bilan des activités de la station pendant la décennie 1976-1986. Station régionale riz irrigué Saint-Louis (Sénégal).
10. GODDERIS W. , 1987 : Amélioration variétale du riz irrigué - ADRAO/Sénégal.
11. DIOUF, T. 1988 - Programme d'Agrophysiologie du riz - DRPV/CRA/Djibélor.
- 12 DIOUF, T. 1989 - Agrophysiologie du riz - Rapport analytique - Hiver 1988.
13. DIOUF, T. 1990 - Agrophysiologie du riz - Rapport analytique 1989.
14. DIOUF T. Projet Irrigation IV. Rapport Final de Recherches Mars 1993.
15. AZZI, Ci. 1954 - Ecologie agricole - Nouvelle Encyclopédie agricole. Librairie J.B. RAJLLIERE & FILS, 19 rue Haute feuille, Paris.
16. DIEHL R. 1957 - Agriculture générale tome 1. Les bases scientifiques de la production végétale. Nouvelle Encyclopédie agricole.
17. Nathalinc N.B. - La culture du riz. Edition Koloss, Moscou, 1973.

I. ETUDE DE LA DOSE DE SEMIS

2.1. 1993

2.1.1. Justifications

Les études sur le mode de semis ont révélé que :

- Lorsque l'on dispose de main-d'oeuvre en quantité suffisante (pour repiquer 1 ha, il faut environ 30 journées de travail) le repiquage reste généralement le plus recommandable, en effet :
 - il assure une meilleure lutte contre les mauvaises herbes en laissant au riz une avance végétative;
 - il permet d'obtenir une densité optimale avec une dose de semence plus faible (30 à 40 kg/ha⁻¹);
 - il permet de choisir les plants les mieux développés et de contribuer, ainsi à lutter contre les ravageurs qui affectent la jeune plante;
 - il réduit la durée d'occupation des sols et facilite ainsi la double culture annuelle.

Dans les autres cas, le semis direct peut être pratiqué. On distinguera différents types de semis directs parmi lesquels nous ne citerons que le semis à la volée et le semis en ligne. Le premier type est intéressant pour son faible investissement en matériel ou en main d'oeuvre. Il est cependant à réserver pour les cas où l'utilisation d'herbicides est possible ou lorsque l'on maîtrise bien l'enherbement. Il y a lieu de prévoir une dose de semis assez forte, de l'ordre de 100 à 120 kg/ha⁻¹. L'enfouissement des semences par une façon superficielle légère est impératif (herse ou autre). Le second constitue une solution idéale lorsqu'on dispose de superficies suffisamment grandes pour rentabiliser un semoir. Des résultats récents de comparaison de mode de semis, semis direct et repiquage, ont révélé que le premier offrait un meilleur potentiel de rendement par rapport au second (ADRAO, 1991).

Dans le Fleuve, le semis direct, à la volée en prégermé est généralement pratiqué, notamment dans le delta. Dans les Moyenne et Haute Vallée, certains paysans pratiquent le repiquage.

Dans la littérature, il n'y a pas eu d'étude approfondie pour déterminer la dose optimale de semis en tenant compte des particularités biologiques de la variété et des conditions pédologiques.

En raison des moyens limités du paysan pour effectuer un semis direct au semoir et de la non disponibilité de main d'oeuvre pour pratiquer le repiquage, le paysan sème à la volée en prégermé à des doses de semis supérieures ou inférieures à 100 - 120 kg/ha sans tenir compte des particularités de la variété et des conditions pédologiques du milieu.

2.1.2. Objectif

L'objectif de l'étude est de trouver une dose optimale de semis, économique et qui tient compte des conditions du milieu et des particularités biologiques de la variété.

2.1.3. Matériel et méthodes

Deux variétés ont été utilisées :

IKP, variété précoce 114 j en hivernage (133 j en contre saison). Poids 1 000 grains 24 g,

Jaya . variété moyenne 130 j en hivernage (148 j en contre saison). Poids 1 000 grains 29 g.

Deux sites d'implantation ont servi de localisation :

- Fanaye sur Faux **Hollaldé** non salé,
- Ndiol sur sol **halomorphe** faiblement salé à salé.

Le dispositif expérimental est en split plot randomisé à 4 répétitions. La variété étant le facteur principal et la dose, le facteur secondaire.

5 doses de semis ont été testées :

- D₁ 80 kg/ha
- D₂ 100 kg/ha
- D₃ 120 kg/ha
- D₄ 140 kg/ha
- D₅ 160 kg/ha

Chaque parcelle élémentaire avait pour dimension 5m x 4m.

L'engrais a été apporté à la dose de 150 kg/ha de 18.46.0 et 60 unités de K₂O sous forme de Kcl. Une couverture de 200 kg/ha d'urée a été apportée en deux périodes à raison de 2/3 au tallage et 1/3 à l'initiation paniculaire.

En post-levée au stade 3 - 4 feuilles des mauvaises herbes, un traitement au Garil a été effectué à raison de 5 litres/ha dans 400 litres d'eau.

2.1.4. Résultats et discussions

2.1.4.1. Suivi de la salinité

Caractéristiques initiales du sol à Ndiol avant le semis

Tableau 14 : Conductivité électrique (ms cm⁻¹ et sels solubles en méq % (milliéquivalent) horizon 0-25 cm Moyenne

CE (mS cm ⁻¹)	Ca	Mg	K	Na
4,01	0,76	4,49	0,37	11,93

Tableau 15 changeables en méq. %

horizon 0 - 25 cm Moyenne

Ca	Mg	K	Na	Somme	CEC	SAT %
7,64	11,64	0,43	0,81	20,5	25,74	80

Au cours du cycle végétatif du riz un suivi hebdomadaire a été effectué sur la dynamique de la conductivité électrique sur les 40 parcelles que constitue l'essai..

Les moyennes pour l'ensemble des parcelles par date de mesure sont exprimées au graphique 1. Les valeurs fluctuent entre 2 et 3 mS cm⁻¹. Dans certaines parcelles ces valeurs atteignent parfois des pics de 7 mS cm⁻¹, ce qui explique d'ailleurs les plants manquants dans certaines parcelles et certaines données aberrantes du rendement,

2.1.4.2. Rendement**2.1.4.2.1. Fanaye**

Tableau 16 : de la dose de semis à Fanaye hivernage 1993 - Rendement en **tonne/ha**

Dose de semis en kg/ha	Variétés	
	IKP	JAYA
80 kg	7,44 *	6,49
100 kg	6,41	7,06 *
120 kg	6,64	5,50
140 kg	7,88 *	6,33
160 kg	7,62 *	8,32 *

Moyenne générale : 7,18 t/ha 6,74 t/h

Moy. gén. des 2 var. : 6,96 t/ha

Coefficient. de variation : 17,86 %

La moyenne générale des doses pour les deux variétés est de 6,964 t/ha avec un coefficient de variation de 17,86% (tableau 16). la moyenne générale des doses par variété est respectivement 7,186 t/ha pour IKP et 6,742 t/ha pour Jaya (Tableau 16).

L'analyse de variance montre qu'entre variétés il y a une différence significative au seuil de 10% (Annexe 8). Par rapport à la moyenne générale des 2 variétés IKP a donné une production supérieure à Jaya : $7,186 \text{ t/ha} > 6,964 \text{ t/ha} < 6,742 \text{ t/ha}$.

Entre doses au niveau de chaque variété on note une différence significative au seuil de 10% (Tableau 16, Annexe 8).

La réponse de IKP est plus marquée à la 4^{ème}, la 5^{ème} et la 1^{ère} doses. Quant à Jaya, sa réponse a été marquée à In 5^{ème} et la 2^{ème} doses. L'interaction (variété x dose) n est pas significative (Annexe 8).

D'une façon générale, on observe une timide linéarité de la réponse des variétés aux doses de semence, cachée par l'hétérogénéité des parcelles. En effet dans certaines parcelles il y a eu beaucoup de manquants auxquels il faut ajouter la pression des cypéracées qui malgré les traitements, ont exercé un effet très négatif.

Chez IKP, entre la 1^{ère}, la 4^{ème} et la 5^{ème} dose il n'y a pas de différence significative. Economiquement l'utilisation de 140 ou 160 kg/ha ne se justifie pas dans les conditions de sols non salés comme Fanaye.

Chez Jaya, l'utilisation de 160 kg/ha donne des surplus de rendement allant d' 1t à 2,82 t de paddy.

Il est donc à confirmer si la réponse de la variété à la dose dépend du cycle de la variété et surtout de la grosseur de la graine. Il semble qu'à dose égale la variété à cycle court et à petites graines répond différemment par rapport au cycle moyen et à grosses graines.

Du fait du poids de 1 000 graines moins élevé et de la capacité de tallage des variétés à petites graines, le cycle court n'a pas besoin de doses élevées pour s'exprimer économiquement.

Ce qui explique le rendement de IKP obtenu avec la dose de 80 kg/ha de semence.

Par contre pour Jaya, le même effet s'obtient avec des doses beaucoup plus élevées.

Il est à noter que l'étude porte sur une année, il est donc très prématuré pour faire une étude économique.

2.1.4.2.2. Ndiol

Tableau 7 la dose de semis à Ndiol hivernage 1993 - Rendement en tonne/ha.

Dose de semis en kg/ha	Variétés	
	IKP	JAYA
80 kg	2,79	1,34
100 kg	2,66	1,81
120 kg	2,49	2,03
140 kg	2,21	2,92
160 kg	2,54	2,29

Moyenne générale : 2,54 t/ha 2,08 t/ha

Moy. gén. des 2 var. : 2,31 t/ha

Coefficient de variation : 44,25 %

La moyenne générale des 2 variétés est de : 2,310 t/ha (Tableau 17).

La moyenne générale des doses par variété est successivement :

IKP 2,538 t/ha, Jaya 2,082 t/ha.

L'analyse de variance a montré qu'entre variétés, entre doses et L'interaction (dose x variété) ne sont pas significatives (Annexe 9). On enregistre un coefficient de variation de 44,25 % attestant des conditions d'expérimentation des cultures. Comme dans le premier cas à Fanaye IKP a enregistré une légère augmentation d'une demi-tonne par rapport à Jaya. Malgré la non significativité de l'essai comme dans le 1^{er} cas à Fanaye, on observe la même régularité des données chez les deux variétés.

Il faut noter que les sols de Ndiol sont relativement salés par rapport à ceux de Fanaye.

Il y a eu une mauvaise levée au départ, Ensuite au moment de l'initiation paniculaire, les pan-celles d'expérimentation étaient inondées et ceci a duré près d'un mois. Le canal de drainage était rempli. Le drainage n'a pas pu se faire pour renouveler l'eau.

Ainsi après l'inondation on a constaté un assèchement des feuilles paniculaires qui a dû être provoqué par la remontée des sels et l'accumulation de produits toxiques suite à la longue stagnation de l'eau sans être renouvelée. Ceci a beaucoup joué sur la chute des rendements.

2.1.4.2.3. Analyse comparative des 2 localités

Tableau 18 Analyse comparative des moyennes des 2 localités Fanaye - Ndiol par variété et par dose - Rendement en tonne/ha

Dose de semis en kg/ha	Variétés	
	IKP	JAYA
80 kg	5,12	3,91
100 kg	4,54	4,43
120 kg	4,52	3,77
140 kg	5,04	4,62
160 kg	5,08	5,31

Moyenne générale : 4,86 t/ha 4,41 t/ha
 Moy.gén. des 2 var. : 4,63 t/ha
 Coefficient de variation : 24,55 %

La moyenne générale des doses pour ces 2 localités et par variété est respectivement 4,862 t/ha pour IKP et 3,413 t/ha pour Jaya. La moyenne générale des doses pour les deux localités et les 2 variétés est de 4,637 t/ha avec un coefficient de variation de 24,55% (Tableau 18).

L'analyse de variance (Annexe 10) montre qu'entre localité il n'y a pas de différence significative. En effet, à Fanaye, la moyenne générale des doses par variété est de 7,186 t/ha pour IKP et 6,742 t/ha pour Jaya avec une moyenne générale des deux variétés de 6,964 t/ha et un coefficient de variation de 17,86%. Alors qu'à Ndiol on obtient respectivement 2,538 t/ha pour les deux variétés et un coefficient de variation de 44,25%.

Entre variétés et entre doses il n'y a pas de différence significative (Annexe 10). Les interactions (localité x variété), (localité x dose), (variété x dose), (localité x variété x dose) ne sont pas significatives (Annexe 10).

2. 1.4.3. Conclusions

Il semble que la dose de semis soit liée aux particularités biologiques de la variété et des conditions pédologiques du milieu. Les variétés à cycle court et à petites graines demandent moins de semences que les variétés à cycle moyen et à grosses graines.

La salinité a un effet négatif sur les rendements.

2.1.4.4. AnnexesAnnexe 8 de la dose de semisA - Fanaye hivernage 1993 - Résumé de l'analyse de **variance**

Source de Variance	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Répétition	3	23,14	16,33	5,39	9,28	20,46
Variété	1	7,90	6,26	5,54	10,13	34,12
Erreur A	3	1,26				
Dose	4	15,64	2,53	2,19	2,78	4,22
Variété x Dose	4	8,72	1,41	2,19	2,78	4,22
Erreur 5	24	6,18				

Coefficient de variation : 17,6%

Annexe 9 : B - Ndiol - hivernage 1993Résumé de l'analyse de **variance**

Source de Variance	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Répétition	3	18,50	1,18	5,39	9,28	29,46
Variété	1	8,31	0,53	5,54	10,13	34,12
Erreur A	3	15,68				
Dose	4	1,16	0,23	2,19	2,78	4,22
Variété x Dose	4	5,08	1,22	2,19	2,78	4,22
Erreur B	24	4,17				

Coefficient de variation 44,25 %

Annexe 10 : Analyse comparative des moyennes des 2 localités **Fanaye**
+ Ndiol par **variété** et par dose **Résumé** de l'analyse de **variance**

Source de Variance	Degré de Liberté	Carrés Moyens	F Calculé	F Théorique		
				10%	5%	1%
Localité	1	1732,77	204,48	3,78	5,99	13,75
R (Localité)	6	20,82	2,46	3,05	4,28	8,47
Variété	1	16,22	1,91	3,78	5,99	13,75
Localité x Var.	1	0,00	0,00	3,78	5,99	13,75
Erreur A	6	8,47				
Dose	4	10,06	1,94	2,07	2,57	3,74
Localité x dose	4	6,75	1,30	2,07	2,57	3,74
Variété x dose	4	4,98	0,96	2,07	2,57	3,74
Local. x Var. x dose	4	8,83	1,70	2,07	2,57	3,74
Erreur	48	5,18				

Coefficient de variation : **24,55%**

2.1.4.5, **Bibliographie**

Recherche Agronomique et Développement Agricole - Bassin du Sénégal--
Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal. Les Cultures
Céréalières, Rome 1978.

ADRAO - Rapport Annuel 1991

2.2. Etude de la dose de semis

1995

2.2.1. Justifications

Dans l'optique de l'autosuffisance et de la sécurité alimentaire, l'intensification par la pratique de la double culture est la voie obligée pour atteindre cet objectif.

L'intensification est confrontée à plusieurs contraintes parmi lesquelles les techniques culturales notamment la qualité et la quantité des semences à emblaver constituent une préoccupation majeure,

En effet, les semences de qualité coûtent chères et les paysans sèment à des doses supérieures ou inférieures à celle vulgarisée qui est de 120 kg/ha pour obtenir des rendements moyens de 4 à 5 t/ha.

Il faut noter que la dose vulgarisée, est la seule recommandée dans le delta et la moyenne vallée aussi bien en zones salées qu'en zones non salées et qu'elle ne tient pas compte des conditions pédologiques (salinité ou pas) et des particularités biologiques de la variété (précocité, poids de 1000 grains),

2.2.2. Objectifs

L'objectif de l'étude est de trouver une dose optimale de semis, économique et qui tient compte des conditions du milieu et des particularités biologiques de la variété

2.2.3. Matériel et méthodes

Le matériel végétal utilise comporte 2 variétés :

→ IKP, variété précoce 114 j en hivernage (133 j en contre saison). Poids 1 000 grains 24 g;

→ Jaya - variété à cycle moyen (30 j en hivernage (148 j en contre saison). Poids 1000 grains 29 g.

Deux sites d'implantation on servi de localisation :

- Fanaye sur Faux Hollaldé non salé,
- Ndiol sur sol halomorphe faiblement salé à salé.

Le dispositif expérimental est en split plot randomisé à 4 répétitions avec des parcelles élémentaires de 20 m². La variété étant le facteur principal et la dose, le facteur secondaire.

Les sept doses suivantes ont été étudiées :

- * D₁ 40 kg/ha
- D₂ 60 kg/ha
- D₃ 80 kg/ha
- * D₄ 100 kg/ha
- D₅ 120 kg/ha
- D₆ 140 kg/ka
- * D₇ 160 kg/ha

Une dose de 150 kg de 18-46-O et 60 unités de K₂O sous forme de Kcl ont été apportées comme engrais de fond.

Une couverture de 200 kg d'urée a été apportée en deux périodes : 2/3 au tallage et 1/3 à l'initiation paniculaire.

Au stade 3 - 4 feuilles des mauvaises herbes, on a traité : avec un mélange de propanil et de Weedon TP à la proportion de 8 l et 1 l dans 400 l d'eau.

2.2.4. Résultats

A Ndiol, l'essai a été envahi par les inondations.

Étude de la dose de semis Fanaye contre saison chaude et hivernage 1995

Tableau 19 : Rendement en tonne de **paddy/ha**

Doses de semis	Contre-saison chaude 1995		Hivernage 1995	
	IKP	JAYA	IKP	JAYA
40 kg/ha	8,25	8,21	4,14	6,81
60 kg/ha	8,49	7,91	5,85	4,92
80 kg/ha	8,98	9,14	5,71	6,94
100 kg/ha	8,69	8,96	5,96	6,57
120 kg/ha	8,50	8,21	4,69	6,48
140 kg/ha	8,53	8,61	5,67	6,10
160 kg/ha	8,88	8,72	4,89	5,04
Moyenne générale	8,62	8,54	5,27	6,12
ppds.05	NS	NS	NS	NS
c v %	7,94		19,18	

En contre-saison chaude, comme en hivernage entre doses il n'y a pas de différence significative entre doses (tableau 19).

Contre-saison chaude - Entre doses et entre variétés, il n'y a pas de différence significative. L'interaction dose x variétés n'est pas significative (tableau 19 et annexe 11).

Hivernage - Entre doses et entre variétés, il n'y a pas de différence significative (tableau 19 et annexe 12). L'interaction dose x variété est significative au seuil de 10 % ce qui est dû à l'hétérogénéité des parcelles.

Des résultats similaires ont été obtenus par la FAO (1978). Les essais doses de semis à 120 kg - 150 kg/ha à la volée ont donné des rendements inférieurs aux semis à 80 - 100 kg/ha à Kindiao

Coucy (1965), en étudiant des doses de semis à 100 - 180 kg/ha avec des variétés à cycles différents, a trouvé que l'influence des doses de semis n'était pas significative.

El est rapporté par la FAO (1990), qu'en Chine, la dose de semences de riz hybride est d'environ 15 à 20 kg/ha contre 100 à 150 kg/ha en semis direct pour les variétés traditionnelles. Selon le même auteur, dans les zones de double culture de riz en Chine la densité est d'environ 30 à 37 touffes/m² pour le riz hybride et 45 à 60 touffes/m² pour le riz traditionnel. Pour le premier une seule plantule avec trois ou quatre talles eut plantée dans chaque touffe alors que pour le second, trois ou quatre plantules à une touffe sont utilisées.

Il faut noter qu'en conditions de maîtrise de l'enherbement, comme c'est le cas de nos essais qui ont été traités avec des herbicides suivis de désherbage manuel, la seule compétition se situe entre plants de riz. Ainsi plus la dose de semis est forte plus les besoins en substances nutritives et énergétiques sont grands, ce qui peut conduire à un déficit entraînant une baisse de rendement,

Par analogie aux résultats de la FAO (1978) si entre 80 et 180 kg il n'y a pas de différence significative, on peut admettre qu'il n'y ait pas de différence significative entre 40 kg/ha et 60 kg/ha, 60 kg/ha et 80 kg/ha, 80 kg/ha et 160 kg/ha.

D'après Tooming (1977), l'indice foliaire optimal pour beaucoup de cultures se situe entre 2 et 7 m²/m².

Selon JICA (1991), le riz en semis direct peut obtenir assez facilement l'indice foliaire mais ceci devient difficile à la fin de son cycle.

Le riz en semis direct à la volée en hivernage a eu un indice foliaire de 8 vers le stade fécondation, et en contre-saison il peut acquérir un indice foliaire de 6 entre l'épiaison et la fécondation.

Généralement on pense que la quantité de photosynthèse par unité de surface d'une plante dépend beaucoup de l'indice foliaire des feuilles vertes, et que, pour obtenir un haut rendement l'indice foliaire maximal doit être au dessus de 6.

C'est donc une condition avantageuse pour le riz semé à la volée. Cependant, l'indice foliaire élevé signifie également la tendance d'épaississement des feuilles qui en se superposant les

unes sur les autres, vont intercepter la lumière solaire. Etant donné que les semences couvrent toute la surface de la parcelle, l'indice foliaire devient trop élevé. Ainsi, il se crée une ombrage; la partie inférieure des strates foliaires ne pourra plus recevoir suffisamment de lumière.

Les feuilles du bas, déficitaires en lumière ne peuvent plus photosynthétiser et deviennent inactives. Elles dépérissent très rapidement et meurent suivies des talles de petite taille. En définitive, on obtient un faible tallage, dû à la densité élevée de plantes par m² atteignant 5 à 10 fois du riz repiqué de sorte qu'à cause d'une forte compétition entraînant la mort de beaucoup de talles, le rendement est assuré à 60 % par les tiges principales.

2.23. **Conclusions**

L'étude n'a pas permis de mettre en évidence une dose optimale de semis.

Les résultats obtenus semblent montrer que si l'enherbement est maîtrisé, en zones non salées de petites doses suffisent pour obtenir de haut rendement.

Cependant, il est souhaitable de poursuivre l'étude en tenant compte de certains facteurs physiologiques tels : la radiation photosynthétique active, la respiration, la photosynthèse, la productivité de la photosynthèse et l'indice foliaire, pour mieux agronomiquement asseoir une dose optimale de semis.

2.2.6. AnnexesEtude de la dose de semis

Fanaye Contre-saison 1995
Rendement en paddy t/ha

Annexe 11 : **Table** de l'analyse de variance

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F 0,05	
				Calculé	Théorique
Répétition	3	62,04	20,68	8,97	2,87
Facteur A	1	10,12	10,12	4,39	4,11
Erreur	3	6,91	2,30		
Facteur B	6	11,50	1,91	1,60	2,36
AB	6	16,51	2,75	2,30	2,36
Erreur	36	43,06	1,19		
Total	55	150,16			

Coefficient de variation = **7,94 %** $F_{1,10} \% = 1,94$

Fanaye Hivernage
Rendement en paddy t/ha

Annexe 12 : Table de 'analyse de **variance**

Source	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Valeur de F 0,05	
				Calculé	Théorique
Répétition	3	4,55	1,51	1,12	2,87
Facteur A	1	0,09	0,09	0,06	4,11
Erreur	3	4,06	1,35		
Facteur B	6	5,26	0,87	1,88	2,36
AB	6	1,02	0,17	0,36	2,36
Erreur	36	16,72	0,46		
Total	55	31,73			

Coefficient de variation = **19,18 %**

2.2.7. Bibliographie

- 1 - Agence Japonaise Coopération Internationale.
Rapport Final n°s 18,39, Février 1991.
- 2 Couey M, - Recherches Rizicoles dans le Delta et la Vallée du fleuve Sénégal.
Richard-Toll, 15 Février 1967.
- 3 Développement de la Recherche Agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal.
Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal.
Rapport de synthèse des Expérimentations - Rapport Final, Vol I Général, Paris 1972, IRAT.
- 4 EAO Bulletin de la Commission Internationale du Riz. Vol 39, P. 147, Numéro spécial 1990.
- 5 Nataline N.B. - La Culture du riz. Edition Koloss, Moscou 1973.
- 6 Tooming H.G. La radiation solaire et la formation du rendement. Edition Hydrométéorologie Leningrad, 1977.
- 7 FAO - Recherche Agronomique et Développement Agricole. Bassin du Sénégal. Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal. Les Cultures céréalières, Rome 1978.
- 8 DIOUF T. - Projet Irrigation IV. Rapport final mars 1993.

III. ETUDE COMPARATIVE DU SEMIS À LA VOLÉE AU REPIQUAGE

1995

3.1. Justifications

Beaucoup d'études visant à trouver la technique de plantation la plus appropriée, ont été effectuées sur le riz. Ces études portant sur le mode de semis, ont montré les avantages et les inconvénients du semis à la volée et du repiquage.

Pour le semis direct à la volée, il est recommandé la dose de 120 kg/ha de semence et pour le repiquage 30 à 40 kg/ha de semence.

Malgré tous ces résultats, les avis sont toujours partagés, il n'a pas été économiquement établi, le mode de semis le plus avantageux permettant aux agriculteurs de pratiquer la double culture afin d'augmenter sensiblement leurs revenus. Entre les deux techniques, il n'y a pas de différence significative (JICA, 1991).

3.2. Objectif

Mettre en évidence le mode de semis le plus économique pour le paysan.

3.3. Matériel et méthode

Le matériel végétal utilisé est la, Variété IR 13240 (Sahel 108).

L'essai a été conduit en station à Fanaye.

Le dispositif est du type bloc dc: Fischer comportant deux traitements : 1) Semis à la volée, 2) Repiquage.

Les traitements sont randomisés à quatre répétitions.

La parcelle élémentaire est de 5 m x 4 m = 20 m².

Les parcelles sont séparées entre elles par des diguettes de 80 cm.

La dose de semis est de 120 kg/ha pour le semis à la volée et 40 kg/ha pour le repiquage.

Une dose de 50 kg/ha de 18.46.0 a été: apportée en engrais de fond et 60 unités de K₂O sous forme de KCl. L'engrais de couverture 200 kg a été apportée en deux périodes sous forme d'urée soit 2/3 au tallage et 1/3 à l'initiation paniculaire.

Au stade 3-4 feuilles des mauvaises herbes, on a traité avec un mélange d'herbicides composé de propanil et de Weedon à la proportion ci-dessous :

→ Propanil 8 l + Weedon 1 l à l'hectare dilués dans 400 l d'eau.

Le terrain a été pré-irrigué suivi d'un labour et d'un hersage croisé pour éliminer les mauvaises herbes.

3.4. Résultat~

Tableau 20 : Structures du rendement

Traitement	Paddy t/ha	Paille t/ha	Poids de 1000 graines en grammes
Semis volée	7,81	6,32	35,92
Repiquage	6,71	6,96	32,90
Moyenne générale	7,26	6,64	34,41
ppds.05	0,91	NS	2,26
CV %	6,58	17,09	2,84

$$d = 7,813 - 6,710 = 1,102 > 0,919 \quad d = 35,925 - 32,900 = 3,025 \text{ g} > 2,260 \text{ g}$$

Rendement en paddy

Entre traitements, on note une différence significative au seuil de 5 %. La moyenne générale de l'essai est de 7,261 t/ha avec une ppds.05 de 0.919 t/ha et un coefficient de variation de 6,58 % , Tableau 20 et Annexe 13.

Rendement en paille

La moyenne générale est de 6,644 t/ha avec un coefficient de variation de 17,09 %. Entre traitements, on ne trouve pas de différence significative, tableau 20 et annexe 14

Poids de 1000 graines

Entre traitements, on observe une différence significative avec une ppds.05 de 2,60g et un coefficient de variation de 2,84 %, tableau 20 et annexe 15. Ce qui explique la différence de rendement entre les deux traitements, car entre le poids absolu du grain et le rendement, il existe une relation étroite, tableau 20 et annexe 15.

3.5. Discussions

D'après SICA (1991) entre le semis direct à la volée et le repiquage, il n'y a pas de différence significative. Cependant, la moyenne des 3 années d'expérimentation donnait un léger avantage pour le semis direct à la volée. Les moyennes de rendements et de poids de 1000 graines étaient les suivantes,

<u>Traitements</u>	<u>Rendements en paddy</u>	<u>Poids de 1000 graines</u>
Semis direct à la volée	9,123 t/ha	23,4 g
Repiquage	7,903 t/ha	22,1 g

On peut noter dans ces résultats, une légère supériorité du semis à la volée au repiquage.

Nous pensons que si l'enherbement est maîtrisé, le semis direct à la volée est plus productif. En effet, durant tout le cycle évolutif du riz, il a été procédé à un désherbage chimique au stade 3-4 feuilles des mauvaises herbes, suivi de désherbage manuel à la demande, ce qui naturellement explique la différence de rendement entre le semis direct à la volée et le repiquage en faveur du premier. La seule compétition pour le riz semé à la volée se pose entre plants de même espèce du fait de la forte dose de semis.

On peut noter que si au niveau du rendement en paddy et du poids de 1000 graines, on note une différence significative pour la paille entre traitements il n'y a pas de différence significative. Ce qui peut être, est lié à la constitution de la paille du riz, semé à la volée (Tableau 20).

3.6. Conclusions : Il est peut être prématuré sur la base des résultats d'une seule campagne de tirer des conclusions définitives. Toutefois, on peut avancer que si l'enherbement est maîtrisé, le semis à la volée peut présenter un avantage certain. L'étude devra être approfondie en prenant en compte certains paramètres physiologiques pour mieux expliquer le comportement des plantes suivant le mode de semis.

3.7. Annexes :Table 13 : l'analyse de Variance Rendement en paddy t/ha

Source	Degré de liberté	Source des carrés	Carré moyen	Valeur de F	
				calculée	Théorique
Répétition	3	0,56	0,19	0,83	10,13
Facteur A	1	2,43	2,43	10,64	
Erreur	3	0,68	0,22		
Total	7	3,68			

Coefficient de variation = **6,58 %**

Annexe 14 : Table de l'analyse de Variance Rendement - en paille t/ha

Source	Degré de liberté	Source des carrés	Carré moyen	Valeur de F	
				calculée	Théorique
Répétition	3	6,31	2,10	1,63	10,13
Facteur A	1	0,81	0,81	0,63	
Erreur	3	3,87	1,29		
Total	7	10,99			

Coefficient de variation = **17,0Y %**

Annexe 15 : Table de l'analyse de Variance - poids de 1000 graines en grammes

Source	Degré de liberté	Source des carrés	Carré moyen	Valeur de F	
				calculée	Théorique
Répétition	3	7,41	2,47	2,58	10,13
Facteur A	1	18,30	18,30	19,10	
Erreur	3	2,87	0,96		
Total	7	28,59			

Coefficient. de variation = **2,84 %**

3.8. Bibliographie

Agence Japonaise de coopération internationale

Rapport Final n^o 18, 39 - Février 1991.