

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS  
DE RECHERCHES AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES  
SUR LES PRODUCTIONS VEGETALES

C.N0101254

ANALYSE CRITIQUE DU POINT DE VUE STATISTIQUE  
DES DIFFERENTS PROTOCOLES EXPERIMENTAUX  
DES ESSAIS MIS EN PLACE AU C.R.A. DE DJIBELOR  
AU COURS DE LA CAMPAGNE AGRICOLE 1986

RAPPORT DE TITULARISATION

par :

Mamadou Lamine DIEDHIOU

Juillet 1987

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
-----

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

-P-mm-----

INSTITUT SENEGALAIS  
DE RECHERCHES AGRICOLES  
-----

DEPARTEMENT DE RECHERCHES  
SUR LES  
PRODUCTIONS VEGETALES  
-----

ANALYSE CRITIQUE DU POINT DE VUE STATISTIQUE  
DES DIFFERENTS PROTOCOLES EXPERIMENTAUX DES ESSAIS  
MIS EN PLACE AU **CRA** DE DJIBELOR AU COURS DE LA  
CAMPAGNE AGRICOLE **1986**.

RAPPORT DE TITULARISATION

Mamadou Lamine DIEDHIOU

Juillet 1987

## PLAN

	Page
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
1- INTRODUCTION	1
II- RAPPELS ET TERMINOLOGIE	2
2.1- Tests d'hypothèses	2
2.1.1- Hypothèse nulle	2
2.1.2- Hypothèse alternative	2
2.1.3- Types d'erreurs	2
2.1.4- Puissance d'un test	2
2.1.5- Test d'hypothèse	2
2.2- Analyse de la variance	3
2.2.1- Analyse de la variance à un critère de classification	4
2.2.2- Principe	5
2.2.3- Equation de l'analyse de la variance	6
2.3- Modèles	7
2.3.1- Modèle fixe	7
2.3.2- Tests d'hypothèses	8
2.3.3- Modèle aléatoire	9
2.3.4- Modèle mixte	9
2.3.5- Modèle hiérarchisé	10
2.4- Comparaisons multiples de moyennes	10
2.4.1- Facteurs qualitatifs	11
2.4.1.1- Méthode de la plus petite différence significative	11

2.4.1.2-	Méthode de Newman et Keuls	12
2.4.1.3-	Méthode de Duncan	12
2.4.1.4-	Méthode de Dunnett	13
2.4.1.5-	Méthode de Tukey	13
2.4.1.6-	Méthode de Gupta	13
2.5-	Facteurs quantitatifs	14
2.5.1-	Méthode des contrastes	14
2.5.2-	Méthode de schéffé	14
2.5.3-	Régression polynomiale	15
2.6-	Transformations des variables	16
2.7-	Méthodes d'analyse de variance non-paramétrique	17
III-ANALYSEDESPROTOCOLESEXPERIMENTAUX		18
3.1-	Eléments d'un protocole expérimental	18
3.2-	Plan aléatoire complet	22
3.2.1-	Essai de lutte chimique contre les insectes nuisibles du diakhatou (annexe 1)	23
3.3-	Blocs aléatoires complets	23
3.4-	Analyse de protocoles expérimentaux d'essais en blocs aléatoires complets	24
3.4.1-	:Essai de comparaison d'itinéraires techniques sur l'arachide en station (annexe 2)	24
3.4.2-	Essai de comparaison d'itinéraires techniques sur l'arachide en milieu paysan (annexe 3)	25
3.4.3-	Essai de test du semoir dans les rizières (annexe 4)	26
3.4.4-	Essai de sarclage mécanique du riz de nappe (annexe 5)	27

### III

3.4.5- Essai de labour et sarclage du maïs en plein champ (annexe 6)	27
3.4.6- Essai test vraie grandeur de riz aquatique en milieu paysan (annexe 7)	28
3.4.7- Essai test vraie grandeur de riz de nappe en milieu paysan (annexe 8)	29
3.4.8- Essai test vraie grandeur de sorgho en milieu paysan (annexe 9)	29
3.4.9- Essai de fumure sur maïs en station (annexe 10)	31
3.4.10- Essai de fertilisation du maïs en plein champ (annexe 11)	33
3.4.11- Essai d'évaluation de la nuisibilité des mauvaises herbes du riz (annexe 12)	34
3.4.12- Essai d'évaluation de la sélectivité d'herbicides sur le riz aquatique (annexe 13)	37
3.4.13- Essai de comparaison de méthodes mécaniques et chimiques de désherbage du riz pluvial (annexe 14)	37
3.4.14- Essai de désherbage chimique du mil - Test d'efficacité (annexe 15)	38
3.4.15- Essai de désherbage chimique du sorgho -Test d'efficacité (annexe 16)	38
3.4.16- Essai de lutte chimique contre les insectes nuisibles du riz : Essai matières actives X doses (annexe 17)	38
3.5- Efficacité relative du plan en blocs complets par rapport au plan aléatoire complet	39
3.6- Plan en split plot	40
3.7- Analyse du protocole expérimental d'un essai en split plot	41
3.7.1- Essai fertilisation minérale sur riz de nappe (annexe 18)	41
3.8- Plans en split split-plot	43
3.9- Analyse de protocoles expérimentaux d'essais en split split-plot	44

3.9.1- Essai de l'étude d'une méthodologie d'évaluation régionale du degré de résistance variétale aux maladies (annexe 19)	44
3.9.2- Aménagement des bolongs - Suivi de la vallée de Oulampane (annexe 20)	46
IV- CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	48
4.1- Conclusions	48
4.2- Perspectives	49
V- BIBLIOGRAPHIE	50
VI- ANNEXES	

## Liste des figures

	Page
<u>Figure 1.</u> Distribution des différentes populations dans l'hypothèse d'égalité des moyennes.	5
<u>Figure 2.</u> Distribution des différentes populations dans le cas où les moyennes sont différentes.	6
<u>Figure 3.</u> Orientation des blocs et parcelles.	20
<u>Figure 4.</u> Nombre de répétitions ou de blocs nécessaires pour comparer deux ou plusieurs traitements - attitude explicative.	21b
<u>Figure 5.</u> Nombre de répétitions ou de blocs nécessaires pour comparer deux ou plusieurs traitements - attitude pratique.	21c

## VI

### Liste des tableaux

	Page
<u>Tableau 1.</u> Probabilité d'erreur de première espèce effective pour un F-test au niveau nominal = 5%.	4
<u>Tableau 2.</u> Nombre de traitements nécessaires pour comparer deux ou plusieurs traitements.	21a
<u>Tableau 3.</u> Essai de comparaisons d'itinéraires techniques sur l'arachide en station: tableau d'analyse de la variance du rendement produit en kg/ha.	24
<u>Tableau 4.</u> Essai test vraie grandeur de riz aquatique en milieu paysan : tableau d'analyse de la variance du rendement paddy en kg/ha.	29
<u>Tableau 5.</u> Essai fumure sur maïs en station : tableau d'analyse de la variance du rendement grain ( données transformées ).	32
<u>Tableau 6.</u> Essai fumure maïs en station : tableau d'analyse de la variance du rendement paille/parcelle en kg/ha.	32
<u>Tableau 7.</u> Essai d'évaluation de la nuisibilité des mauvaises herbes : tableau d'analyse de la variance du rendement en t/ha.	34
<u>Tableau 8.</u> Essai fertilisation minérale sur riz de nappe : tableau d'analyse de la variance du rendement paddy en kg/ha.	42



<b>Tableau 9.</b> Données fertilisation riz de nappe.	428
<b><u>Tableau 10.</u></b> Esquisse du tableau d'analyse de la <b>variance</b> d'un essai split split-plot mené en plusieurs lieux.	45
<b><u>Tableau 11.</u></b> Essai aménagement bolongs : tableau d'analyse de la <b>variance</b> du rendement en <b>kg/ha</b> ( données transformées ).	47

## REMERCIEMENTS

J'adresse mes vives remerciements à Jacques Faye, à M'baye Ndoye et à Faustin Sagna pour tout ce qu'ils avaient fait pour moi.

Je remercie également tous les chercheurs du CRA de Djibélor pour leur collaboration .

Enfin, je remercie tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu tout au long de ce travail.

Toute ma profonde gratitude va à Francis Laloé, mon maître de stage, pour ses conseils et suggestions.

## RESUME

Ce rapport constitue une critique des protocoles expérimentaux. Après un bref rappel des notions statistiques nécessaires à la compréhension des critiques portées aux protocoles, il examine pour chacun d'eux les éléments fondamentaux qui le constituent. Le rapport présente en outre l'importance du dispositif expérimental et insiste sur les étapes qui conditionnent la réussite d'un essai.

" La connaissance d'une méthode est seule  
garante de la légitimité des pratiques et des conclusions  
concernant données réelles et problèmes concrets."

T. Foucart, J-Y Lafaye

## INTRODUCTION

L'expérimentation en recherche agronomique se résume à l'implantation d'essais destinés à tester des hypothèses ou à estimer des paramètres.

L'association de l'expérimentation et de l'outil statistique ne sont pas des techniques nouvelles. Déjà dès le 17<sup>e</sup> siècle, Francis Bacon (1561-1620) et René Descartes (1596-1650) donnaient les principes de base. Au 20<sup>e</sup> siècle, ce sont surtout les travaux de Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) dans le cadre de la station de Recherches de Rothamsted (Angleterre) qui ont contribué au développement des méthodes statistiques dans la recherche agronomique. Ses travaux remontent à 1930.

La mise en place d'un essai en vue de recueillir des renseignements qui mèneront à une bonne sélection du matériel végétal, ou d'un ensemble de pratiques agronomiques convenant aux besoins du monde rural, nécessite :

- 1- une bonne connaissance des conditions agro-pédologiques et climatiques des zones d'intervention
- 2- une connaissance des limites et des exigences des méthodes statistiques.

Le but de la recherche agronomique est d'accroître la productivité du monde rural. Dans cette recherche, la rigueur du raisonnement, la précision des conclusions et leur justesse sont de règle.

Notre contribution dans ce rapport de titularisation consiste :

- au rappel des éléments statistiques les plus fréquemment utilisés en expérimentation
- en l'analyse de protocoles expérimentaux d'essais tout en insistant sur les étapes qui conditionnent la réussite de ceux-ci.

Nous clôturons le rapport par les conclusions et les perspectives.

Nous n'avons reproduit que quelques analyses statistiques à titre illustratif.

En annexe, figurent tous les protocoles expérimentaux analysés.

## II- RAPPELS ET TERMINOLOGIE

### 2.1- Tests d'hypothèses

Un des problèmes auquel s'intéresse l'analyse de **variance** est celui des tests d'hypothèses. Par exemple, tester l'égalité des moyennes des traitements.

Avant de définir ce qu'est un test d'hypothèse, il serait bon de rappeler les notions d'hypothèse nulle, d'hypothèse alternative, de types d'erreurs, de risque de première et de seconde espèce et de puissance d'un test.

#### 2.1.1- Hypothèse nulle

On appelle **hypothèse nulle** (  $H_0$  ), l'hypothèse que l'on veut éprouver.  $H_0$  peut être l'égalité des moyennes de  $k$  traitements :

$$H_0: m_1 = m_2 = \dots = m_k$$

#### 2.1.2- Hypothèse alternative

On appelle **hypothèse alternative** (  $H_1$  ), l'hypothèse que l'on accepte quand l'hypothèse nulle est rejetée.

#### 2.1.3 Types d'erreurs

En éprouvant  $H_0$  contre  $H_1$ , on peut commettre deux types d'erreurs : l'erreur de type I ou l'erreur de type II. L'erreur I, est l'erreur commise quand on rejette  $H_0$  vraie et l'erreur II, est celle commise en acceptant  $H_0$  fausse. A ces types d'erreurs, sont associés des risques de première ( $\alpha$ ) et de seconde espèce ( $\beta$ ):

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{probabilité de rejeter l'hypothèse nulle vraie} \\ \beta &= \text{probabilité d'accepter l'hypothèse nulle fausse.} \end{aligned}$$

#### 2.1.4- Puissance d'un test

La puissance d'un test,  $P = 1 - \beta$ , est sa capacité à détecter une différence quand il en existe réellement une. C'est donc la probabilité de rejeter  $H_0$  fausse. Cette puissance va donc permettre de juger de la qualité d'un test.

#### 2.1.5- Test d'hypothèse

On appelle **test d'hypothèse** une règle permettant de décider de l'acceptation ou du rejet d'une hypothèse nulle.

## 2.2- L'analyse de **variance** (ANOVA)

Rappelons tout d'abord à quel type de problèmes s'intéresse l'ANOVA :

- 1) estimation de moyennes ou de **variances**
- 2) évaluation de la précision de ces estimations ou encore détermination d'erreur standard ou d'intervalle de confiance
- 3) **applicatif** des tests de signification ou d'hypothèses
- 4) estimation des composantes de la **variance**

Tout dispositif expérimental repose sur un modèle mathématique. Considérons le modèle correspondant au bloc aléatoire complet, c'est un modèle croisé mixte à deux critères de classification :

$$X_{ij} = u + a_i + b_j + E_{ij}$$

où  $X_{ij}$  est la valeur observée

$u$  est la moyenne générale  
 $a_i$  est l'effet du traitement  $i$   
 $b_j$  est l'effet du bloc  $j$   
 $E_{ij}$  est le résidu ou terme d'erreur

Les  $E_{ij}$  sont en fait composés, d'une part d'un effet liant les objets aux blocs et, d'autre part d'un effet résiduel proprement dit.

L'application de l'ANOVA repose sur les hypothèses suivantes:

- indépendance des erreurs
- égalité de leurs **variances**
- normalité des erreurs

L'importance à accorder aux conditions d'application de l'analyse de **variance** et les méthodes d'analyse vont dépendre du but poursuivi par l'essai. Pour les tests d'hypothèses on s'intéressera à l'hypothèse de normalité, d'égalité des **variances** et d'indépendance.

Ne pas vérifier les conditions d'application de l'ANOVA peut conduire à de graves erreurs d'interprétation.

La randomisation ou affectation au hasard assure l'hypothèse d'indépendance. Le non respect de la randomisation peut **entraîner** la corrélation des erreurs qui peut invalider le test F utilisé en ANOVA.

Le non respect de l'hypothèse de **normalité** à des **conséquences moins graves en pratique** . Une **distribution unimodale** suffit à peu près.

L'inégalité des **variances** peut être due à :

- 1- l'existence d'un matériel hétérogène
- 2- l'existence de conditions expérimentales **moins** bien contrôlées

Lorsque les effectifs des échantillons **sont** égaux, on peut montrer que le risque de première espèce réellement encouru en appliquant le **test F** est peu sensible à l'inégalité des **variances** ( Tableau 1 ).

Par contre ,le risque de première espèce est augmentée de manière sensible lorsque les effectifs sont variables et que les **variances** maximales correspondent aux échantillons possédant les effectifs les plus réduits. L'utilisation d'une **variance** commune au niveau des comparaisons de moyennes est alors une source de distorsions. ( Dagnélie,1975 ).

Le test de Bartlett permet de tester l'hypothèse d'égalité des **variances**. Cependant, son application suppose l'hypothèse de normalité.

$n_1 \ n_2$		$q$								
		0	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	$+\infty$
15	5	0,32	0,23	0,18	0,10	0,05	0,025	0,008	0,005	0,002
5	3	0,22	0,14	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
7	7	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07

Tableau 1 - Probabilité d'erreur de première espèce effective pour un F-test au niveau nominal  $\alpha = 5\%$  pour 2 populations;  $n_1$  et  $n_2$  étant les nombres de répétitions et  $q = \sigma_1^2 / \sigma_2^2$  . (d'après Hsu (1938), cité par J. Cours01 (1980).

### 2.2.1- Analyse de variance à un critère de classification

Considérons l'analyse de la variance à un critère de classification pour illustrer le principe de l'ANOVA.

L'analyse de la variance à un critère de classification a pour but la comparaison des moyennes de  $k$  populations à partir d'échantillons aléatoires et indépendants prélevés dans chacune d'elles.



Par exemple, pour déterminer l'influence d'une fumure minérale sur le rendement d'une culture, on va comparer les moyennes de parcelles ayant reçu respectivement les quantités  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  d'engrais azoté; dans cette expérience, les 3 populations comparées sont définies par les 3 niveaux de la fumure minérale.

### 2.2.2- Principe

Pour chacune des  $k$  populations, on effectue  $n_i$  observations aléatoires et indépendantes, notées

$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}, \dots, X_{in_i}$

où  $X_{ij}$  est l'observation  $n^\circ j$  de la population  $i$ .

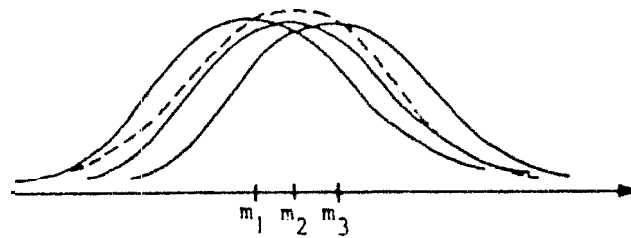
On teste généralement l'hypothèse nulle :

$H_0 : \mu_1 = \dots = \mu_k$

contre l'alternative :

$H_1 : \text{les } \mu_i \text{ ne sont pas tous égaux.}$

Sous  $H_0$ , la variance entre populations est statistiquement égale à la variance à l'intérieur d'une population ( Figure 1 ), alors que sous  $H_1$  la variance entre populations est très élevée par rapport à la variance à l'intérieur d'une population ( Figure 2 )



/ p o p u l a t i o n , / ' / moyennes des différentes populations

Figure 1 - Distribution des différentes populations dans l'hypothèse d'égalité des moyennes. ( Gouet, 1974 )

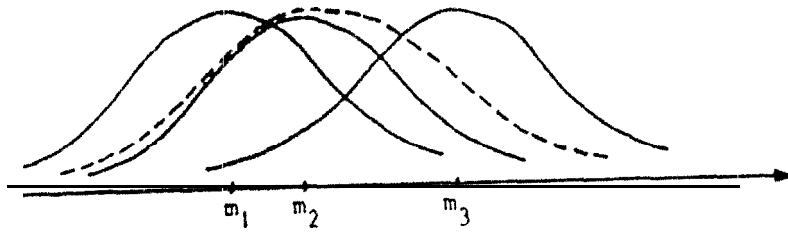


Figure 2 - Distribution des différentes populations dans le cas où les moyennes sont différentes .( Gouet, 1974 )

### 2.2.3- Equation de l'analyse de la variance

La comparaison des moyennes théoriques-mi des populations se fera à partir des moyennes expérimentales  $X_i$  et  $\bar{X}$  définies par :

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n_i} \sum_j X_{ij}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i,j} X_{ij}$$

$N = \sum n_i$

Pour établir l'équation de la variance, nous allons définir différents types d'écarts :

1- l'écart entre une observation et la moyenne générale,  $(X_{ij} - \bar{X})$ , appelé écart total.

2- l'écart entre une observation  $X_{ij}$  faite pour la population  $i$  et la moyenne expérimentale  $X_i$  de cette population,  $(X_{ij} - \bar{X}_i)$ , appelé écart résiduel.

3- l'écart entre la moyenne de la  $i^{\circ}$ e population,  $\bar{X}_i$  et la moyenne générale  $\bar{X}$ .

A partir de ces écarts, on a :

$$X_{ij} - \bar{X} = (\bar{X}_i - \bar{X}) + (X_{ij} - \bar{X}_i)$$

En élevant au carré et sommant sur toutes les observations et en tenant compte du fait que la somme des doubles produits s'annule on obtient l'équation de l'analyse de la variance :

$$\sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X})^2 = \sum_{i,j} (\bar{X}_i - \bar{X})^2 + \sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \quad (1)$$

c'est-à-dire que la somme des carrés des écarts totaux (SCT) est égale à la somme des carrés des écarts factoriels (SCF) plus la somme des carrés des écarts résiduels (SCR).

On a:

$$\text{SCT} = \sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X})^2$$

$$\text{SCF} = \sum_{i,j} (\bar{X}_i - \bar{X})^2 = \sum_i m_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

$$\text{SCR} = \sum_{i,j} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 = \sum_i (m_i - 1) S_i^2$$

## 2.3- Modèles

L'analyse de variance est basée sur un modèle mathématique. Ce modèle peut être fixe, aléatoire ou mixte .

### 2.3.1- Modèle fixe

Dans un modèle fixe, les populations expérimentales résultent d'un choix non aléatoire; elles correspondent à différents niveaux ou variantes d'un traitement ou facteur contrôlé ( facteur dit fixe ) .

On peut citer en exemple :

- la comparaison des produits phytosanitaires
- la comparaison variétale

Dans le cas d'un modèle fixe, une observation  $X_{ij}$  peut s'écrire :

$$X_{ij} = m_i + E_{ij} \quad (2)$$

où  $m_i$  est la moyenne de la population  $i$ , les  $E_{ij}$  sont des variables aléatoires normales, indépendantes, de moyenne nulle et de variance  $\sigma^2$  .

En posant :

$$m_i = m + a_i$$

où les  $a_i$  sont tels que  $\sum m_i a_i = 0$   
 ( $a_i$  est l'écart entre la moyenne du  $i^{\text{e}}$  niveau et la moyenne générale  $m$ ;  $a_i$  est l'effet du traitement au niveau  $i$  )

(2) peut s'écrire :

$$X_{ij} = m + a_i + E_{ij} \quad (3)$$

### 2.3.2- Tests d'hypothèses

Le problème principal est l'examen des différences entre les moyennes des populations expérimentales ou des niveaux du traitement.

Les hypothèses à tester sont :

$$H_0 : m_1 = \dots = m_k$$

$H_1$  : les  $m_i$  ne sont pas tous égaux

Ces hypothèses deviennent :

$$H_0 : a_i = 0, \forall i$$

$H_1$  : il existe  $i$ , tel que  $a_i$  différent de 0

Le test de  $H_0$  se base sur la comparaison des dispersions factorielle et résiduelle. Si la dispersion des moyennes expérimentales  $X_i$  est grande comparativement à la dispersion des observations de chaque échantillon, on mettra en doute  $H_0$  .

On peut montrer que :

$$E(\text{SCR}) = (N-k) \sigma^2$$

$$E(\text{SCF}) = (k-1) \sigma^2 + \sum m_i a_i^2$$

$$\text{Posons CMF} = \text{SCF} / k-1 \text{ et } \text{CMR} = \text{SCR} / N-k$$

On note que :

$$1) E(\text{CMR}) = \sigma^2$$

$$2) \text{ Sous } H_0, E(\text{CMF}) = \sigma^2$$

$$3) \text{ Sous } H_1, E(\text{CMF}) > \sigma^2$$

(  $E$  est l'espérance mathématique )

Sous  $H_0$ ,  $SCF/\sigma^2$  et  $SCR/\sigma^2$  sont des v.a  $\chi^2$  indépendantes à  $k-1$  et  $N-k$  degrés de liberté respectivement.

Sous  $H_1$ ,  $F=CMF/CMR$  suit une loi  $F$  à  $k-1$  et  $N-k$  degrés de liberté. C'est cette statistique qui est utilisée pour éprouver  $H_0$  contre  $H_1$ .

La région critique de niveau  $\alpha$  est :

$$F_{obs} > F_{1-\alpha}$$

La  $F_{1-\alpha}$  est définie par :  $P(F < F_{1-\alpha}) = 1-\alpha$  où  $F$  suit une loi  $F$  à  $k-1$  et  $N-k$  degrés de liberté. Cette valeur est généralement tabulée pour  $\alpha = 5\%$  et  $1\%$ .

Ce modèle est plus restrictif, en ce sens que les conclusions déduites ne concernent que les objets effectivement étudiés.

Par l'analyse de variance, on arrive à révéler des différences significatives ou non. Dire qu'un effet est significatif veut simplement dire que les différences observées entre les moyennes des traitements ne sont probablement pas le fait du hasard.

Lorsque la  $F$  calculée ( $F_{obs}$ ) est supérieure au  $F$  théorique ( $F$  tabulée), on dit que l'effet est significatif si  $\alpha = 5\%$  et hautement significatif si  $\alpha = 1\%$ . Dans le cas contraire on dit que l'effet est non significatif.

### 2.3.3- Modèle aléatoire

On a un modèle aléatoire lorsque les populations étudiées constituent un échantillon prélevé de façon aléatoire dans un ensemble plus large de populations.

Par exemple, pour contrôler l'homogénéité de répartition du phosphore dans un champ d'essais on effectue  $k$  prélèvements au hasard; pour chaque prélèvement on effectue  $n$  analyses différentes.

Le modèle aléatoire correspond en fait à une méthode d'échantillonnage à 2 degrés :

- 1- l'échantillon aléatoire des  $k$  populations est formé des unités du premier degré
- 2- les échantillons aléatoires prélevés dans chaque population constituent les unités du second degré.

Les moyennes des populations (unités du premier degré) sont des variables aléatoires  $M_1, M_2, \dots, M_k$ , ayant même distribution qu'une variable aléatoire  $M$  d'espérance  $m$  et de variance  $\sigma^2$ .

On a donc  $X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j$  (4)

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j \quad (4)$$

Si on pose  $\beta_i = \mu + \alpha_i$ , on a :

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j \quad (5)$$

où  $\alpha_i$  et  $\beta_j$  sont des variables aléatoires indépendantes, de moyennes nulle et de variances respectives  $\sigma_{\alpha}^2$  et  $\sigma_{\beta}^2$ .

Le modèle ci-dessus est principalement utilisé pour :

1- évaluer l'efficacité des unités du premier étage  
2- évaluer l'efficacité des unités du second étage  
3- évaluer l'efficacité des unités du troisième étage

On peut également en donner un intervalle de confiance à ce paramètre.

Les conclusions tirées d'un tel modèle peuvent être généralisées à l'ensemble des populations dont les individus ont été étudiés pour un échantillon aléatoire, les facteurs étudiés sont donc aléatoires.

#### 2.1.4- Modèle mixte

On a un modèle mixte quand l'un des facteurs est fixe et l'autre aléatoire.

#### 2.1.5- Modèle hiérarchisé

C'est un modèle où un des facteurs est subdivisé à plusieurs reprises, et les autres facteurs multiples. On peut également avoir plusieurs facteurs multiples, mais un facteur fixe. On peut également avoir les différents blocs de répétition dans un même cas, mais les facteurs croisés avec les autres traitements.

Il y a lieu de distinguer suivant les cas, le type de modèle qui convient à l'analyse, la façon de calculer les écarts et la généralisation ou non des résultats en dépendent.

### 2.2- Les comparaisons multiples de moyennes

Après l'analyse de variance a conduit au rejet de l'hypothèse d'égalité des moyennes, il y a lieu d'identifier les moyennes ou les groupes de moyennes qui peuvent être considérés comme statistiquement différents.

Les tests de la plus petite différence significative de Fisher, de Newman-Kuel, de Tukey, de Scheffé et de Dunnett ont pour but de résoudre le problème des comparaisons multiples.

Les techniques de comparaisons multiples sont souvent appelées *post-hoc*. Le facteur d'équilibre est celui qui est le plus grand, est lié à la mesure et à la mesure de l'erreur. Les facteurs qualitatifs et facteurs quantitatifs.

Les facteurs qualitatifs (qualitatifs, qualitatifs) sont les facteurs qui sont comparés par les tests de comparaison. Les facteurs quantitatifs sont ceux qui sont comparés au moyen des techniques de la régression.

Le modèle de l'ANOVA s'applique aussi bien aux tests qualitatifs qu'aux facteurs quantitatifs. Tous les tests de comparaison de la classe des facteurs qualitatifs.

#### 3.4.1- Facteurs qualitatifs

##### 3.4.1.1- Méthode de la plus petite différence significative

L'utilisation du test *t* de Student dans le cas d'échantillons de même effectif et de même variance de même variance conduit à la relation :

$$t_{obs} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^2}{n}}} \quad (6)$$

Si, en ANOVA, on suppose les variances égales, on peut utiliser le même moyen *t* de Student (ou de Dunnett) pour les comparaisons de base de comparaison, car les variances sont égales.

(6) devient :

$$t_{obs} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{S^2}{n}}}$$

En pratique, on détermine une différence minimale

$t_{crit} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{F_{crit}}{n}}$  au-delà de laquelle, toute différence entre 2 objets sera considérée comme statistiquement significative. Cette quantité est la plus petite différence significative (PPDS).

On considère un échantillon de \$n\$ individus, notés \$i=1, \dots, n\$. On suppose que les observations \$Y\_i\$ sont indépendantes et suivent une loi normale avec une espérance \$\mu\$ et une variance \$\sigma^2\$. On définit le carré moyen moyen (CM) par :

$$CM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2$$

On suppose que le paramètre \$\mu\$ est connu et que l'on souhaite tester l'hypothèse nulle \$H\_0: \sigma^2 = \sigma\_0^2\$ contre l'hypothèse alternative \$H\_1: \sigma^2 > \sigma\_0^2\$. On considère le test de rapport de vraisemblance (LRT) qui conduit à la statistique de test suivante :

$$T_n = \frac{CM}{\sigma_0^2}$$

On se propose de déterminer la fonction de puissance de ce test. On note \$F\_{\chi^2\_k}\$ la fonction de répartition d'une variable aléatoire suivant une loi du chi-carré à \$k\$ degrés de liberté. On a alors :

$$T_n \sim \frac{\chi^2_n}{n}$$

où CM, est le carré moyen moyen de l'échantillon.

On suppose que l'on a un échantillon de \$n\$ individus. On suppose que les observations \$Y\_i\$ sont indépendantes et suivent une loi normale avec une espérance \$\mu\$ et une variance \$\sigma^2\$. On définit le carré moyen moyen (CM) par :

$$CM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2$$

On suppose que l'on a un échantillon de \$n\$ individus. On suppose que les observations \$Y\_i\$ sont indépendantes et suivent une loi normale avec une espérance \$\mu\$ et une variance \$\sigma^2\$. On définit le carré moyen moyen (CM) par :

$$CM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2$$

On suppose que l'on a un échantillon de \$n\$ individus. On suppose que les observations \$Y\_i\$ sont indépendantes et suivent une loi normale avec une espérance \$\mu\$ et une variance \$\sigma^2\$. On définit le carré moyen moyen (CM) par :

$$CM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2$$



D'après Dagnélie ( 1975 ), la méthode de Newman et Keuls assure un meilleur équilibre entre les 2 risques d'erreur.

#### 2.4.1.4- Méthode de Dunnett

Cette méthode permet de comparer plusieurs moyennes à un objet de référence ( témoin ) .

Par cette méthode, on n'effectue que  $k-1$  comparaisons au lieu de  $k(k-1)/2$  dans le cas général.

On calcule la plus petite différence significative entre une moyenne quelconque et le témoin à partir de la relation :

$$d_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{2CM}{m}}$$

Les valeurs critiques  $d_{1-\alpha/2}$  se trouvent dans des tables ( Tables de Dunnett ).

#### 2.4.1.5- Méthode de Tukey

C'est une méthode comparable à la PPDS, où l'on compare toutes les paires de moyennes à une valeur critique qui correspond à la PPAS de Newman et Keuls calculée pour  $p$  traitements.

Tout en étant proche de Newman et Keuls, le test de Tukey est beaucoup plus conservateur (risque de première espèce moins élevé). ( Dagnélie, 1975 )

#### 2.4.1.6- Méthode de Gupta

Le but de cette méthode est de délimiter le plus petit ensemble de moyennes ayant une forte probabilité d'englober la moyenne théorique maximale (ou minimale).

La méthode est comparable à celle de Dunnett, mais on prend la valeur la plus élevée (ou la plus petite), au lieu de prendre le témoin comme valeur de référence; et on envisage le cas d'un test unilatéral ( la valeur  $d_{1-\alpha/2}$  est remplacée par  $d_{1-\alpha}$  ).

Concrètement, on réunit les valeurs  $X_i$  qui sont telles que

## 2.5- Facteurs quantitatifs

### 2.5.1- Méthode des contrastes

On appelle contraste toute combinaison linéaire des moyennes des  $k$  populations :

$$1 = c_{11} + \dots + c_{k1}$$

où les,  $c_i$  sont des constantes liées par  $\sum_i c_i = 0$

On dira que 2 contrastes relatifs au même ensemble de moyennes sont orthogonaux lorsque leur produit scalaire est égal à 0:

$$\sum_i c_{i1} c_{i2} = 0$$

Une somme de carrés d'écart relative à  $k$  moyennes peut être décomposée en  $k-1$  contrastes orthogonaux ayant chacun un degré de liberté.

La somme des carrés d'écart d'un contraste est

$$SCE_l = \frac{m l^2}{\sum_i c_i^2}$$

Pour tester un contraste particulier, on compare la somme des carrés d'écart de ce contraste par rapport à la variance résiduelle. Ce rapport définit une variable aléatoire  $F$  dont le nombre de degré de liberté du numérateur est 1 et celui du dénominateur est égal au nombre de degrés de liberté de la variance servant de base de comparaison.

### 2.5.2- Méthode de Schéffé

Cette méthode est peu sensible à la non-normalité et à l'inégalité des variances des populations comparées; la méthode se base sur la propriété suivante :

$$P(L - (k-1)S_L^2 F_{1-\alpha} < 1 < L + (k-1)S_L^2 F_{1-\alpha}) = 1 - \alpha$$

Elle permet de tester simultanément la signification de tous les contrastes.

### 2.5.3\* Régression polynomiale

L'analyse de la réponse de l'application de différentes doses de fumure peut être faite par les méthodes de régression, en établissant une relation ( courbe de réponse ) entre la dose et le rendement. On s'intéresse de savoir si la relation est linéaire ,quadratique ou non.

Pour cela, on décompose la somme des carrés des écarts factoriels ( liée à l'effet dose ) de l'ANOVA en sommes de carrés d'écarts relatives à la régression linéaire et quadratique.

## 2.6- Les transformations des variables

Lorsque les conditions d'application de l'analyse de **variance** ne sont pas vérifiées, on peut envisager de transformer les variables.

Les **transformations** des variables permettent de se rapprocher des **conditions** "idéales".

Le choix d'une transformation peut se faire de façon empirique ou de façon théorique.

Le choix empirique d'une transformation se fait en établissant un diagramme de dispersion des moyennes et des **variances**, en portant en abscisses les moyennes et en ordonnées les **variances**. La forme du nuage de points ainsi obtenue oriente le choix de la transformation. ( Dagnélie, 1975 ).

L'approche théorique ( Coursol, 1980; Dagnélie, 1975 ) repose sur l'existence d'une relation liant les **variances** ( $\sigma^2$ ) aux moyennes ( $m$ ) :

$$\sigma^2 = f(m)$$

La méthode consiste à chercher une transformation  $g(x)$  telle que la **variance** de la variable transformée  $y$  soit une constante. D'une manière approximative, on peut écrire :

$$\sigma_y^2 \approx \left[ \frac{dg(m)}{dm} \right]^2 f(m)$$

Pour que  $\sigma_y^2$  soit une constante, on doit avoir :

$$g(m) = \int_{m_0}^m \frac{c}{\sqrt{f(m)}} dm$$

Considérons par exemple, des valeurs observées suivant une distribution Poisson. Celle-ci se caractérise par le fait que sa **variance** est égale à sa moyenne :

$$\sigma^2 = m$$

Choisissons  $g(m) = \int_0^m \frac{du}{2\sqrt{u}} = \sqrt{m}$

Il s'ensuit que la transformation racine carrée est celle qui stabilisera les **variances** .

## 2.7- Méthodes d'analyse de **variance non-paramétrique**

Il peut arriver que les conditions d'utilisation de l'ANOVA ne soit toujours pas satisfaites après transformations des variables. Dans une telle situation, on peut procéder à une analyse de la **variance non-paramétrique** . La particularité des méthodes non-paramétriques est qu'elles ne font aucune hypothèse sur la distribution de la population dont est extrait l'échantillon.

Le principe des méthodes non-paramétriques est de remplacer les valeurs observées par leurs rangs ou encore de classer les observations dans 2 groupes selon qu'elles sont inférieures ou supérieures à la médiane. Lorsque les tests paramétriques sont applicables, les tests non-paramétriques sont moins puissants .( Dagnélie,1975 ).

### III-ANALYSEDESDIFFERENTSPROTOCOLESEXPERIMENTAUX

Les essais ont été implantés en station et en milieu paysan. Par essai en station, nous entendons tout essai entièrement géré par le chercheur **quelque** soit son lieu d'implantation. Par essai en milieu paysan, nous entendons tout essai partiellement ou entièrement géré **par** le paysan.

Des **connaissances** acquises en station, il convient de mettre en oeuvre une nouvelle série d'essais, cette fois-ci en milieu **paysan**, dont le but principal est de confirmer ces connaissances.

Du point de vue technique d'analyse statistique, il n'existe aucune différence entre ces deux types d'essais. L'essai en station, est un essai en milieu contrôlé et l'essai en milieu paysan se caractérise par une grande hétérogénéité. On peut cependant s'attendre à des résiduelles plus grandes en milieu paysan, ce qui aura pour effet de réduire la puissance des tests.

Il arrive souvent que des essais soient mis en place sans qu'au préalable des considérations statistiques soient prises en compte. Dans ce chapitre, nous analyserons pour chaque protocole les éléments fondamentaux qui le constituent :

- objectif de recherche
- nature et nombre de traitements
- dispositif expérimental
- randomisation ou affectation au hasard des objets
- taille et forme des blocs et des parcelles
- nombre de blocs ou nombre de répétitions
- techniques culturales
- site d'implantation de l'essai
- observations

En plus de ces éléments, nous porterons notre attention sur les conditions d'utilisation de l'ANOVA classique.

#### 3.1- Eléments d'un protocole expérimental

Rappelons brièvement les éléments fondamentaux d'un protocole expérimental,

##### a- objectif de recherche

L'objectif de recherche doit formuler de manière claire et précise le but de l'expérience. Pour plus de clarté et pour ôter toute ambiguïté au moment du choix des méthodes d'analyse statistique, l'objectif de recherche peut être formulé sous forme de questions :

Y-a-t-il différence entre traitements ? Si oui, quels traitements sont significativement différents ?

Qu'elle est la dose optimun d'azote à considérer ?

Quel est le traitement économiquement rentable ? etc...

Présenter l'objectif de recherche de cette façon va permettre d'avoir non seulement une idée claire sur les questions que se pose l'expérimentateur en lançant son essai, mais aussi de proposer l'approche statistique la plus adéquate en vue d'apporter les réponses précises.

#### b- Nature et nombre de traitements

La détermination de la nature des traitements et de leur nombre appartient au chercheur expérimentateur. Cependant le dispositif expérimental, peut dépendre du nombre de traitements. Pour plus de 20 traitements on peut envisager des blocs incomplets, c'est-à-dire des blocs comportant moins d'unités expérimentales que d'objets.

#### c- Dispositif expérimental

- Le choix du dispositif expérimental dépend :
- du nombre de facteurs à étudier
- de l'homogénéité ou non du terrain
- du but de l'expérience

Il résulte d'un compromis entre les contingences pratiques et les considérations théoriques.

#### d- Randomisation ou répartition au hasard

Elle consiste à déterminer par des tirages au sort quelles parcelles seront affectées à un traitement donné. Elle donne à n'importe quel couple de traitements une chance égale d'être appliqué à deux parcelles adjacentes, si bien que les effets de corrélation ont tendance à se compenser lorsque le nombre de répétitions est assez grand. L'analyse des résultats supposant l'indépendance des erreurs, peut conduire à des évaluations biaisées si les erreurs sont corrélées. La randomisation assure l'hypothèse d'indépendance des erreurs et permet d'éliminer tout risque d'erreur systématique. On doit toujours procéder à une randomisation quelque soit le nombre de traitements

#### e- Taille et forme des blocs

La taille des blocs dépend des contingences pratiques (matériel de labour, disponibilité des surfaces cultivables etc...) ( Dagnélie, 1980 )

L'existence ou non d'un gradient de fertilité dicte la forme des blocs et des parcelles. Lorsqu'il existe un gradient de fertilité orienté dans une direction donnée, il faut adopter des parcelles rectangulaires, allongées parallèlement à la direction générale de cette hétérogénéité ( Figure 3 ). Ce qui implique que les blocs auront une forme allongée perpendiculaire à la direction du gradient ( Kempthorne, 1952 ). De cette façon, les blocs seront les plus homogènes possibles. Lorsque le terrain est relativement homogène, les blocs comme les parcelles auront une forme aussi carrée que possible ( Kempthorne, 1952 ). En l'absence de toute information relative à l'hétérogénéité du terrain, les blocs doivent être aussi compacts que possible. ( Kempthorne, 1952 )

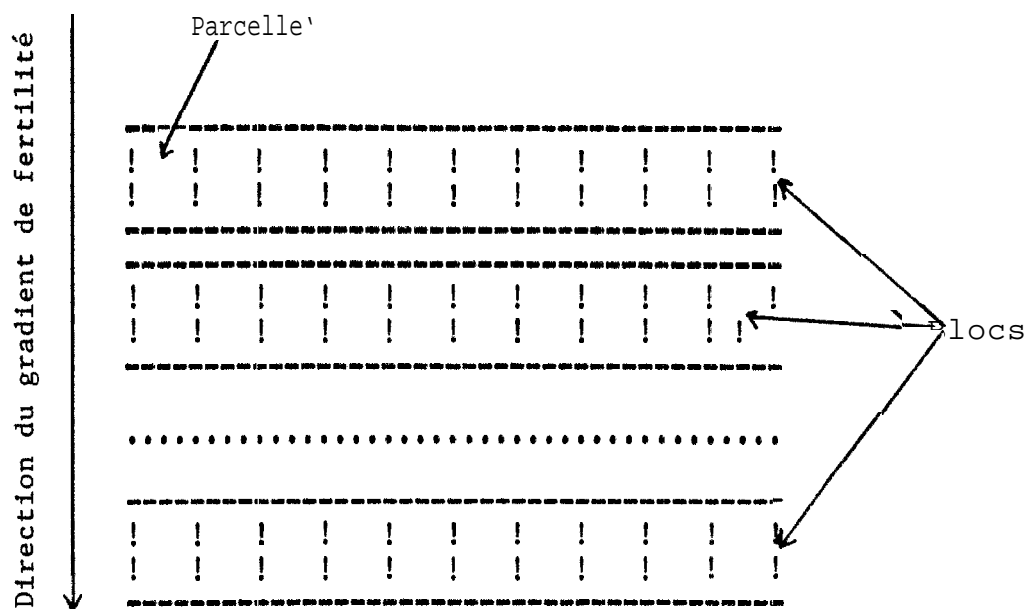


Figure 3 - orientation des blocs et parcelles



f- Nombre de blocs ou de répétitions

Le choix du nombre de répétitions relève de 4 critères:

- 1- du risque  $\alpha$  de première espèce.
- 2- du risque  $\beta$  de seconde espèce.
- 3- de la différence ( $\Delta$ ) exprimée en pour cent de la moyenne à mettre en évidence pour conclure à une différence entre traitements.
- 4- de la valeur du coefficient de variation .

Cochran et Cox ( 1957 ) fournissent des tables permettant suivant les éléments ci-dessus de déterminer le nombre de répétitions nécessaires pour atteindre une précision donnée. ( Tableau 2 )

Considérons deux traitements T1 et T2 de moyennes respectives  $m_1$  et  $m_2$ . Soit  $m$  la moyenne générale. On sait que toute observation  $X_{ij}$  suit une loi normale de moyenne  $m_i$  et de variance  $\sigma^2$ . Il s'ensuit que le coefficient de variation (C.V.) est égale à  $\sigma/m$ . Supposons d'une part que la différence exprimée en pour cent de la moyenne générale est :  $\Delta = (m_1 - m_2) / m = 30\%$ , et d'autre part que C.V. = 20% .

Le tableau 2 montre qu'avec  $\alpha = 5\%$  et pour une puissance de test de 80% ( 8 chances sur 10 de déceler une différence significative) il faut 8 répétitions pour mettre en évidence les différences significatives.

Considérons un autre essai pour lequel le C.V. = 10%. Pour  $\alpha = 5\%$ ,  $1 - \beta = 80\%$  et  $\Delta = 30\%$ , la table montre qu'il faut considérer 3 répétitions.

On remarque donc que dans le cas d'un essai où la résiduelle est plus grande ( cas des essais en milieu paysan ) il faut augmenter le nombre de répétitions pour mettre en évidence des différences significatives.

Le nombre de répétitions à considérer dans un essai est fonction de l'expérience. Il est donc souhaitable avant de lancer un essai de consulter les abaques ou les tables permettant de le déterminer .

L'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF) fournit aussi des abaques permettant de déterminer le nombre de blocs ( répétitions ) et la puissance des tests correspondant à un nombre de répétitions données.( Figures 4 et 5 )

Plus le nombre de répétitions est élevé, plus le test statistique sera puissant, puisque la variance de la différence entre 2 moyennes évolue comme l'inverse du nombre de répétitions :

$$\text{Var}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \frac{2\sigma^2}{n}$$

Plus le nombre de répétitions est grand, plus grande est la précision. Cependant, il ne faut pas perdre de vue le coût élevé de l'essai qu'engendrera un nombre élevé de répétitions.

Tableau 2. Nombre de répétitions nécessaires pour comparer deux ou plusieurs traitements.

## NUMBER OF REPLICATIONS FOR TESTS OF SIGNIFICANCE

## Two-tailed tests

True difference ( $\delta$ ) as percent of the mean	True standard error per unit ( $\sigma$ ) as percent of the mean														
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20
6	4	7	11	17	24	32	41								
	5	9	15	22	31	42									
	7	14	24	38											
10	2	3	4	5	7	9	11	14	17	20	24	32	41		
	2	3	5	7	9	12	15	18	22	27	31	42			
	3	5	7	11	14	19	24	30	37	45					
15	2	2	3	3	4	6	6	7	8	10	11	15	19	24	29
	2	2	3	4	6	6	7	9	11	13	16	19	25	31	39
	3	3	4	6	7	9	12	14	17	21	24	33	42		
20	2	2	2	3	3	3	4	5	6	6	7	9	11	14	17
	2	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9	12	15	18	22
	2	3	3	4	6	6	7	9	11	12	14	19	24	30	37
25	2	2	2	2	2	8	3	3	4	4	6	6	7	9	11
	2	2	2	2	8	3	4	4	6	5	6	8	10	12	15
	2	2	3	3	4	5	5	6	7	9	10	13	16	20	24
30	2	2	2	2	2	2	3	3	8	4	4	6	6	7	8
	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	6	7	8	11
	2	2	3	a	3	4	4	6	6	6	7	9	12	14	17

Notes. In constructing the table, it was assumed that the number of degrees of freedom for error is  $3(r-1)$ ; this would apply in a randomized blocks experiment with 4 treatments.

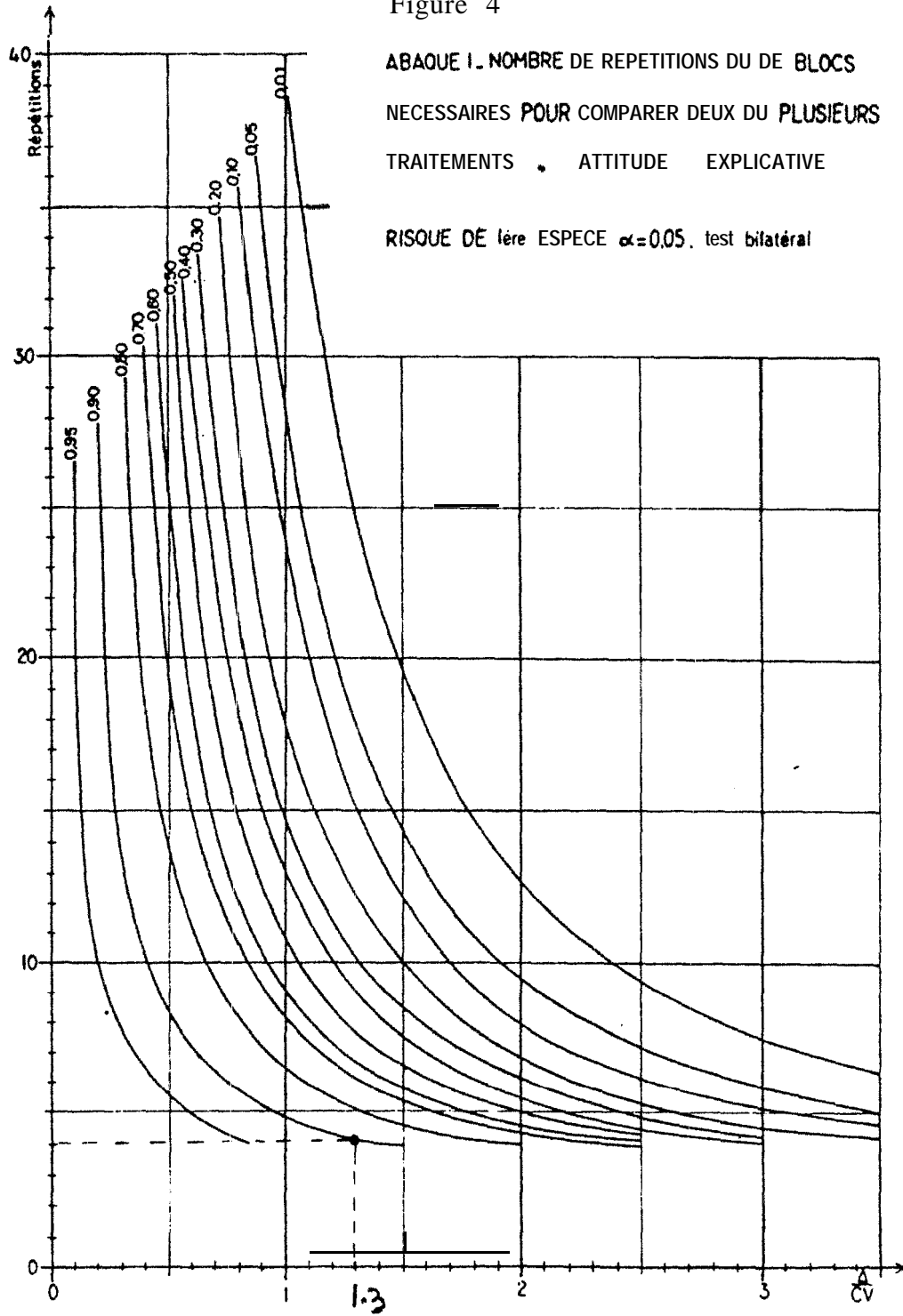
No entries are given where more than 50 replications are required.

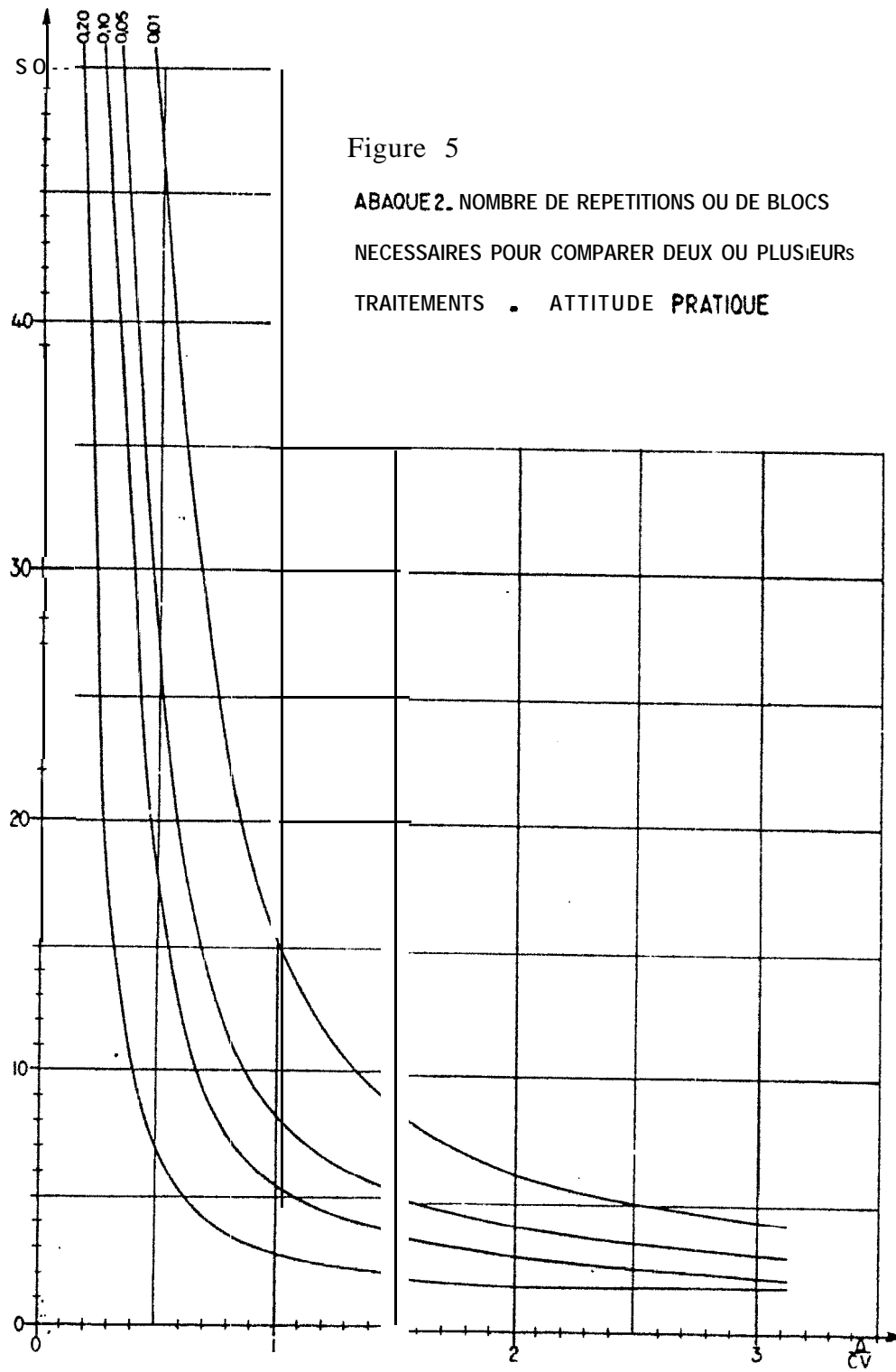
TABLE NUMBER OF REPLICATIONS REQUIRED FOR A GIVEN PROBABILITY OF OBTAINING A SIGNIFICANT RESULT

Upper figure: Test of significance at 5% level, probability 80%

Middle figure: Test of significance at 6% level, probability 90%

Lower figure: Test of significance at 1% level, probability 95%





L'absence de signification statistique peut résulter des faibles degrés de libertés liés à très peu de répétitions.

#### g- Techniques culturales

On doit veiller à ce qu'il y ait régularité des techniques culturales quand celles-ci ne sont pas les facteurs étudiés. Tous les facteurs non étudiés ou mesurés doivent restés constants tout au long de l'expérience ( épandage d'engrais, méthode de sarclage, mode de semis, mode de labour, précédent **cultural**, etc...) sous peine **d'accroître** la résiduelle (dans tous les cas) ou de faire des biais ( dans les mesures ).

#### h- Site d'implantation de l'essai

Le choix du site d'implantation de l'essai est un acte capital. Avant d'implanter un essai, il faut bien **connaître** et bien apprécier les conditions agro-pédologiques du lieu d'implantation. **Connait-on** l'histoire culturale du champ ou de la parcelle ? Cette information préalable est indispensable en ce sens qu'en cours de déroulement de l'expérience, les phénomènes insolites peuvent **rendre** difficiles toute interprétation tant statistique qu'agronomique. En effet, les effets résiduels des précédentes cultures peuvent être d'importantes sources d'erreurs systématiques.

#### i- Observations

On peut distinguer deux types d'observations: les observations essentielles et les observations accessoires. Les mesures des observations doivent être faites avec le plus grand soin et avec précision . Les observations essentielles permettront d'établir les différences ou les relations entre facteurs', par contre les observations accessoires joueront un rôle important au moment de l'interprétation des résultats car elles caractérisent en général, les conditions de l'environnement.

Nous regrouperons les protocoles expérimentaux par type de dispositifs .

### 3.2- Les plans complètement aléatoires ( Completely randomized designs )

#### Principe

Dans ce plan, les niveaux des facteurs ou traitements sont répartis de façon aléatoire sur les unités expérimentales. C'est le dispositif le plus simple à réaliser. Le nombre de facteurs et de niveaux n'est pas limité. La randomisation peut se faire à l'aide de tables de nombres aléatoires. La préparation des plans peut se faire par ordinateur ( logiciels MSTAT, STATITCF,etc...).

Le plan complètement **aléatoire** suppose un terrain fort homogène. Plus le terrain est homogène, plus petite est l'erreur expérimentale, et plus grande est la précision des comparaisons des traitements.

Lorsque le nombre d'objets à comparer est important, les plans aléatoires complets fournissent des tests peu puissants car l'augmentation des parcelles peut **accroître** la résiduelle suite à l'utilisation de grandes surfaces.

### 3.2.1- Analyse d'un plan complètement aléatoire: essai de lutte chimique contre les ennemis du diakhatou ( annexe 1 ).

Considérons le protocole expérimental de lutte chimique contre les ennemis du diakhatou ( annexe 1 )

L'objectif est précis: il justifie la **nécessité** de mener des actions de protection du diakhatou, et précise clairement les interrogations du chercheur. Le but de l'essai est de comparer quatre traitements.

Le protocole ne renseigne pas sur l'homogénéité ou non du site d'implantation. Ce type de dispositif n'est pas adéquat lorsque l'homogénéité du site n'est pas garantie.

Aucune information n'est donnée sur le précédent **cultural**. Y-a-t-il eu **homogénéisation** des pratiques culturelles avant l'implantation de l'essai ?

Aucune référence n'est faite sur la topographie du site (existence de fortes pentes) mettant en évidence l'existence d'un gradient de fertilité. La présence d'un gradient de fertilité peut privilégier certains traitements au détriment d'autres.

Le schéma de l'essai ne prévoit pas de bordures. A-t-on pensé aux effets de "contagions".

On ne précise pas l'unité de mesure de l'**efficacité** des traitements.

Faute de noix; de neem cet essai n'a pas été mené conformément au protocole expérimental.

### 3.3- Blocs aléatoires complets (Randomized **complete block** designs)

#### Principe

Contrairement au plan complètement aléatoire, le bloc aléatoire complet permet de contrôler un facteur d'hétérogénéité en faisant des blocs. Il n'est pas nécessaire que les blocs soient contigus. La seule exigence au niveau des blocs est qu'à l'intérieur de ceux-ci, les parcelles soient les plus homogènes possibles. Ces blocs sont dits complets lorsque tous les traitements mis en expérience sont présents une fois dans chacun d'eux.

Les avantages d'un tel dispositif sont :

- la possibilité de supprimer des blocs ou même des traitements en cours de réalisation de l'expérience
- le contrôle d'un facteur d'hétérogénéité.

### 3.4- Analyse de plans en blocs aléatoires complets

#### 3.4.1- Comparaison des itinéraires techniques sur l'arachide en station ( annexe 2 )

Le but de cet essai est bien précis: il s'agit de comparer en station les itinéraires techniques de la culture de l'arachide des zones 4 et 5.

Rappelons brièvement que l'équipe Systèmes de Recherche des systèmes de productions du CRA de Djibélor a divisé la Basse Casamance en cinq situations agricoles homogènes selon les trois critères suivants ( Equipe Système Basse Casamance, 1985 ):

- division sexuelle du travail
  - importance du riz repiqué
  - degré d'adoption de la traction bovine
- Ces critères n'ont pas trait aux conditions du milieu.

Les résultats de l'analyse de variance sur le rendement produit en kg/ha figurent dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Essai de comparaison d'itinéraires techniques sur l'arachide en station : tableau d'analyse de la variance du rendement produit en kg/ha.

Source de Variation	Dl	MS	F
répétition	2	835468.583	2.27
traitement	3	1294680.306	3.52 NS!
résiduelle	6	368211.806	
<b>Total</b>	<b>11</b>		

C.V = 14.54% , moyenne générale =4172.083

Moyennes :

Traitements	1	2	3	4
	3199.68	4444.333	4644.33	4400.00

L'effet des traitements est non significatif.

Le nombre de répétitions ( 4 dans le protocole et 3 en réalité ) est insuffisant. Les abaques fournies par ITCF ( Figure 4 ) montrent qu'avec un nombre de répétitions égale à 4, un  $\alpha$  égale à 5%, un coefficient de variation ( C.V.) de l'ordre de 15% et pour ( $\Delta$ ) de 20% de la moyenne générale, la puissance du test est de 10%. En effet, ( Figure 4 ) l'horizontale d'ordonnée 4 ( nombre de répétitions ) et la verticale d'abscisse 1.3 (  $\Delta/C.V$  ) se rencontrent à peu près en un point situé sur la courbe  $\beta = 0.90$ . Ce qui signifie que la puissance du test,  $1 - \beta$ , est égale à 10%. Cela veut dire que le chercheur n'a que 10 chances sur 100 pour mettre en évidence une différence significative.

De même, en utilisant la table de Cox et Cochran ( Tableau 2 ), on note que pour  $\alpha = 5\%$ ,  $1 - \beta = 90\%$ ,  $A = 20\%$  et pour  $n = 3$ , le coefficient de variation ne devrait pas dépasser 7%.

Il serait donc bon d'augmenter le nombre de répétitions pour s'assurer du bon fondement des recommandations destinées au monde rural.

Les traitements ont été effectivement randomisés au sein des blocs.

Puisque le protocole ne fait aucune référence sur l'existence ou non d'un gradient de fertilité, les blocs auraient dûs être aussi compacts que possible.

Les observations à faire, mises à part les observations essentielles ( temps de travaux et rendement ) se trouvent dans une fiche complémentaire au protocole expérimental.

### 3.4.2- Comparaison des itinéraires techniques sur l'arachide en milieu paysan ( annexe 3 )

Il est à noter que les protocoles expérimentaux des essais d'itinéraires techniques en milieu paysan n'étaient pas conçus en ayant l'idée d'une possible exploitation statistique ( analyse de variance par exemple ) des résultats; ce sont en priorité des essais démonstratifs ou didactiques à l'intention des paysans et où le facteur temps de travail est l'observation essentielle. La réduction de ce temps de travail par l'utilisation des matériels de culture attelée aura pour effet de libérer le paysan qui pourra se consacrer à d'autres activités. Cependant, les caractéristiques mesurées, le temps de travail et le rendement, peuvent être analysées statistiquement en augmentant le nombre de paysans; chaque paysan constituant une ou deux répétitions.

Le protocole expérimental ne précise pas explicitement le dispositif expérimental à mettre en place. Le schéma de l'essai laisse supposer un plan en blocs aléatoires complets à deux ou trois traitements suivant les sites d'implantation de l'essai.



En parcourant les données effectivement recueillies on constate une variation du nombre de traitements au niveau d'une même zone :

#### Zone 4

village 1 : deux traitements (T3 et T4) en deux répétitions

village 2 : trois traitements (T1,T2,T3 ) en une répétition

#### Zone 5

village 1 : deux traitements (T1 et T3) en deux répétitions

village 2 : trois traitements (T1,T2,T3) en une répétition

Le fait de n'avoir pas initié les mêmes traitements dans les villages d'une même zone rend difficile toute généralisation des résultats à l'ensemble de la zone. Les essais d'une même zone devraient être organisés sous les mêmes conditions ; mêmes traitements, mêmes dispositifs expérimentaux, etc...

Le choix des paysans dans les différentes zones est en fait difficile : on ne travaille qu'avec les paysans volontaires. On ne sait donc pas pendant l'élaboration de l'essai avec quel paysan on va travailler et surtout sur quel site.

#### 3.4.3- Test du semoir dans les rizières ( annexe 4 )

Le but de cet essai est de comparer la technique locale de semis et celle du semis au semoir Super-Eco.

L'observation essentielle sera le temps de travail au niveau du sarclage.

Le dispositif expérimental est un binôme, c'est-à-dire un bloc aléatoire complet à deux traitements.

Le protocole expérimental ne précise pas le nombre de paysans par village qui participeront à cette action. La répartition des essais est la suivante:

Zone	villages	répétitions	variétés
3	1	2	R.T et S.C
4	1	2	S.C
5	1	1	s . c

R.T = Richard-Toll

s.c = Sény Coly

Le nombre de répétitions est insuffisant pour prétendre à une analyse statistique valable des données.

La préparation du sol devrait **être** faite sous les mêmes conditions dans une même zone pour avoir une bonne base de comparaison.

Aucune référence n'est faite sur le précédent **cultural** et le gradient de fertilité. La connaissance de ces éléments est indispensable pour une bonne organisation des essais.

#### 3.4.4- Sarclage mécanique du riz de nappe ( annexe 5 )

Le même protocole expérimental a été conçu pour l'essai en station et pour les essais en milieu paysan.

L'objectif de l'essai est clair: il s'agit de comparer trois techniques de sarclage du point de vue du temps de sarclage.

Les villages d'une même zone devraient être choisis aléatoirement. A l'intérieur d'une même zone, on devrait disperser les essais pour permettre d'avoir une bonne connaissance du milieu.

Pour chaque zone on devrait être à mesure de fournir les informations sur le nombre de paysans avec lesquels on compte travailler.

Dans une même zone, on devrait utiliser la même variété, car considérer différentes variétés ne permettra pas de dire si les différences effectivement constatées au niveau des rendements sont dues aux techniques testées ou aux variétés. L'objet de cette étude étant de comparer des itinéraires techniques, ceux-ci doivent l'être sur une base commune.

Le schéma de l'essai suppose qu'aucune randomisation des traitements n'a été effectuée.

On ne sait pas au moment de l'élaboration du protocole expérimental où sera implanté l'essai, d'où l'impossibilité de connaître l'histoire culturale de la parcelle avant la mise en place de l'essai.

Récapitulons les essais.

Zone	villages	répétitions	traitements
station	---Mm--	2	3
4	1	2	3
5	1	1	3

#### 3.4.5- Labour et sarclage du mafs en plein champ ( annexe 6 )

L'objectif de cette action de recherche est bien précis. Il fait ressortir la question fondamentale à laquelle le chercheur veut apporter réponse : l'utilisation de certains types de matériels de culture attelée ( charrue ucf, butteur-billonneur, houe sine n°9 ) permet-t-elle d'augmenter la productivité de la main-d'oeuvre ?

C'est en fait le type de sarclage qui fait la différence entre le traitement 1 et le traitement 2.

Le nombre de répétitions bien que non précisé dans le protocole expérimental est fort variable: 2 en zone 3, 15 en zone 4 et 2 en zone 5.

Le protocole expérimental ne renseigne pas sur l'existence d'un gradient de fertilité. Une information sur celui-ci permettrait de définir la forme à donner aux blocs.

L'information sur les champs est souvent manquante pour la simple et bonne raison qu'au moment où est établi le protocole expérimental l'on ne sait pas encore sur quel champ va-t-on implanter l'essai.

Pour toutes les zones, la variété ZM10 a été utilisée.

On doit réaliser l'expérience dans les conditions les plus homogènes possibles car le problème le plus important en itinéraires techniques est la possibilité de généraliser les conclusions au niveau d'une zone. En collectant des données, on doit toujours se poser la question de l'adéquation entre les observations et la population qu'elles sont censées représenter. Ainsi, des informations relatives à une expérience réalisée dans un champ d'essai localisé sur un seul site seront jugées insuffisantes pour tirer des conclusions valables pour toute une zone. Un nombre élevé de répétitions accroîtrait la précision des résultats en réduisant la résiduelle et ferait ressortir de faibles différences significatives..

#### 3.4.6- Test vraie grandeur de riz aquatique en milieu paysan ( annexe 7 )

Le but de l'essai est de comparer les variétés améliorées et les variétés locales du point de vue rendement.

Le protocole ne mentionne pas quelles variétés locales seront testées au niveau d'une zone donnée. En parcourant les données collectées on remarque que les variétés améliorée et locale varient d'un paysan ( un paysan constituant une répétition ) à un autre dans même zone. Par exemple, dans la zone 5 on note :

variétés	paysan 1	paysan 2	paysan 3	paysan 4
A	rock 5	rock 5	rock 5	DJ684D
L	ekouly	gheghène	yaghoiolal	yahitaï
variétés	paysan 5	paysan 6	paysan 7	paysan 8
A	BW2401	IR207 1	IR207 1	IR207 1
L	ebandioulaï	ebandioulaï	gheghène	ebigne

A = améliorée

L = locale

Pour analyser cet essai, on va dans une même zone, considérer un paysan comme une répétition. Par exemple pour la zone 1 on aura 22 répétitions . Le traitement étant la variété à deux niveaux ( améliorée et locale ).

L'analyse de **variance** sur le rendement paddy en kg/ha ( données transformées ) donne le tableau suivant :

Tableau 4 . Essai test vraie grandeur de riz aquatique en milieu paysan: tableau d'analyse de la **variance** du rendement paddy en kg/ha ( données transformées ).

Source de Variation !	DI !	MS !	F !
répétition !	21 !	0.727 !	1.07 !
traitement !	1 !	0.049 !	0.07 NS !
résiduelle !	21 !	0.676 !	! !
<b>Total</b> !	<b>43</b> !	! !	! !

$$c.v = 30.25\%$$

L'analyse statistique révèle que l'effet du traitement est non significatif.

Le labour et le mode de semis doivent être identiques pour une même zone. Les façons culturales ne doivent pas varier car elles ne constituent pas l'objet de cette action de recherche.

#### 3.4.7- Test vraie grandeur de riz de nappe ( annexe 8 )

Le protocole expérimental de cet essai est identique au précédent. Les **mêmes** remarques s'imposent.

#### 3.4.8- Test vraie grandeur de sorgho ( annexe 9 )

Cet essai de comparaison variétale n'a été implanté que dans deux villages de la zone 4 :

village 1

nombre de répétitions : 1  
 nombre de paysans : 1  
 précédent cultural ; mil  
 variété améliorée : SSV6  
 variété locale : coutirey

village 2

nombre de répétitions : 6  
 nombre de paysans : 4  
 La répartition des essais par paysan est la suivante :

paysan 1 ( 2 essais )	paysan 2 ( 2 essais)
SSV3 et Farafegni	SSV5 et Windy
<b>SSV6</b> et Farafegni	<b>SSV8</b> et Windy
<b>p.c</b> : mil	p.c : arachide

paysan 3 (1 essai)	paysan 4 (1 essai)
<b>SSV5</b> et Windy	<b>SSV6</b> et Windy
<b>p.c</b> : jachère	<b>p.c</b> : arachide

**p.c** = précédent cultural

Chaque paysan constitue une ou deux répétitions. Pour cette zone on compte 7 répétitions.

On doit veiller à ce que les facteurs non étudiés ( mode de semis, mode de labour, type de labour, etc...) restent uniformes au cours de l'essai. En somme, il faut tout homogénéiser. "Tout le monde fait la même chose":

- mettre l'engrais ou pas
- associer le sorgho à d'autres cultures ( les mêmes pour tous les paysans d'une même zone ) ou pas
- même type de labour

Le précédent cultural devrait être le même pour avoir une bonne base de comparaison.

Aucune **attention** n'est accordée à l'existence d'un gradient de fertilité .

Pour mettre en évidence une réelle différence significative entre traitements, il conviendrait d'augmenter autant que faire se peut, le nombre d'essais ayant des objets et des précédents culturaux identiques.

### 3.4.9- Fumure sur maïs - Essai en station ( annexe 10 )

L'objectif de cet essai est en fait multiple, il s'agit :

- 1- d'élaborer une courbe de réponse du maïs à la poudrette
- 2- de comparer cette courbe à celle des engrais chimiques
- 3- de comparer dès la deuxième année d'implantation de l'essai, l'effet résiduel du parcage.

La façon dont les traitements ont été conçus, ne permettra pas de comparer la courbe de réponse du maïs à la poudrette et la courbe de réponse des engrais chimiques. La fonction de production de la dose de poudrette englobe un seul paramètre ( dose de poudrette ) alors que celle des engrais chimiques englobe deux paramètres ( engrais de fond et engrais de couverture ).

Le dispositif expérimental n'est pas explicitement cité. Le nombre de répétitions n'est pas mentionné, mais le schéma de l'essai laisse supposer un bloc aléatoire à 4 répétitions . Ce nombre est insuffisant . Il conviendrait de l'augmenter pour s'assurer de la validité des conclusions de cette étude.

Aucune information sur le précédent cultural de la parcelle n'a été donnée . Tiendra-t-on compte de son impact sur le rendement ?

Que fera-t-on des tiges de maïs après la dernière année ?. Les laisser sur le champ ne va-t-il pas jouer sur l'apport réel de matières organiques ? . Cet apport de matières organiques ne permettra pas de répondre avec certitude, au bout de la troisième année ,s'il y a ou non effet résiduel du parcage car la première bande aura bénéficié de cet apport alors que la deuxième n'en aura pas bénéficié .

L'analyse des résultats des données transformées (transformation logarithmique) du rendement grain donne le tableau suivant :

Tableau 5 . Essai fumure sur mafs en station : tableau d'analyse de la **variance** du rendement grain.

Source de Variation	Dl	MS	F
répétition	3	0.035	1.34
traitement	5	0.025	0.96 NS
résiduelle	15	0.026	
<b>Total</b>	<b>23</b>		

$$C.V = 5.29\%$$

On note que l'**effet** du traitement est non significatif pour la variable rendement grain, par conséquent il n'est pas nécessaire d'établir la courbe de production.

L'analyse des données brutes sur le rendement **paille/parcelle** en kg montre que le traitement est hautement significatif ( Tableau 6 )

Tableau. 6 . Essai fumure sur mafs en station : tableau d'analyse de la **variance** du rendement **paille/parcelle** en kg/ha.

Source de Variation	Dl	MS	F
répétition	3	163793.375	0.52
traitement	5	4548068.842	14.51**
résiduelle	15	313393.442	
<b>Total</b>	<b>23</b>		

$$C.V = 21.12\% \text{ ,moyenne générale } = 2650.79 \text{ kg/ha}$$

**\*\*** = hautement significatif

Moyennes par traitement du rendement **paille/parcelle** en kg/ha.

Traitements	moyennes
T1	1996.25
T2	1954.25
T3	1916.75
T4	2072.00
T5	3564.75
T6	4400.00

Pour comparer la poudrette aux engrais chimiques, nous allons considérer le contraste suivant:

$$\hat{l} = -2m_2 - 2m_3 - 2m_4 + 3m_5 + 3m_6$$

La somme des **carrés** des écarts ( SCEQ ) liés à ce contraste est:

$$SCEQ = \frac{a \hat{l}^2}{\sum c_i^2} = 19361940.033$$

D'où F = 61.78 à 1 et 15 degrés de liberté.

De ce résultat, on peut tirer la conclusion suivante: pour des parcelles traitées aux engrais chimiques, le rendement **paille/parcelle** est significativement plus élevé que celles traitées à la poudrette. Le rendement moyen **paille/parcelle** est de 3982.75 kg/ha pour les engrais chimiques et est de 2971.5 kg/ha pour la poudrette.

#### 3.4.10- Fertilisation **maïs** en plein champ ( annexe 11 )

L'essai a été implante en milieu paysan dans différentes zones . Son but est de proposer le traitement économiquement rentable pour la production du mafs en plein champ.

Les précédents culturaux des parcelles devraient être connus avant l'implantation de l'essai . De même les analyses de sol devraient être faites plutôt . Pour obtenir des résultats fiables, **il** faut regrouper dans une même zone des paysans dont les parcelles ont eu un même précédent **cultural** et dont les pratiques culturales sont identiques.

L'affectation au hasard des traitements aux parcelles n'a pas été faite .



### 3.4.11- Essai d'évaluation de la nuisibilité des mauvaises herbes ( annexe 12 )

L'objet de cette étude est de **connaître** la période critique de sensibilité du riz à la concurrence des mauvaises herbes . Les caractéristiques de cette période critique ne sont pas explicitement précisées dans le protocole expérimental .

Le protocole expérimental ne donne aucune information ni sur l'existence ou non d'une direction privilégiée de fertilité, ni sur le précédent **cultural** de la parcelle .

Le nombre de répétitions est insuffisant . 11 serait bon de l'augmenter en vue d'augmenter la puissance des tests.

Les résultats de l'ANOVA sur le rendement en t/ha figurent dans le tableau C:i-après:

Tableau 7 . Essai d'évaluation de la nuisibilité des mauvaises herbes : tableau d'analyse de la **variance** du rendement en t/ha.

Source de Variation	DI	MS	F
répétition	3	0.892	2.32
traitement	13	9.004	23.41**
résiduelle	39	0.385	
Total	55		

C.V = 18.44% ,moyenne générale = 3.363 t/ha

\*\* = hautement significatif

L'analyse statistique révèle qu'il existe des différences très hautement significatives entre traitements.

Appliquons le test de Newman et Keuls pour la comparaison des traitements 2 à 2 .

Ce test donne les résultats suivants:

Student-Newman-Keuls' s Multiple Range Test  
 $s = .3102418$  at  $\alpha = .05$

	Original Order		Ranked Order
Mean 1=	1.95	EF	Mean 8= 5.17 A
Mean 2=	2.43	E	Mean 7= 5.06 AB
Mean 3=	3.76	PC	Mean 9= 4.86 RE
Mean 4=	4.51	AP	Mean 6= 4.70 AL
Mean 5=	4.69	AL	Mean 5= 4.69 AB
Mean 6=	4.70	AP	Mean 4= 4.51 AB
Mean 7=	5.06	AP	Mean 3= 3.76 BC
Mean 8=	5.17	A	Mean 10= 3.38 CD
Mean 9=	4.86	RP	Mean 2= 2.43 E
Mean 10=	3.38	CD	Mean 11= 2.33 DE
Mean 11=	2.33	DE	Mean 1= 1.95 EF
Mean 12=	1.91	EF	Mean 12= 1.91 EF
Mean 13=	1.48	EF	Mean 13= 1.48 EF
Mean 14=	0.86	F	Mean 14= 0.86 F

Les traitements ayant une lettre commune ne sont pas significativement différents.

Pour ce seul essai et à titre illustratif, nous allons examiner les conditions d'application de l'ANOVA. IL faut noter qu'en plus des hypothèses habituelles ( normalité des erreurs, indépendance des erreurs, égalité des variances ), on ajoute l'hypothèse d'additivité pour le plan en blocs aléatoires complets.

L'additivité veut simplement dire que la différence entre deux traitements reste constante d'un bloc à un autre. Elle est testée par le test de non-additivité de Tukey.

Nous fournissons ci-après les analyses produites par le logiciel STATITCF .

\*\*\*\*\*  
 ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : rendement (rdt)  
 \*\*\*\*\*

HISTOGRAMME DES RESIDUS    VARIABLE rdt : rendement  
 \*\*\*\*\*

12	1										11
11	1					13	24				
10	1					31	32				
9	1		14			42	41				
8	1		22			52	57				
7	1		61	12		63	54				
6	1		162	144		77	74			33	
5	1										
4	1			111	104	92	93	64			
3	1	34	53	23	121	114	112	113	101		
2	1	81	94	43	131	122	124	123	132		
1	1	82	134	73	143	141	144	142	133	83	84

EFFECTIFS	3	3	3	9	7	11	12	6	1	0	1
BORNES	-1.21	-0.72	-0.24	0.25	0.73	1.22					
		-0.97	-0.48	0.00	0.49	0.98	1.46				
MINIMUM :	-1.21										
MAXIMUM :								1.46			
INTERVALLE :										0.24	

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K. PEARSON)

SYMETRIE (valeur ideale theorique = 0) : BETA 1 = 0 . 0 0 PROBA = 0.4341  
 APLATISSEMENT (valeur ideale theorique = 3) : BETA 2 = 3 . 2 9 PROBA = 0.4341

RESIDUS SUSPECTS (methode de GRUPPS)

NEANT

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

*Test de Bartlett*

ECARTS-TYPES FACTEUR 1    = traitement

F 1 :	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	6 (6)	7 (7)	8 (8)	9 (9)	10 (10)	11 (11)	12 (12)
	0.31	0.57	0.84	0.49	0.57	0.4	0.37	1.32	0.56	0.42	0.34	0.39
	13 (13)	14 (14)										
	0.67	0.33										

KH12 = 15.13    PROBA = 0.2982

ECARTS-TYPES BLOCS    = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)	4 (B4)
	0.41	0.41	0.55	0.68

KH12 = 3.68    PROBA = 0.2982

INTERACTION TRAITEMENTS/BLOCS

*test, de non-additivite' de Tukey*

SCE test de TUKEY = 0.68    PROBA = 0.1850

L'histogramme des résidus sur la variable rendement en t/ha présente une allure normale .

L'interaction traitement X bloc est non significative.

L'hypothèse d'égalité des variances intra blocs et intra traitements peut être acceptée.

Pour juger du caractère d'indépendance des erreurs, nous nous baserons sur la randomisation. Une cartographie des résidus aurait pu permettre de tester visuellement l'hypothèse d'indépendance des erreurs, mais son établissement suppose une connaissance du plan de l'essai tel qu'il a été mis en place.

**3.4.12-** Essai d'évaluation de la sélectivité d'herbicides sur le riz aquatique ( annexe 13 )

Le but de cet essai est bien précis : il s'agit d'évaluer le niveau de tolérance du riz à l'application d'herbicides pour le désherbage sélectif .

Les remarques faites sur le précédent essai restent valables. L'échelle de notation ( 0-9 ) n'est pas précisée : à quoi correspond le 0,1e 1,etc...

**3.4.13-** Essai de comparaison de méthodes mécaniques et chimiques de désherbage du riz pluvial ( annexe 14 )

Il s'agit dans cette étude de comparer différentes méthodes de désherbage du riz de nappe ou d'immersion faible du point de vue du rendement .

Mêmes remarques que précédemment.

3.4.14- Essai de désherbage chimique du mil -Test d'efficacité ( annexe 15 )

L'objectif de cet essai est double, car il s'agit :

- 1- de tester l'efficacité de l'action combinée du propazine-terbuthylazine-glyphosate
- 2- de comparer le traitement propazine-terbuthylazine-glyphosate au traitement propazine-atrazine

Pour statistiquement établir des comparaisons fiables, il fallait répartir aléatoirement les traitements tout en adoptant le principe des témoins systématiques . Un inconvénient majeur à l'introduction des témoins systématiques est qu'elle implique une augmentation de la taille des blocs, ce qui peut provoquer une augmentation de la variabilité résiduelle . L'analyse d'un tel essai nécessite des techniques d'analyse particulière : analyse de la covariance ( Dagnélie, 1980 ).

Les traitements ont été partiellement randomisés. Une telle répartition des traitements permet de comparer visuellement le témoin ( objet de référence ) et le traitement adjacent . Elle permet aussi de soumettre à un même peuplement d'adventices un même herbicide à différentes doses.

3.4.15- Essai de désherbage chimique du sorgho -Test d'efficacité ( annexe 16 )

Le protocole expérimental de cet essai est identique au précédent par conséquent, les mêmes observations s'imposent.

3.4.16- Lutte chimique contre les insectes nuisibles du riz :essai matières actives X doses ( annexe 17 )

Le but de l'essai est de comparer 5 traitements dont 4 traitements herbicides.

Le nombre de répétitions ( 8 ) est satisfaisant.

Le schéma de l'essai ne prévoit pas de bordures. Pour les essais herbicides, insecticides et "maladies" il faudra toujours prévoir des lignes de bordures entre parcelles, cela évitera des "contagions" possibles entre parcelles voisines. Par exemple dans le cas des maladies, les lignes de bordures peuvent être constituées par des variétés résistantes.

Aucune référence n'est faite à l'histoire culturale de la parcelle et au gradient de fertilité .

### 3.5- Efficacité relative du plan en blocs aléatoires complets par rapport au plan aléatoire .(Gomez et Gomez, 1984)

Pour évaluer le gain de précision qu'apporte le plan en bloc aléatoire complet par rapport au plan complètement aléatoire, on calcule l'efficacité relative ( R.E ):

$$R.E = \frac{(r-1)E_b + r(t-1) E_e}{(rt-1) E_e}$$

où  $r$  = nombre de blocs  
 $t$  = nombre de traitements

$E_b$  et  $E_e$  sont respectivement le carré moyen du bloc et de la résiduelle. Lorsque le nombre de degrés de liberté de la résiduelle est inférieur à 20, on multiplie le R.E par un coefficient d'ajustement  $k$  :

$$k = \frac{((r-1) (t-1) + 1) (t(r-1) + 3 )}{((t(r-1) + 1) ((r-1) (t-1) + 3 )}$$

A titre illustratif, considérons l'essai d'itinéraires techniques sur l'arachide en station ( annexe 2 ) dans lequel on désire comparer 4 traitements. On dispose de données sur le rendement produit en kg/ha . L'analyse de variance sur les données brutes donne le tableau suivant :

Source de variation	Dl	Carré moyen	F observé
Bloc	2	835468.583	2.27
Traitement	3	1294680.306	3.52 NS
Erreur	6	368211.806	
Total	11		

NS = non significatif

C.V = 114.54%

Le degré de liberté de l'erreur étant de 6 on calculera l'efficacité relative ajustée avec  $r = 3$ ,  $t = 4$  :

$$k = 77/81 = 0.9506 \quad \text{et} \quad R.E = 1.2307$$

d'où

$$K \times R.E = 1.170$$

En termes de pourcentage, on obtient 117%, cela veut dire que le plan en blocs aléatoires complets augmente la précision de 17% par rapport au plan complètement aléatoire.

### 3.6- Plan en split plot

Le split plot peut être classé dans la catégorie des blocs aléatoires complets ; il se caractérise cependant, par le fait que la répartition des objets (ou traitements) se fait en deux étapes :

- étape 1 : le bloc est subdivisé en p parcelles correspondant aux p niveaux du premier facteur (A)
- étape 2 : chaque parcelle définie ci-dessus est partagée en q sous-parcelles correspondant aux q niveaux du second facteur (B)

Le modèle mathématique correspondant au split plot s'écrit :

$$y_{ijk} = \mu + r_i + a_j + \eta_{ij} + b_k + (ab)_{jk} + e_{ijk}$$

où  $\mu$  est la moyenne générale

$r_i$  est l'effet du bloc  $i$

$a_j$  est l'effet du niveau  $j$  du facteur A

$b_k$  est l'effet du niveau  $k$  du facteur B

$(ab)_{jk}$  est l'interaction

$\eta_{ij}$  et  $e_{ijk}$  sont des variables aléatoires, indépendantes, normales de moyenne nulle et de variances respectives  $\sigma_w^2$  et  $\sigma_s^2$

L'analyse des résultats d'un split plot se fait par l'analyse de la variance à trois critères de classification, Le tableau d'ANOVA correspondant à un split plot se présente comme suit :

Source de variation	degré de liberté
Répétition	r-1
A	a-1
Erreur (1)	(r-1) (a-1)
B	b-1
A X B	(a-1) (b-1)
Erreur (2)	a(r-1) (b-1)
Total	rab-1

Le split plot se caractérise donc par deux sources d'erreurs: l'erreur (1) et l'erreur (2) . L'erreur (1) sert de base de comparaison pour le facteur alloué aux grandes parcelles tandis que l'erreur (2) sert de base de comparaison pour le facteur alloué aux petites parcelles et à l'interaction des deux facteurs . Il faut noter que les comparaisons relatives au facteur lié aux grandes parcelles seront toujours moins précises que celles relatives au facteur lié aux petites parcelles et à l'**interaction** des deux facteurs . Cela se traduit par un coefficient de variation (C.V) correspondant à l'erreur (2) inférieur à celui correspondant à l'erreur (1). Il y a donc perte de précision pour le facteur appliqué aux grandes et gain de précision pour le second facteur et pour l'interaction des deux facteurs .

On utilise le split plot quand ( Dagnélie,1980 ):

- on s'intéresse plus particulièrement à un facteur ( facteur prioritaire ) qu'à l'autre
- on s'intéresse uniquement à l'un des deux facteurs et à leur **interaction**
- on introduit un facteur supplémentaire non prévu initialement en cours d'expérience.

### 3.7- Analyse du protocole expérimental d'un essai split plot

#### 3.7.1- Fertilisation minérale sur riz de nappe ( dans les bonnes rizières ) ( annexe 18 )

Le but de cet essai est de déterminer le niveau de fertilisation minérale pour le riz de nappe économiquement rentable dans différentes zones .

Le protocole ne nous renseigne pas sur la façon dont les sites où seront **implantés** les essais ont été choisis . Pour une meilleure représentativité, il faut choisir aléatoirement des sites dans chaque zone car les conclusions de cette étude seront généralisées au niveau de chacune des zones étudiées.

Le protocole expérimental assigne les variétés aux grandes parcelles et les traitements aux sous parcelles sans pour autant préciser quel facteur est prioritaire. Vu le but de l'expérience ,c'est au niveau des traitements où l'on désire le plus de précision . Les traitements devraient être assignés aux sous parcelles . Mais le schéma de l'essai dans le protocole expérimental n'assigne pas les traitements aux sous parcelles. Le fait de ne pas sérier les facteurs peut entraîner des erreurs d'interprétation . Ce dispositif est trop lourd pour être conduit en milieu paysan . Il ne faut pas perdre de vue qu'en milieu paysan la qualité des essais réside dans la simplicité et la facilité de réalisation . Puisque les variétés répondent différemment à l'engrais, on aurait pu envisager un bloc aléatoire complet au lieu d'un split plot car, l'objectif principal est de détecter le traitement économiquement rentable pour différentes variétés de riz .



L'histoire **culturelle** des parcelles d'expérimentation n'avait pas été établie avant l'implantation des essais, de même aucune analyse des sols n'a été faite plutôt ,

Le nombre de répétitions est très insuffisant pour tirer des conclusions fiables.

Cet essai n'a été implanté que sur un seul site de la zone 4. Quelques variables observées sont données dans le tableau 9

Les résultats de l'ANOVA sur le rendement paddy en kg/ha figurent dans le tableau ci-après :

Tableau 8 : Essai fertilisation minérale sur riz de nappe : tableau d'analyse de variance du rendement paddy en kg/ha.

Source de variation	DI	MS	F
Répétition	3	1131730.233	2.37
Traitement (A)	4	1568193.850	3.28*
Erreur (1)	12	477464.650	
Variétés (B)	1	1650786.900	4.70*
A X B	4	64453.150	0.18
Erreur (2)	15	351546.967	
Total	39		

c.v (1) = 23.70% ; C.V (2) = 20.34% ; moyenne générale = 2915.55 kg/ha

\* = significatif

On note que les effets traitement et variété sont significatifs.

Une analyse économique devra permettre de proposer le traitement économiquement rentable pour chaque variété.

Data file **FERTRN1**  
 Title: FERTILISATION RIZ DE NAPPE PASSE CASAMANCE 1986

Function: PRLIST  
 Data Case n o . 1 to 40  
 Without selection

LIST OF VARIABLES

VAR	TYPE	NAME/DESCRIPTION
1	numeric	ANUEE
2	numeric	VILLAGE 14=BOULANDOR 21=BANDJIKANI
3	text 10	COLLAEORATELJR
4	numeric	NUMERO DE L'ESSAI
5	numeric	TYPE DE RIZIERE 1=HAUTE 2=MOYENNE 3=BASSE
6	numeric	PRECEDENT CULTURAL EN 1985 0=JACHERE 20=RIZ ADUAT. 21=RIZ DE NAPPE
7	numeric	DERNIERE ANNEE APPOINT FUMURE
8	numeric	TYPE DE FUMURE 1=ORGANIQUE 2=M.I NERALE
9	numeric	TAUX DE MATIERE ORGANIQUE EN %
10	numeric	OUTIL DE LABOUR 80 1 0=CAYENDO 70 1 0=UCF 8020=FANT INS
11	numeric	TYPE DE LABOUR 1=FLAT 2=BILLONS
12	numeric	VARIETES 3=IRAT-133 7=ABDOULAYE MAND
13	numeric	T- TREMENT 1=TEM 2=1/BR 3=1/4F 4=1/2R 5=R (200KG/HA, NP) + 150 G/HA, UE
16	numeric	MODE DE SEMIS 1=L JGNE 2=VOLEE
19	numeric	TEMPS DE TRAVAUX DE SARCLAGE (PERS-MN/PARCELLE)
31	numeric	RENDEMENT FADY KG/HA
32	numeric	RENDEMENT PAILLE KG/HA
36	numeric	VARIETES 1=IRAT-133 2=ABDOULAYE MAND
37	numeric	REPETITION (1-4)

CASE	NO.	1	7	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	19	31	32	36	37
	1	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.63	8020	1	3	1	1	219	2250	1750	1	1
	2	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.6	8020	1	7	1	1	228	2500	1750	2	1
	3	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.60	8020	1	3	2	1	225	2000	1750	1	1
	4	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.2	8020	1	7	2	1	222	3500	2500	2	1
	5	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	1.95	8020	1	3	3	1	1216	3000	1750	1	1
	6	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.20	8020	1	7	3	1	222	3750	2000	2	1
	7	1986	14	B. SAGNA	1	1	21	1986	1	2.59	8020	1	3	4	1	213	3250	3000	1	1
	8	1986	14	B. SAGNA	1	1	11	1986	1	2.62	8020	1	7	4	1	228	3250	2250	2	1
	9	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.45	8020	1	3	5	1	1219	3500	2750	1	1
	10	1986	14	B. SAGNA	1	2	21	1986	1	2.60	8020	1	7	5	1	216	3500	3000	2	1
	11	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.48	8020	1	3	1	1	1279	500	1250	1	2
	12	1986	14	F. BADIANE	2	7	21	1986	1	2.2	8020	1	7	1	1	281	1250	1750	2	2
	13	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.2	8020	1	3	2	1	309	1750	1500	1	2
	14	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.2	8020	1	7	7	1	1507	1624	1500	2	2
	15	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.35	8020	1	3	3	1	306	3000	2750	1	2
	16	1986	14	F. BADIANE	2	7	21	1986	1	2.28	8020	1	7	3	1	303	3500	3000	2	2
	17	1986	14	F. BADIANE	1	2	21	1986	1	2.30	8020	1	3	4	1	285	3000	2000	1	1
	18	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.36	8020	1	7	4	1	294	3250	1750	1	7
	19	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.42	8020	1	3	5	1	297	3250	1500	1	2
	20	1986	14	F. BADIANE	2	2	21	1986	1	2.45	8020	1	7	5	1	291	3000	3000	2	2
	21	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.16	8020	1	3	1	1	207	2750	1500	1	3
	22	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	2.98	8020	1	7	1	1	1212	3500	2000	2	3
	23	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.03	8020	1	3	2	1	204	2500	3000	1	3
	24	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.00	8020	1	7	2	1	1216	3500	2750	2	3
	25	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	2.93	8020	1	3	3	1	1900	2124	2000	1	3
	26	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	2.90	8020	1	7	3	1	218	4000	3000	2	3
	27	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.40	8020	1	3	4	1	204	3250	3250	1	3
	28	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.35	8020	1	7	1	1	214	3500	2000	2	3
	29	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.30	8020	1	3	5	1	208	3000	3250	1	3
	30	1986	14	B. BADIANE	3	1	21	1986	1	3.35	8020	1	7	5	1	218	3500	3000	2	3
	31	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.84	8020	1	3	1	1	174	3500	1500	1	4
	32	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.80	8020	1	7	1	1	186	3000	2750	2	1
	33	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.7	8020	1	3	2	1	180	3000	2000	1	4
	34	1986	14	A. TAMBA	4	1	21	1986	1	2.70	8020	1	7	2	1	199	2750	2000	2	1
	35	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.70	8020	1	3	3	1	172	4000	2750	1	4
	36	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.65	8020	1	7	3	1	192	2500	2500	2	4
	37	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.40	8020	1	3	4	1	172	3500	2750	1	4
	38	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.50	8020	1	7	4	1	228	4000	2000	2	4
	39	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.50	8020	1	3	5	1	216	2750	2250	1	4
	40	1986	14	A. TAMBA	4	2	21	1986	1	2.45	8020	1	7	5	1	204	3000	3500	2	1

Tableau 9. Données fertilisation riz de nappe.

### 3.8- Plans en split split-Plot

La répartition des objets dans un split split-plot se fait en trois étapes :

- étape 1 : le bloc est subdivisé en p parcelles correspondant aux niveaux du premier facteur (A).
- étape 2 : chaque parcelle définie ci-dessus est partagée en q sous-parcelles correspondant aux q niveaux du second facteur (B) .
- étape 3 : chaque sous-parcelle définie ci-dessus est partagée en k sous sous-parcelles correspondant aux k niveaux du troisième facteur (C).

Trois sources d'erreur caractérisent le split split-plot .

Le tableau d'analyse de la variance se présente comme suit :

Source de variation	Degré de liberté
Répétitions	$r - 1$
A	$(a - 1)$
Erreur (1)	$(r - 1) (a - 1)$
B	$b - 1$
A X B	$(a - 1) (b - 1)$
Erreur (2)	$a(r - 1) (b - 1)$
C	$c - 1$
C X A	$(c - 1) (a - 1)$
C X B	$(c - 1) (b - 1)$
C X A X B	$(c - 1) (a - 1) (b - 1)$
Erreur (3)	$ab(r - 1) (c - 1)$
Total	$rabc - 1$

Le split split-plot permet de simplifier l'expérimentation en réduisant le nombre de parcelles à considérer . On a plus de précision au niveau du facteur alloué à la sous sous-parcelle . La répartition des facteurs tient compte du degré de précision désirée . Il est donc nécessaire de sérier les facteurs. Avec ce dispositif, c'est au niveau du troisième facteur et des interactions de ce facteur avec les autres ( C X A, C X B, C X A X B ) que l'on a plus de précision, l'erreur (3) servant de base de comparaison .

### 3.9- Analyse d'essais split aplit-plot

3.9.1- Etude d'une méthodologie d'évaluation régionale du degré de résistance variétale aux maladies. ( annexe 19 )

Ce protocole expérimental non seulement précise le but de l'expérience mais aussi justifie l'action de recherche .

L'objectif multiple de cette étude est :

- d'évaluer la résistance variétale aux maladies
- d'évaluer la variation suivant les sites de la résistance variétale aux maladies du riz
- d'étudier l'effet de la fertilisation sur les différentes maladies du riz

Ce dispositif est bien conforme au but de l'expérience . Compte tenu du fait que l'on désire étudier le degré de résistance variétale aux maladies, il est normal que le facteur variété soit affecté à la sous sous-parcelle. C'est en fait à ce niveau que l'on désire le plus de précision . Cependant le protocole expérimental ne série pas les facteurs : quels facteurs sont prioritaires ? . Il faut toujours avoir à l'esprit que le niveau auquel on affecte un facteur dépend du degré de précision désirée.. Aux grandes parcelles seront assignés les facteurs de moindre importance.

L'échelle de notation ( ( 0-9 ) ou ( 0-5 ) ) n'est pas précisée. En effet, le protocole expérimental doit 'définir de manière précise la signification des différentes notes afin d'éviter toute discordance au niveau des observateurs .

Aucune explication n'est donnée sur la façon dont les sites d'expérimentation ont été choisis. On ne signale pas l'existence ou non d'un gradient de fertilité . L'analyse des sols devrait être faite avant que l'essai soit implanté. Le fait que les lignes de bordure soient constituées par des variétés résistantes permettra de réduire les phénomènes de 'contagions'.

L'estimation des données manquantes dans le cadre d'un split split-plot est difficile. Il serait donc bon d'augmenter le nombre de répétitions .

Ce dispositif bien qu'ayant l'avantage de combiner plusieurs facteurs, ne doit pas être implanté en milieu paysan.

Au moment de la rédaction de ce rapport, les données de cette étude n'était pas encore disponible. Aussi, nous ne donnerons qu'une esquisse du tableau d'analyse de la variance correspondant à cet essai en split split-plot mené en plusieurs endroits:

Tableau 10 : Esquisse du tableau d'analyse de variance d'un essai split split-plot mené en plusieurs lieux.

Source de variation	Degré de liberté
Lieux	l-1
Répétitions dans lieux	l(r-1)
Dose d'azote (A)	(a-1)
L X A	(l-1) (a-1)
Erreur (1)	la (r-1)
Fongicides (B)	b-1
L X B	(l-1) (b-1)
A X B	(a-1) (b-1)
L X A x B	(l-1) (a-1) (b-1)
Erreur (2)	la(r-1) (b-1)
Variétés (C)	c-1
L X C	(l-1) (c-1)
C X A	(c-1) (a-1)
L X A X C	(l-1) (a-1) (c-1)
C X B	(c-1) (b-1)
L X B X C	(l-1) (b-1) (c-1)
C X A X B	(c-1) (a-1) (b-1)
L X A X B X C	(l-1) (a-1) (b-1) (c-1)
Erreur (3)	lab(r-1) (c-1)
Total	lrabc-1

3.9.2- Aménagement des bolongs 1986 - Suivi de la vallée de Oulampane - Effet de la préparation du sol sur le dessalement d'un sol de tanne et sur le niveau de submersion en amont du barrage de Oulampane . ( annexe 20 )

L'objectif de cette action de recherche est :

- 1- de comparer différentes techniques culturales de labour
- 2- d'étudier l'effet de la date de semis
- 3- d'étudier des niveaux de submersion

L'ordre de priorité des facteurs n'a pas été spécifié or une attention particulière doit être accordée aux facteurs les plus importants .L'avantage du split split-plot permet d'étudier plusieurs facteurs à la fois et suppose une priorité au niveau de ceux-ci .

La répartition des facteurs n'est pas conforme au but poursuivi . On devrait avoir les variétés en parcelles principales, les dates de semis en sous parcelles et les techniques culturales en sous sous-parcelles, car on désirerait avoir plus de précision sur les facteurs constituant l'objet de l'étude . La comparaison variétale n'étant pas l'objet de cette action de recherche, les variétés devraient être allouées à la parcelle principale .

Les mesures agro-pédologiques devraient être faites avant l'implantation de l'essai .

Le protocole expérimental ne renseigne pas sur l'existence d'un gradient de salinité en amont du barrage.

Nous avons soumis aux données brutes une transformation logarithmique (  $\log(X+1)$  ) en vue de stabiliser les variances. Cette transformation a l'avantage d'exprimer toutes les différences entre traitements indépendamment des unités de mesure. Les résultats de l'ANOVA du rendement en kg/ha (données transformées) se trouvent dans le tableau ci-après :

Tableau 11 : Essai aménagement bolongs: tableau d'analyse de variance du rendement en kg/ha ( données transformées ).

Source de variation	Dl	MS	F
répétitions	2	4.891	3.87
Date de repiquage (A)	1	8.406	6.66 NS
Erreur (1)	2	1.263	
Traitement (B)	2	1.774	2.94 NS
A X B	2	2.617	4.34 NS
Erreur (2)	8	0.603	
Variétés (C)	3	1.804	<b>8.08**</b>
A X C	2	0.555	2.49 NS
B X C	4	0.153	0.69 NS
A X B X C	4	0.056	0.25 NS
Erreur (3)	24	0.223	
Total	53		

C.V (1) = 56% ; C.V (2) = 38% ; c.v (3) = 23.64%

\*\* = hautement significatif

Ce tableau montre que seul l'effet variétés est hautement significatif.

#### - IV- CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

##### 4.1- Conclusions

Lorsque l'on entreprend des essais en station ou en milieu paysan, il convient dès la conception de l'essai de considérer un certain nombre de contraintes qui permettront d'obtenir des résultats fiables tant sur le plan statistique que sur le plan agronomique.

Le plus grand soin doit être requis pour :

- 1- définir clairement et précisément le but poursuivi par l'essai.
- 2- choisir un modèle mathématique pouvant cerner la réalité du problème à étudier.
- 3- réaliser sans erreur l'ensemble de toutes les opérations culturales.

L'association de l'expérimentation et de l'outil statistique doit permettre de faire une meilleure utilisation des ressources disponibles, en faisant une répartition convenable du nombre d'échantillons dont on dispose, en vue de tirer le maximum d'informations possibles. En conséquence, le biométricien ou le statisticien doit être associé au programme de recherches dès la préparation du protocole expérimental. Cela l'amènera à mieux comprendre le problème de recherche de façon à pouvoir utiliser les méthodes statistiques les mieux adaptées au but poursuivi par l'essai. Cette collaboration, doit être permanente et doit permettre d'éviter de collecter des données qu'on ne peut exploiter statistiquement ou qui ne peuvent apporter des réponses aux questions de l'expérimentateur. Le rôle du biométricien, avec l'aide de la logique mathématique est de suggérer le modèle qui au mieux cerner la réalité du problème à étudier.

S'il est vrai que le biométricien doit acquérir une compréhension suffisante des problèmes de son collègue chercheur, il est non moins vrai que celui-ci acquière une compréhension suffisante des contraintes imposées par l'outil statistique : d'où un besoin d'information et de formation aux méthodes statistiques.

Bien que les méthodes statistiques constituent un outil indispensable à l'expérimentation agronomique, leurs résultats, significatifs ou non, ne peuvent en aucun cas se substituer à l'expérimentateur à qui il revient d'assumer l'entière responsabilité de sa recherche et surtout de ses conclusions.

L'analyse statistique devra donc être complétée par une analyse agronomique et celle-ci doit être soutenue par une analyse économique car nous devons tenir compte de la faisabilité et de la rentabilité des innovations proposées.



#### 4.2- Perspectives

L'obstacle majeur au développement de la biométrie au sein de l'ISRA est le manque d'information et / ou de formation des principaux utilisateurs de l'outil statistique. Aussi, nous comptons mener les actions suivantes :

- organiser des stages de formation en statistique et en informatique à l'intention des chercheurs et techniciens.
- élaborer des plaquettes techniques présentant brièvement les méthodes statistiques et leurs champs d'application.
- entreprendre un programme de recherche sur les méthodes statistiques en relation avec les chercheurs nationaux ou étrangers.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- **CHAPOUILLE, P.** (1973). Planification et analyse des expériences. Paris, Masson et Cie, 190 p.
- 2- **COCHRAN W.G.** et **COX G.M.** (1957). Experimental Designs. New York, Wiley, 617 p.
- 3- **COURSOL, J.** (1980). **Techniques** statistiques des modèles linéaires. Vol 1. Cours C.I.M.P.A.
- 4- **DAGNELIE, P.** (1975). Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Gembloux, **Presses** agronomiques, 463 p.
- 5- **DAGNELIE, P.** (1980). Principes d'expérimentation. Gembloux, Presses agronomiques, 182 p.
- 6- **EQUIPE SYSTEME BASSE CASAMANCE,** (1985). Rapport d'activités n° 2. Recherches sur les systèmes de production en Basse Casamance. 'Equipe de recherche sur ies systèmes de production. ISRA, Département Systèmes et Transfert, document de travail n° 1985-13, Ziguinchor / Dakar, Mars, 1985.
- 7- **GERARD, G.** (1980). Biométrie. Syllabus Agro 2110 UCL
- 8- **GOMEZ, A.A.** et **GOMEZ, K.A.** (1984). Statistical **procedures** for agricultural research. 2e ed. New York, John Wiley, 680 p.
- 9- **GOUET, J.P.** (1974). Les comparaisons de moyennes et de **variances**. Application à l'agronomie. Publication ITCF.
- 10- **ITCF** (1975). L'élaboration d'un protocole d'essai. Publication ITCF.
- 11- **KEMPTHORNE, O.** (1952) - Design and Analysis of experiments. Florida, Krieger, 631 p.
- 12- **LECOMPT, M.** (1965). L'expérimentation et les engrais. Paris, S.P.I.E.A., 91 p.
- 13- **LITTLE, T.M.** et **HILLS, F.J.** (1978). Agricultural **experimentation**. Design and analysis. New York, J. Wiley, 350 p.
- 14- **LOWY, R.** (1977). Emploi des méthodes statistiques en toxicologie nutritionnelle. Cahiers de nutrition et de diététique. **Vol 12**, fascicule 1, pp. 37-43.
- 15- **PEARCE, S.C.** (1983). The agricultural field experiment. New York, **J. wiley**, 335 p.

16- PHILIPPEAUJ, G. (1973). Théorie des plans d'expérience.  
Publication **ITCF**.

17- SNEDECOR, G.W. et COCHRAN, W.G. (1980). Statistical  
Methods. Iowa State University **Press**, 7<sup>o</sup> édition.

ANNEXES

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES INSECTES NUISIBLESDU DIAKHATOU1. Justification et objectif :

La culture du diakhatou est très répandue en Casamance. Le seul département de Ziguinchor produit 700 tonnes de fruits. Cependant, cette production est très sérieusement menacée par les insectes dont l'impact se traduit en une perte d'environ 50 % des fruits portés par 1 plant. Aussi s'avère-t-il nécessaire de mener des actions en vue de protéger le diakhatou contre ses principaux ennemis que sont la cecidomyie *Asphondylia* sp et l'Eurytomidae *Eurytoma* sp.2.

2. Dispositif expérimental et traitements :

Le dispositif est un bloc complètement randomisé avec 4 objets répétés 6 fois :

T0 = témoin sans traitement

T1 = 200 g de noix broyée de neem dans 5 l d'eau

T2 = 400 g " " " " " "

T3 = 600 g " " " " " "

Les parcelles élémentaires sont de 1 m x 8,5 m = 8,5 m<sup>2</sup>. Les traitements insecticides sont faits à la fréquence de 2 fois par semaine à partir de la floraison.

3. Réalisation :

La mise en place de l'essai est confiée à Mr. DIOUF du CEFOH.

4. Notations et prélèvements :

L'efficacité des traitements sera mesurée touter les semain

& partir du début de la fructification. A chaque contrôle on procédera au comptage d'au moins 100 fruits que l'on séparera en fruits sains et fruits attaqués. On prélèvera les fruits attaqués pour une dissection au laboratoire.

On notera la présence de tout autre ravageur sur le diakhatou.

A la récolte on notera le nombre de fruits/plant (en comptant sur 10 plants) et le poids des fruits de chaque parcelle. Une fois les 10 plants choisis, on les marquera et tous les fruits récoltés seront comptés et pesés.

Annexe 1 : Schéma de mise en place de l'essai.

**N**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T1	T <sub>w</sub>	T <sub>w</sub>	T0	Tz	T1	T1	Tz	T0	Tz	T2	T3

T <sub>w</sub>	T1	T1	T <sub>w</sub>	T1	T0	Tz	T0	T0	T3	T0	T2
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

**S**

Annexe 2 : Lutte contre les insectes nuisibles du  
di akhatow - comptage

Date .....

N° parcelle.....

Traitement.....

Nombre Plants considérés	Nombre total fruits	Fruits sains	Fruits attaqués	Observations

TOTAL :

% Attaque :





## ANNEXE 2

1. S. R. A.  
C.R.A. de Djibélor

-----  
MACHINISME  
-----

### Protocole Comparaison des Itinéraires Techniques sur l'arachide

#### I. - Objectifs

Cet essai a pour objectif de faire la comparaison entre les **différents itinéraires** techniques mis en oeuvre pour la **culture** de l'arachide notamment dans les zones IV et V identifiées comme zones à forte **pénétration** de la culture attelée. Il servira aussi de **référentiel d'analyse** pour des études comparatives entre les deux **zones précitées**.

#### II. - Traitements

Nous nous proposons de comparer quatre traitements dont chacun est la combinaison des **différentes opérations culturales** depuis la **préparation** du sol jusqu'à la **récolte** :

<u>Traitement</u>	<u>Préparation</u> du sol	<u>Mode de semis</u>	<u>Mode de sarclage</u>
T <sub>1</sub>	Billonnage à la T.B*	Manuel	Manuel
T <sub>2</sub>	Labour à plat "	Manuel	<b>Manuel</b>
T <sub>3</sub>	Labour à plat "	Semoir Super Eco	Manuel
T <sub>4</sub>	Labour à plat "	Semoir Super Eco	Houe Sine n° 9

\* T.B. : Traction Bovine

Le traitement T<sub>1</sub> est en d'autres termes, la méthode traditionnelle et **con-**cerne les deux zones (IV et V) alors que T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> et T<sub>4</sub> concernent plutôt la zone IV bien que le T<sub>4</sub> soit au stade d'initiation.

#### III. - Dispositif expérimental

Le dispositif **utilisé** dans cet essai est un bloc aléatoire complet (**Randomized Complete Block**) avec quatre **répétitions** pour chaque traitement (voir schéma).

Parcelle élémentaire 30 m x 20 m = 600 m<sup>2</sup>

Distance entre bloc pour permettre aux animaux de tourner : 3,5 m

Surface totale 134 m x 80 m = 10720 m<sup>2</sup> (1,07 ha).

.../...

IV. - Déroulement de l'essai

1. Lieu : Plateau du CRA de Djibélor
2. Variété : 69 - 101 (80 kg/ha à raison de 2 graines/poquet).
3. Fumure : un amendement de 75 kg/ha de 8 : 18 : 27 sera appliqué à chaque parcelle élémentaire
4. type de sol : sols rouges de plateau.

V. - Observations (précédent cultural et données agronomiques : taux de levée, floraison, etc. . . )

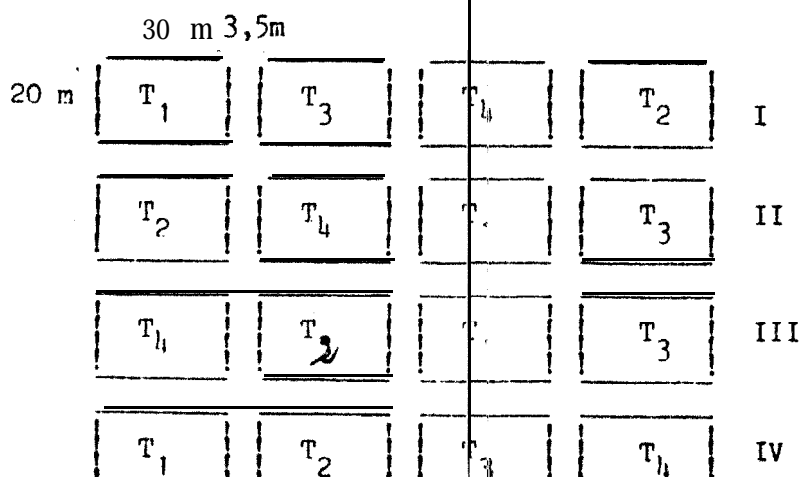
1. Caractéristiques de chaque travail effectué par parcelle élémentaire

- Préparation du sol : charrue UCF
  - . dimension du type de joug utilisé
  - . largeur du travail (spécifier le matériel utilisé)
  - . profondeur du travail
  - . hauteur et distance interbillon pour un billonnage
- Mode de semis
  - . profondeur de semis
  - . nombre poquets sur 10 m pour un semis manuel
  - . distance entre les lignes de semis : 60 cm
  - . distance sur la ligne 15 cm
  - . disque utilisé pour le semoir (nombre de trous)
- Mode de sarclage (deux sarclage à 2 et 4 semaines aprks le semis)
  - . out il de sarclage (manuel)
  - . nombre et dimensions; des pièces trsvaillnntes sur la Houe Sine n°9
  - . dimension du type de joug utilisé

2. Temps de travaux pour chaque opération sur chaque parcelle élémentaire

3. Rendements par la méthode des carrés de rendement (environ 25 m<sup>2</sup>)

VI. - Plan de l'essai



MACHINISME

FICHE RESULTATS ESSAIS AGROWOMIQUES

1. Titre de l'essai : \_\_\_\_\_
2. Nom du village : \_\_\_\_\_ Zone : \_\_\_\_\_
3. Nom du collaborateur : \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_
4. Champs de case/plein champs : \_\_\_\_\_
5. précédent cultural : \_\_\_\_\_ 1985 \_\_\_\_\_ 1984 \_\_\_\_\_ 1983 \_\_\_\_\_ 1982 \_\_\_\_\_ 1981 \_\_\_\_\_
6. Type de préparation du sol en 1985 : \_\_\_\_\_
7. Dernière année de parçage : \_\_\_\_\_
- E. Avez-vous pris un échantillon du sol : \_\_\_\_\_
4. Variété : \_\_\_\_\_
10. Fumure : \_\_\_\_\_

11. Déroulement de l'essai	T <sub>1</sub> (témoins)	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Superficie (m <sup>2</sup> )				
<u>Préparation du sol</u>				
- date de labour (j/mois)				
- type de labour (p, l, h, l)				
- matériel de labour				
- temps de travaux*				
<u>Semis</u>				
- date de semis (j/mois)				
- mode de semis				
- matériel de semis				
- temps de semis				
<u>Parçage</u>				
- date de parçage (j/mois)				
- mode de parçage				
- matériel de parçage				
- temps de parçage				

Récolte													
- date de récolte (j/mois)													
- mode de récolte													
- matériel de récolte													
- temps de récolte													
12. <u>Evaluation rendement</u>		T <sub>1</sub> (témoin)		T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			
. Sur l'échantillon		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
- carré de rendement (m <sup>2</sup> )													
- nombre de plantes		r - T - - -											
- poids humides produit (kg)													
- poids humides mat. vég. (kg)		i - - T - -											
. Echantillons regroupés**													
- surface récoltée (m <sup>2</sup> )													
- plantes/ha													
- poids sec produit (kg)													
- taux d'humidité (%)		- - - T - - -											
- poids sec mat. vég. (kg)													
- taux d'humidité (%)													
. Rendement produit (kg/ha)													
. Rendement mat. vég. (kg/ha)													
13. <u>Densité racinaire (kg/dm<sup>3</sup>)</u>													
à 10 cm													
à 20 cm													
14. <u>Profil cultural</u>													
Observations													

- \* Temps de travail en minutes par parcelle
  - en manuel : nombre de personnes x temps de travaux
  - en traction animale : temps de travail global mais il faut spécifier en observation la constitution de l'équipe : une paire de boeufs + 1 ou 2 manoeuvres (1PB2M)

\*\* Regrouper les produits des trois échantillons et les sécher ensemble, c'est-à-dire dans les mêmes conditions (durée, endroit, etc...)  
faire la même chose pour les matières végétales.  
Une fois, les échantillons séchés, peser et calculer le rendement (se reporter à la fiche "carré de rendement" pour les différentes spéculations).

I. S. R. A.  
C.R.A./Djibélor

MACHINISME

Comparaison des Itinéraires Techniques sur l'arachide  
en milieu paysan

(voir essai en station)

I. - Objectif

Comparaison entre les itinéraires techniques les plus courants dans la zone et un ou deux niveaux améliorés.

II. - Traitements

Quatre traitements qui seront combinés en binôme ou en trinôme :

<u>Traitement</u>	<u>Préparation du sol</u>	<u>Mode de semis</u>	<u>Mode de sarclage</u>
T <sub>1</sub>	Billonnage à la T.B.	Manuel	Manuel
T <sub>2</sub>	Labour à plat "	Manuel	Manuel
T <sub>3</sub>	Labour 8 plat "	Semoir Super Eco	Manuel
T <sub>4</sub>	Labour à plat "	Semoir Super Eco	Houe Sine N° 9

III. - Dispositif

Suivant le nombre de paysans disponibles, on aura une combinaison (répétition) par paysan ce qui constituera en fait un 'bloc :

Parcelle élémentaire : 30m x 20m = 600m<sup>2</sup> (prévoir de la place pour que les boeufs puissent tourner)

IV" - Déroulement de l'essai

1. Lieux

- ~~Beulandor~~ Combinaison : T<sub>3</sub> et T<sub>4</sub>  
Nombre de paysans : 3
- Suel Combinaison : T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> et T<sub>4</sub>  
Nombre de paysans : 2 ou 3
- Fandjikaki Combinaison T<sub>1</sub>, ~~T<sub>2</sub>~~ et T<sub>3</sub>  
Nombre de paysans : 2 ou 3

2. Variétés : 69 - 101 (80 kg/ha à raison de 2 graines/poquet)

3. Fumure : 75 kg/ha de 8 : 18 : 27 pour chaque parcelle élémentaire

V. - Observations (précédent cultural, taux de levée, floraison, etc...)

1. Caractéristiques de chaque travail effectué

- Préparation du sol

- . dimension du type de joug utilisé
- . largeur du travail (spécifier le matériel utilisé)
- . profondeur du travail
- . hauteur et distance interbillon pour un billonnage

- Mode de semis

- . profondeur de semis
- . nombre de poquets sur 10m pour un semis manuel
- . distance entre les lignes de semis
- . disque utilisé pour le semoir (nombre de trous)

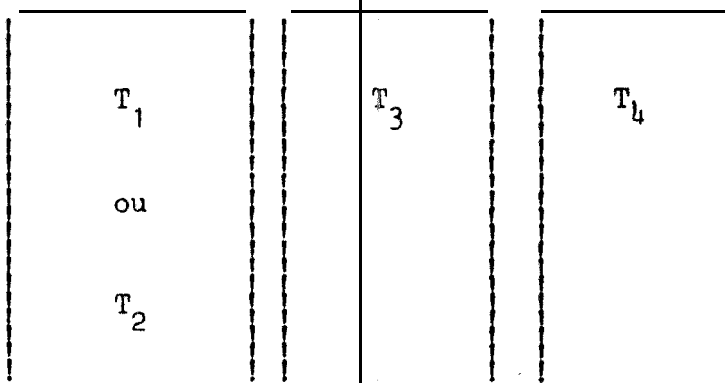
- Mode de sarclage

- . outil de sarclage (manuel)
- . nombre et dimensions des pièces travaillantes sur la Houe Sine n°9
- . dimension du type de joug utilisé

2. Temps de travaux pour chaque opération sur chaque parcelle élémentaire

3. Rendements : par la méthode des carrés de rendement

VI. - Plan de l'essai





TEST DU SEMOIR DANS LES RIZIERES

I. - OBJECTIFS

L'installation progressive de la sécheresse a profondément modifié les systèmes de cultures de la Basse Casamance. Le semis direct du riz est de plus en plus recommandé au lieu du repiquage. Le but de l'introduction du semoir dans les rizières est d'une part, de réaliser le semis direct dans des limites de temps raisonnables et d'autre part, de lever le goulot d'étranglement constitué par le sarclage manuel dans les zones à traction animale.

II. - TRAITEMENTS

Du point de vue rendement, les différents itinéraires **techniques** (local et amélioré) donnent des résultats très proches, c'est au niveau des temps de travaux que **la différence** se fait sentir notamment **pour le sarclage**. (Voir Rapport A' Activités n° 2, 3, 4 de l'Equipe SYSPRO-Djibélor)

T<sub>1</sub> = technique locale

T<sub>2</sub> = semis au semoir Super-Eco

III. - DISPOSITIF

L'essai est réalisé sous forme de binôme au niveau d'une rizière de 10 à 15 ares (au moins). La parcelle est divisée en deux pour semer une moitié selon la technique locale et l'autre au semoir Super-Eco,

Si c'est possible essayer de faire un labour à plat à **la charrue** avec la traction bovine. (voir schéma).

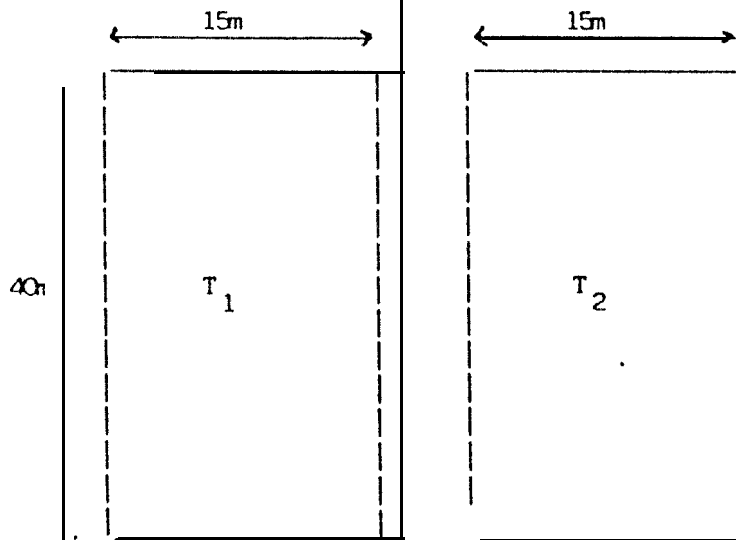
IV. - DEROULEMENT DE L'ESSAI

1. Lieux : dans les villages du "Programme Vallée" du PIDAC, dans les zones à traction animale ;
2. Variété : 144/B9 (108kg/ha avec **le disque 32 tours avec des** lignes de semis de 30cm): 5 kg / parcelle élémentaire.

V. - OBSERVATIONS

- Caractéristiques de la préparation du sol (type de matériel ou d'outil) ;
- Noter les temps de travaux pour le labour, la finition, le semis de chaque parcelle élémentaire ;
- Noter le poids de graines semées pour chaque traitement ;
- Noter les temps de sarclage pour chaque traitement ;
- Noter les temps de récolte ;
- Evaluer les rendements pour chaque parcelle élémentaire.

VI. SCHEMA



~~I.C.R.A.~~  
C.R.A./DIBELOR

—  
MACHINISE  
—

## SARCLAGE MECANIQUE RIZ DE NAPPE

### I. - OBJECTIFS

Le semis direct du riz en lignes prend de l'importance dans la région de Ziguinchor. La période de sarclage constitue toujours une période de pointe pour la main-d'oeuvre disponible au niveau des différentes vallées. Le but de cet essai est de contribuer à la résolution de ce problème avec l'utilisation d'un matériel de sarclage mécanique en l'occurrence une houe rotative à traction manuelle,

### II. - TRAITEMENTS

Nous nous proposons de comparer trois traitements :

- T<sub>1</sub> (témoin) = technique de sarclage locale  
 T<sub>2</sub> = sarclage avec la houe rotative  
 T<sub>3</sub> = sarclage avec la houe rotative suivi d'un nettoyage de la parcelle.

Le passage de la houe rotative pour le T<sub>2</sub> sans nettoyage doit nous permettre de constater et d'évaluer par la suite le taux de repousse des mauvaises herbes.

### III. - DISPOSITIF

Essayer de trouver une rizière de 10 à 15 ares. La parcelle sera divisée en trois parties. Le semis de chaque parcelle élémentaire doit être exécuté en ligne, espacées de 25 à 30cm (au semoir ou au rayonneur) (voir schéma).

### IV. - DEROULEMENT DE L'ESSAI

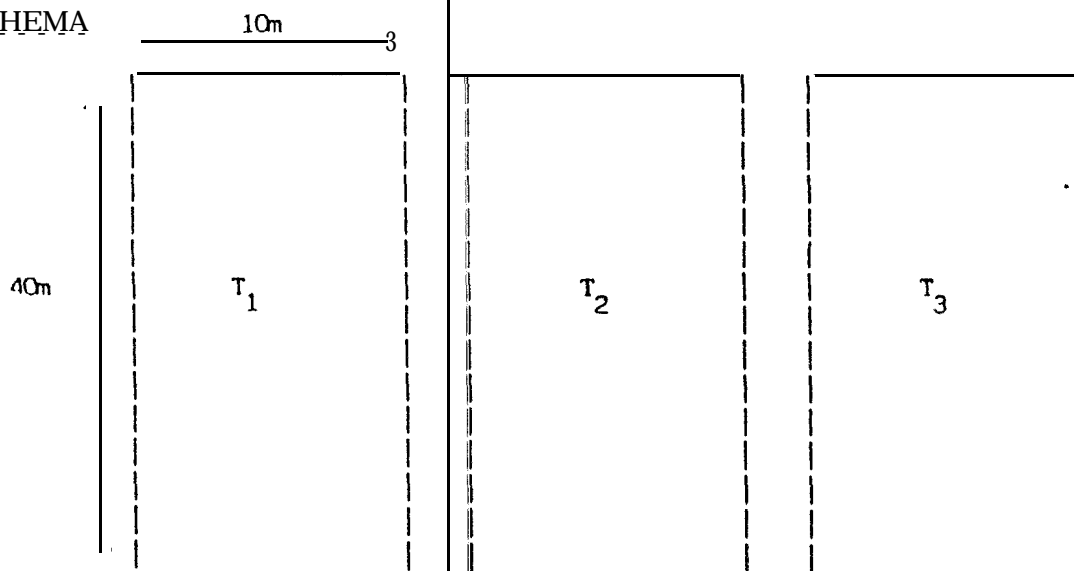
1. Lieux : Boulandor, Station, Bandjikaki, Médieg avec 2 à 3 paysans
2. Variétés : 144B/9 (108kg/ha avec le disque 32 crans avec interlignes de 30cm, fourni par ISRA ou PIDAC) ou variété locale (fournie par le paysan) ; ( 5 B<sub>2</sub> / parcelle élémentaire)
3. Fumure : pratiques paysannes uniformes sur toutes les parcelles élémentaires.

\* Dans les vallées où le semis à la volée est encore pratiqué, il faudra .../... prévoir un traitement supplémentaire (T<sub>4</sub>) avec semis à la volée et sarclage manuel

V. - OBSERVATIONS

- . Noter le mode de préparation du sol (type de matériel, outils manuels, etc...) ;
- . Noter les temps de travaux pour le labour, la finition, le semis de chaque parcelle élémentaire :
- . Noter le poids de graines semées et des interlignes pour chaque parcelle élémentaire ;
- . Noter les temps de sarclage (temps global + nombre de personnes)
- . Noter les temps de récolte (temps global + nombre de personnes);
- . Evaluer les rendements pour chaque parcelle élémentaire.

VI. - SCHEMA



C.R.A./DJIBELOR

MACHINISME

LABOUR ET SARCLAGE DU MAIS EN PLEIN CHAMP

## 1. . OBJECTIFS

Dans la perspective du développement et de l'extension des cultures céréalières en Casamance, le maïs occupe une place prépondérante. Le programme "quart d'hectare" initié par le PIDAC constitue un maillon important de la chaîne. Il s'agit pour cette action de recherche au stade de pré vulgarisation, de montrer les possibilités pour optimiser l'utilisation de certains types de matériels de culture attelée présente dans les exploitations en vue d'augmenter la productivité de la main-d'oeuvre disponible (charrue UCF, butteur-billonneur, houe sine n° 9).

11. - TRAITEMENTS

Les résultats obtenus par l'équipe système de Djibélor ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre les rendements pour les différents itinéraires techniques (billon à plat) appliqués et testés en milieu paysan (voir : rapports d'activités n° 2, 3, 4) c'est plutôt au niveau des temps de travaux globaux que la différence est assez significative. Les traitements retenus sont les suivants :

$T_1$  = labour à plat avec la traction bovine + semis au semoir Super-Eco avec le disque 16 trous. (éventuellement) + sarclage manuel ;

$T_2$  = labour à plat avec la traction bovine + semis au semoir Super-Eco avec le disque 16 trous (éventuellement) + sarclage ou buttage mécanique.

III. - DISPOSITIF

L'essai est mis en place sous forme de binôme en dehors des champs de case (de préférence). Les parcelles élémentaires doivent occuper une surface d'au moins de  $500m^2$  (voir schéma :  $10m \times 50m$ ).

Il faut aussi prévoir assez d'espace pour permettre aux boeufs de tourner en bout de raie (valable pour le  $T_2$ ), soit un couloir de 3 à 4m de large

Ce dispositif sera répété avec le plus grand nombre de paysans possibles.

Interligne de semis : 90cm

Distance entre poquets : 25cm.

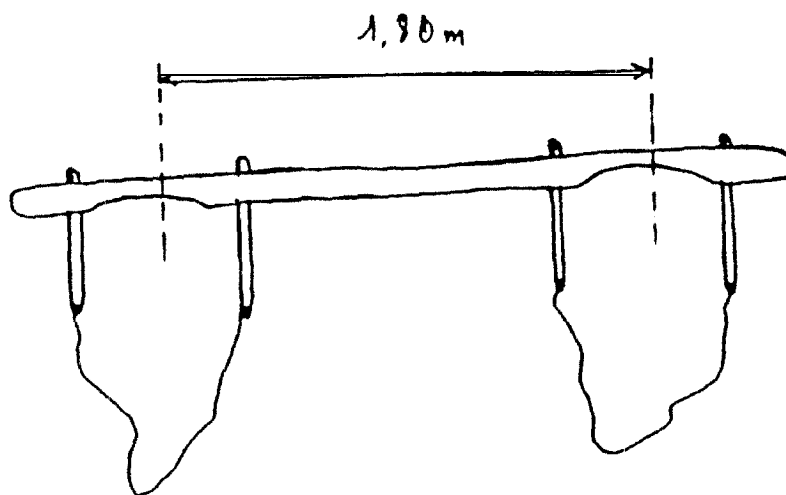
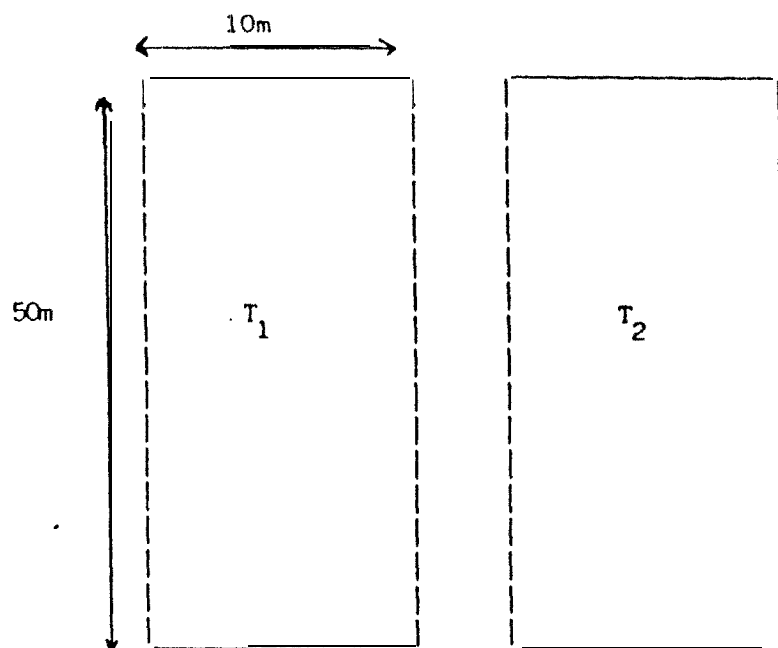
IV. DEROULEMENT DE L'ESSAI:

1. Lieu : dans les villages du programme "quart d'hectare" dans les zones à traction animale.
2. Variété : ZM10 ou variété disponible (local) ;  
(1.25 kg/parcelle élémentaire)
3. Fumure : Au moins fumure de fond de 100kg/ha de 8: 18:27 avant le labour pour chaque parcelle élémentaire (10 kg pour 1000m<sup>2</sup>) et un apport de 5kg d'urée sur chaque parcelle élémentaire au moment du sarclage.

V. OBSERVATIONS

1. Caractéristiques du travail du sol  
Il faudra noter les données suivantes :
  - .dimensions des types de joug utilisés
  - .type de matériel utilisé
2. Semis
  - .distance entre les lignes : 90 cm
  - .distance entre poquets pour un semis manuel : 25 cm (2 graines par poquet);Procéder au démariage (1 plant/poquet) à deux semaines après le semis.  
Pour un semis mécanique (semoir Super-Eco), donner les caractéristiques du disque utilisé.
3. Sarclage
  - .Outil manuel utilisé pour T.
  - .Spécifier le matériel de culture attelée utilisé et la largeur du travail (nombre et dimension des dents de sarclage pour la Houe Sine)
  - .dimension et type de joug utilisé (prévoir un joug de 1,80 m)
4. Temps de travaux pour toutes les opérations sur chaque parcelle élémentaire
5. . Chaque bande est récoltée entièrement et séparément  
Les **spathes** sont enlevées et les épis sont comptés et pesés.  
Ensuite prener un seul échantillon de 50 épis (mélange des deux parcelles) et les peser. Faire **sécher** l'échantillon, le peser de nouveau et le faire égréner. Peser finalement les graines.

VI. - PLAN DE L'ESSAI



Joug de sarclage

-----  
AMELIORATION RIZ  
-----

1986

VRAIE GRANDEUR DE RIZ AQUATIQUE EN MILIEU PAYSAN

Localités : Loudia-Ouolof, Boukitingo, Séléky, Bandjikaki.

I. BUT : Comparer les meilleures variétés améliorées de riz aquatique du point de vue production avec les variétés locales dans le système traditionnel paysan et vérifier leur stabilité.

II. VARIETES EN ETUDES :

1. Sé: i Coly
2. DJ-584D
3. Rock 5
4. BW-248
5. IR 2070-586
6. Locale

Chaque variété améliorée sera comparée avec la variété locale du paysan.

III. DISPOSITIF :

La parcelle élémentaire sera représentée par le casier du paysan, labouré à la manière traditionnelle il est divisé en 2 parties égales où une partie sera repiquée avec la variété locale et l'autre partie avec l'améliorée (veiller à ce que les superficies repiquées avec l'améliorée et la locale soient les mêmes).

NB : vous pouvez donner 2 variétés différentes à 1 seul paysan mais pas les mêmes.

IV. MISE EN PLACE DES PEPINIERES :

- Chaque sachet pèse 1kg si bien que la même quantité de riz amélioré semée dans la pépinière doit être la même que celle de la locale.
- semer la pépinière suivant la méthode traditionnelle du paysan.
- éviter qu'il y ait un mélange entre les variétés au moment de la mise en place des pépinières et du repiquage.

Remarques : Il importe de fixer la date de semis des pépinières à environ 30 jours avant la date prévue pour le repiquage.

Le repiquage sera fait avec des plants de 30 jours d'âge de préférence et suivant la méthode du paysan.



V. OBSERVATIONS :

a) pépinière. Date de nettoyage pépinières

- Date de mise en place des pépinières
- Mode de labour des pépinières
- Mode d'entretien, situation phytosanitaire etc...
- Levée régulière ou irrégulière, faible ou moyenne.

b) Rizières

Type de rizières

- Fumure utilisée
- Type de labour - Instrument de labour
- Date de repiquage
- Méthode de repiquage
- Nombre de lignes/billons
- Largeur des billons - Ecartement moyen entre billons
- Ecartement moyen entre poquets et entre lignes
- Nombre de brins moyens/poquets
- Comment a été la reprise
- Date de floraison (50 %)
- Situation phytosanitaire
- Date de récolte etc...

VI. SCHEMA DE L'ESSAI

CASIER DU PAYSAN

VARIETE LOCALE	VARIETE AMELIOREE
----------------	-------------------

RESULTATS VRAIE GRANDEUR DE RIZ AQUATIQUE

1. Nom du village : \_\_\_\_\_
2. Nom du collaborateur : \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_
3. Type de rizière : \_\_\_\_\_
4. Précédent cultural 1985 \_\_\_\_\_ 1984 \_\_\_\_\_ 1983 \_\_\_\_\_
5. Dernière année d'apport de matière organique : \_\_\_\_\_ Type : \_\_\_\_\_
6. Instrment de labour : \_\_\_\_\_ 7. Type labour (plat, billon) \_\_\_\_\_
7. Pluviométrie après repiquage (mm) \_\_\_\_\_

T <sub>1</sub> = améliorée _____	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
T <sub>2</sub> = local _____	Améliorée	Locale		
T <sub>3</sub> = _____	(	)	(	)
T <sub>4</sub> = _____	(	)	(	)
Superficie de traitement (h <sup>2</sup> )				
Jour pépinière				
Date de repiquage				
Nombre de lignes/billon				
Date de sarclage (j/mois)				
Nombre de brins moyens/poquets				
Nbre poquets/10m <sup>2</sup> à 30js après repiquage				
Date de récolte (j)				
Nbre de jours d'inond.parcelles				
Surface récoltée (h <sup>2</sup> )				
Nombre de poquets*				
Unité de récolte**				
Poids de récolte (kg)				
Hauteur***				
Rendement (kg/ha)				

\* Comptez le nombre de poquets sur plusieurs m<sup>2</sup> et mettez la moyenne/m<sup>2</sup>.

\*\* Unité de récolte :  
 Riz : Comptez le nombre de panicules sur plusieurs h<sup>2</sup>, mettez la moyenne/h<sup>2</sup>

\*\*\* Hauteur : Riz : ras de sol au sommet de la panicule redressée.

Nom du collaborateur : \_\_\_\_\_

CRCQUIS DE L'ESSAI

OBSERVATIONS [Contraintes rencontrées durant l'exécution de l'essai et l'appréciation du paysan sur les différentes variétés et les calculs effectués]

ISRA / DJIBELOR  
SYSTEMES DE PRODUCTION

CAMPAGNE 1986

-----

TEST VRAIE GRANDEUR RIZ DE NAPPE

1. - <u>LOCALITES</u> :	Maoua	Boulandor	Suel	PIDAC
	Bandjikaki	Toukara	Tendimane	

**But :** Comparer les meilleures variétés améliorées introduites en milieu paysan du point de vue production avec les variétés locales dans le système traditionnel paysan.

11. - VARIETES :

- 144B/9 - Riz pluvial strict de 100j qui peut être mené dans la zone transition, mais sur les partie hautes.
- IRAT 112 -- Riz pluvial strict, et de nappe de 100j qui peut être semé le long de la toposéquence.
- IRAT 133 - Riz pluvial de nappe de cycle de 100j pour les zones humides.
- DJ-12-519- Riz pluvial de nappe de 120j pour les zones humides.
- TOX - 728-1 - variété de nappe.
- Sénicoli - variété locale de 130j bien adaptée à la zone de nappe comme sur les plaines alluviales acides.
- Chaque variété améliorée sera comparée avec: la variété locale du paysan et en appliquant sur chacune de l'engrais (25 % de la dose recommandée) - voir schéma.

111. DISPOSITIF :

La parcelle élémentaire sera représentée par le casier du paysan, labouré à la manière traditionnelle (soit à plat ou en billons) il est divisé en deux parties égales (Binôme à 2 traitements) Une partie sera semé avec la variété améliorée (T1) l'autre partie avec la variété locale (T2)  
La quantité de semence pour 500m<sup>2</sup> dépend du taux de germination analysé en station 4 kg/500m<sup>2</sup>  
(faire le test avec 5 - paysans/villages).

1V. - MODE DE SEMIS ET FACONS CULTURALES

Labour et semis selon la méthode du paysan. Juste avant le semis il faut ajouter 50kg/ha de 8:18:27 sur les deux parcelles (2,5kg/500m<sup>2</sup>) et aumoment du sarclage (37,5kg/ha d'urée (1,875kg/500m<sup>2</sup>

.../...

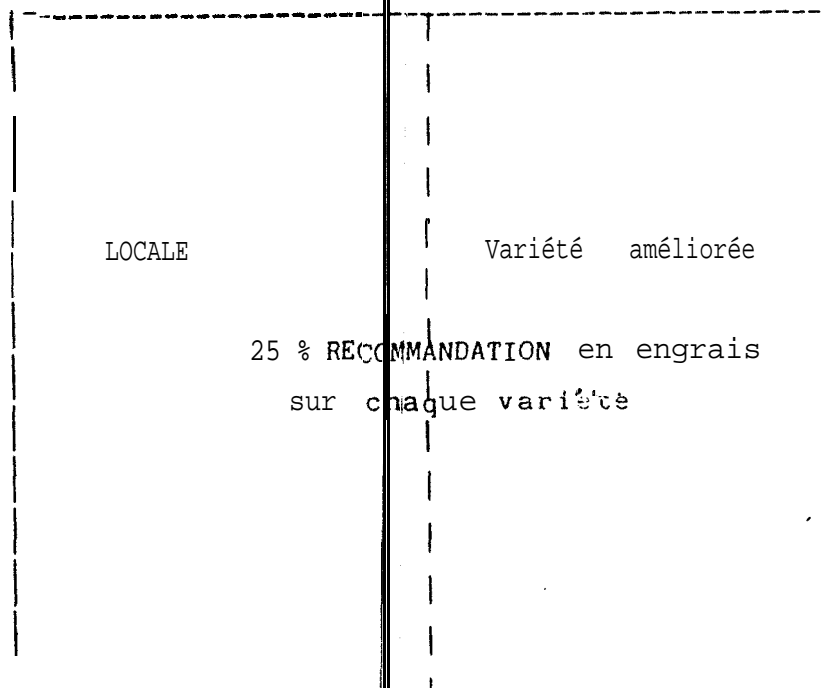
V. - OBSERVATIONS A FAIRE

- Noter les dates des activités agricoles
- Noter après semis la date de l'arrivée de l'eau dans le casier et le nombre de jours de stagnation de l'eau dans le casier  
Noter la date de floraison (50%) et la hauteur des plants à la récolte
- Noter la date de maturations de chaque variété
- Faire un comptage de nombre de panicules/m<sup>2</sup>.

VI. - RECOLTE

- Récolter chaque variété de chaque parcelle séparément et la peser (poids sec de paddy) soit par méthode des carrés, ou par la méthode des gerbes.
- Rappeler au paysan qu'il doit prélever dans sa récolte le même poids de semence (4kg) pour remousement.  
Noter l'utilisation des sous produits de la récolte (paille) et l'appréciation du paysan sur les qualités organoleptique des variétés.

VII. SCHEMA DU DISPOSITIF



SYSTEMES AGRAIRE ET

ECONOMIE AGRICOLE

## RESULTATS VRAIE GRANDEUR de Riz de Nappe

1. Nom du village \_\_\_\_\_
2. Nom du collaborateur \_\_\_\_\_ Code \_\_\_\_\_
3. **Type** de rizières (haute-moyenne-Basse) \_\_\_\_\_
4. Précédent **cultural** 1985 \_\_\_\_\_ 1984 \_\_\_\_\_ 1983 \_\_\_\_\_ 1982 \_\_\_\_\_ 1981 \_\_\_\_\_
5. Dernière année d'apport de fumure \_\_\_\_\_ **Type** \_\_\_\_\_

6. Instrument de labour \_\_\_\_\_ 7. Type labour (plat, billon) \_\_\_\_\_

T1 = amélioré _____	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
T2 = local _____	( Amélioré )	( Local )	( )
T3 = _____			
T4 = _____			
Superficie de traitement (M2)			
Date de labour			
Date de semis (j/mois)			
Date de sarclage (j/mois)			
Intervalle <b>semis-sarclage</b> (j)			
Date de flonraison à 50%)			
Nombre de jours de submersion			
Date de récolte (j)			
Intervalle semis-récolte. (j)			
Surface récoltée (M2)			
<b>Nbre poquets*</b>			
Unité de récolte **			
Poids de la récolte (kg)			
Hauteur***			
Rendement (kg/ha)			

\* Unité de récolte :

Riz ; comptez le nombre de panicules sur plusieurs M2, mettez la moyenne/M2.

\*\* Hauteur : Riz : ras de sol au sommet de la panicule redressée -

## ANNEXE 9

TEST SORGHO EN VRAIE GRANDEUR EN MILIEU PAYSANLOCALITES :

- BQULANDOR
- TENDIMANE
- BAMDJIKAKI
- TOUKARA

I. - BUT : Comparer les meilleures variétés du programme sorgho-Sud avec les variétés locales dans les systèmes de production traditionnel.

II. - TRAITEMENTS EN ETUDE

- T<sub>1</sub> = variété locale  
T<sub>2</sub> = variété améliorée

NB. : Vous pouvez donner 2 variétés améliorées à un seul paysan mais il faut toujours qu'il sème sa variété locale à côté.

variétés en étude : **SS-V3 ; SS-V5 ; SS-V6 ; SS-V8 ; 51.69 ; Local.**

III. - DISPOSITIF

- Binome (variété améliorée et variété locale) soit 2 traitements, paysan
- Choisir 4 - 5 paysans par site - un paysan est considéré comme 1 répétition
- Chaque sachet contient 1kg de semence, à peu près suffisant pour 2000m<sup>2</sup>
- Si le paysan est disponible, les variétés de sorgho peuvent être semées à 40-50cm entre poquet et 80-90cm entre lignes sinon elles sont semées à la manière traditionnelle (locale)
- Dans le poquet, on met 5-10 graines et à 15 jours après la levée on démarie à 3 plantes
- N'oubliez pas de semer la même superficie en variété locale et améliorée.

#### IV. FACONS CULTURALES

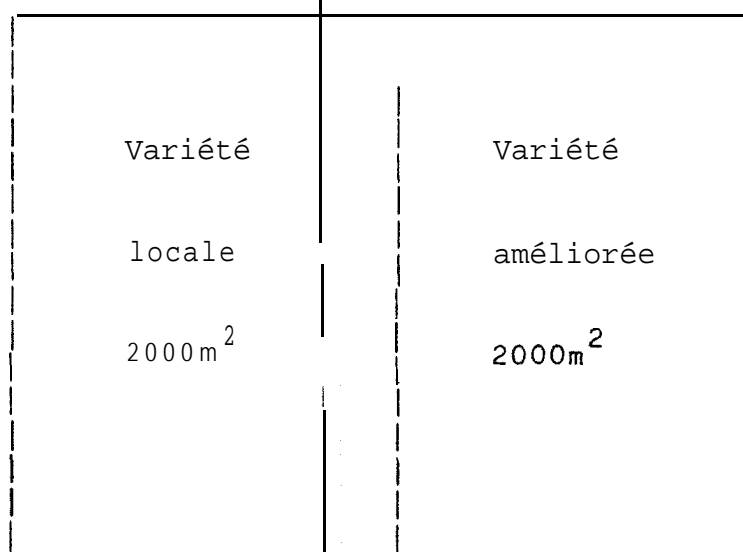
- Labour avec la traction bovine à plat ou en billon suivant la préférence du paysan
- S'il veut mettre de l'engrais, c'est son choix, mais l'observateur ne le fournira pas (mais noter la quantité d'engrais apportée et le type si ce dernier a été réalisé)
- S'il veut associer le sorgho avec d'autres cultures, il faut qu'il fasse la même association avec la locale améliorée.

#### U. - RECOLTE

- Récolter toutes les 2 parcelles séparément ou prendre 3 carrés de  $100m^2$  chacun ( $10m \times 10m$ ) pour estimer la production
- Prendre la hauteur moyenne sur 10 plants pris au hasard et le nombre de plants récoltés par carré
- Prendre le nombre de particules par  $m^2$  et rendement dans la parcelle de variété améliorée comme celui de la locale.
- Noter la situation phytosanitaire.

A la récolte, il faut que le paysan nous rembourse notre semence (3,5kg) et nous espérons qu'il sera d'accord de nous vendre une partie de la production.

#### VI. - SCHEMA



NB. : Les dimensions sont variables mais les superficies semées par variété doivent être les mêmes et de préférence égale à  $200m^2$ .



FICHE RESULTATS ESSAIS VRAIE GRANDEUR DE SORGHO

1. Titre de l'essai \_\_\_\_\_
3. Nom du village : \_\_\_\_\_ Zone : \_\_\_\_\_
3. Nom du collaborateur: \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_
4. Champs de case/plein champ: \_\_\_\_\_
5. Précédent cultural : 1985 \_\_\_\_\_ 1984 \_\_\_\_\_ 1983 \_\_\_\_\_ 1982 \_\_\_\_\_
6. Type de préparation du sol en 1986: \_\_\_\_\_
7. Dernière année de parcage : \_\_\_\_\_
8. Avez-vous pris un échantillon du sol : \_\_\_\_\_
9. Variétés : \_\_\_\_\_ Améliorée; \_\_\_\_\_ Locale : \_\_\_\_\_
10. Fumure : \_\_\_\_\_ Quantité: \_\_\_\_\_

11. Déroulement de l'essai	T <sub>1</sub> Améliorée 1	T <sub>2</sub> Améliorée 2	T <sub>3</sub> Locale 1	T <sub>4</sub> Locale 2
• Superficie (m <sup>2</sup> )				
• Préparation du sol				
- date de labour (j/mois)				
- type de labour (plat, billon)				
- matériel de labour				
- temps de travaux <sup>1</sup>				
• Semis				
- date de semis (j/mois)				
- mode de semis				
- matériel de semis				
- temps de semis				
- Levée				
• Sarclage				
- date de sarclage (j/mois)				
- mode de sarclage				
- matériel de sarclage				
- temps de sarclage				

<u>Récolte</u> - date de récolte (j mois) - mode de récolte - matériel de récolte - temps de récolte				
12. <u>Evaluation rendement</u>	T <sub>1</sub> Améliorée 1	T <sub>2</sub> Améliorée 2	T <sub>3</sub> Locale 1	T <sub>4</sub> Locale 2
<u>Sur l'échantillon</u>				
- carré de rendement (m <sup>2</sup> )				
- nombre de plantes				
- poids humides produit (kg)				
- poids humides mat. végétale (kg)	- - T - T -			
<u>Echantillons regroupés</u> <sup>3</sup>				
- surface récoltées (m <sup>2</sup> )				
- plantes/ha				
- poids sec produit (kg)				
- taux d'humidité (%)				
- poids sec mat. végétale (kg)				
- taux d'humidité (%)				
Rendement produit (kg/ha)				
Rendement mat. végétale (kg/ha)				

- Temps de travaux : en minutes par parcelle
  - en manuel : nombre de personnes x temps de travaux
  - en traction animale : temps de travail global mais il faut spécifier en observation la constitution de l'équipe : une paire de boeufs + 1 ou 2 manoeuvres (1PBZ!)
- Levée : 1 = bonne ; 2 = faible ; 3 = médiocre
- Regrouper les produits des trois échantillons et les sécher ensemble, c'est-à-dire dans les mêmes conditions (durée, endroit, etc...).  
 -Faire la même chose pour les matières végétales.  
 Une fois, les échantillons séchés, peser et calculer le rendement (se reporter à la fiche "carré de rendement" pour les différentes spéculations).

Nom du collaborateur : \_\_\_\_\_

SCHEMA DE L'ESSAI

OBSERVATIONS : (Précise: en détail toutes les contraintes liées à la culture et les **appréciations** du paysan sur les variétés améliorées et locales).

FUMURE SUR MAÏS - ESSAI EN STATION

I. - PUR : Le maïs est une culture de soudure le plus souvent cultivé dans les champs de case (parqués). Le but de cette étude est d'élaborer une courbe de réponse de maïs aux doses de poudrette croissante et de la comparer avec la réponse aux engrais chimique. L'étude s'étendra sur 3 ans.

II. - TRAITEMENTS EN ETUDE

	Par parcelle 54m <sup>2</sup>
T <sub>1</sub> = 0	
T <sub>2</sub> = 3t/ha poudrette sèche	16,2kg
T <sub>3</sub> = 6t/ha poudrette sèche	32,4kg
T <sub>4</sub> = 12t/ha poudrette	64,8kg
T <sub>5</sub> = 100kg/ha 8:18:27	0,540kg
100kg/ha urée	0,540kg
T <sub>6</sub> = 200kg/ha 8:18:27	1,080kg
200kg/ha urée	1,080kg

III. - DISPOSITIF

En 1986 la première bande de maïs sera semée (32,4m x 40m). Après un nettoyage de la parcelle, il y aura un labour à plat fait par les bœufs. Ensuite la bande sera piquetée, la poudrette et l'engrais épandus et incorporés à l'aide des rateaux.

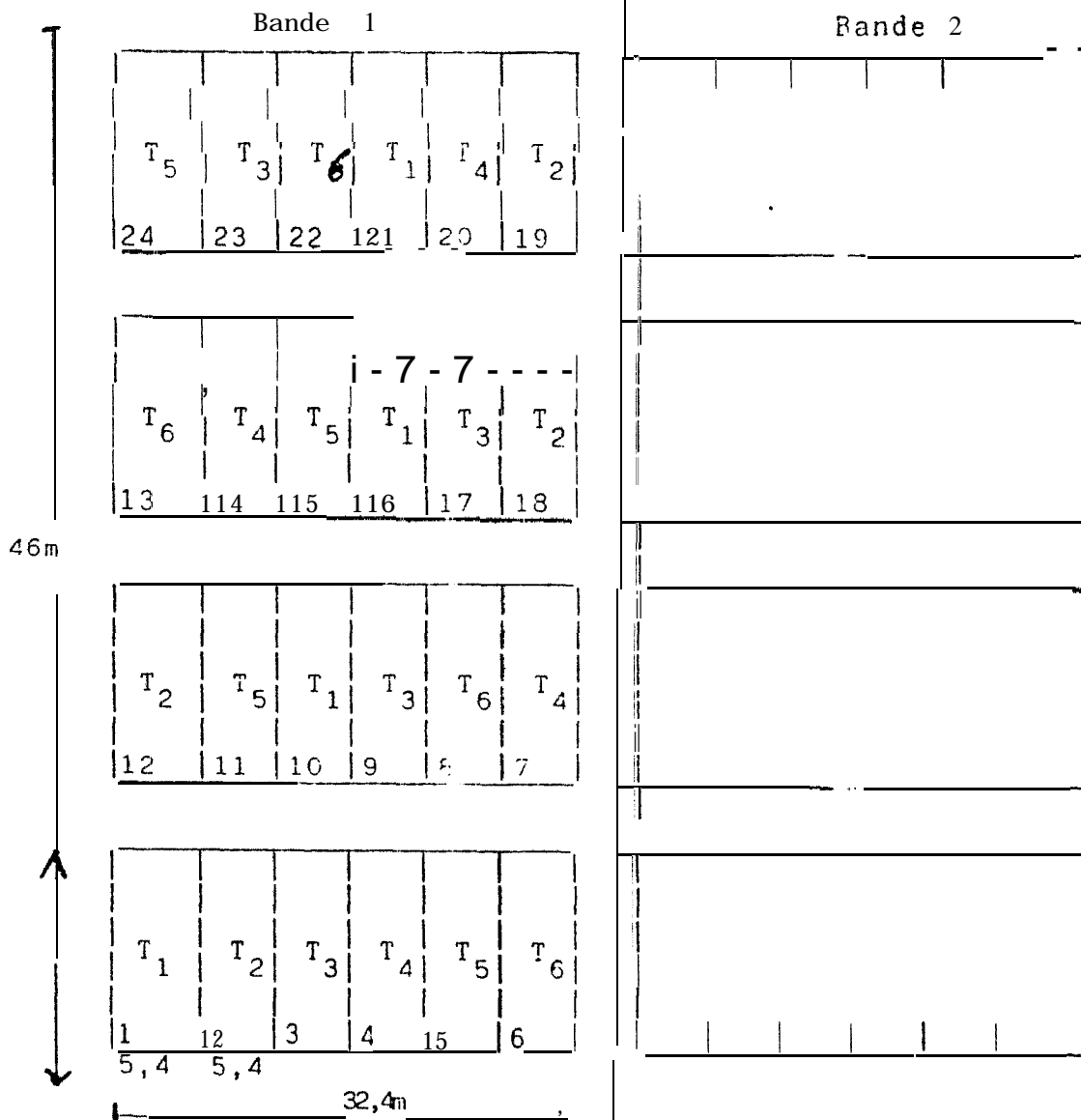
Le semis du maïs (ZM-10) se fait après la deuxième bonne pluie, normalement entre le 15 et le 30 Juin. L'écartement est de 90cm entre les lignes (0 ligne à parcelle élémentaire) et 25cm entre poquets (2 grains/poquet). Juste avant le sarclage et le démariage, à 3 ou 4 semaines, l'urée est appliquée sur les traitements 5 et 6. Le sarclage-buttage est fait manuellement.

En 1987, la première bande plus une deuxième seront semées. sur la première bande on n'ajoute plus de poudrette mais les doses d'engrais sur le T<sub>5</sub> et T<sub>6</sub> sont retenues. L'objet de la première bande pendant la deuxième année est de voir l'effet résiduel du parcage. La deuxième bande, par contre, recevra les doses de poudrette et d'engrais comme indiqué dans le protocole. Cette deuxième bande nous permet de comparer l'effet résiduel du parcage (bande 1) avec l'effet original (bande 2).

En 1988, une troisième bande sera mise en place en plus des deux autres. La première et la deuxième bande seront exploitées sans renouvellement de prodrrette (T<sub>2</sub> - T<sub>4</sub>) mais avec l'application de l'engrais sur le T<sub>5</sub> et T<sub>6</sub>. La bande 3 suivra le protocole original.

Avant la mise en culture de la bande, il faudra homogénéiser celle-ci avec une culture d'arachide.

IV. - SCHEMA



IV. - OBSERVATIONS : Echantillon de sol avant labour

- A 10 jours sur chaque parcelle déterminer le :
  - Nbre de poquets/parcelle
  - Nbre de plantes/poquet
  - Nbre de poquets manquants/parcelle

- Au moment de sarclage, après démariage  
Avec l'aide du malherbologiste voir si la poudrette  
a provoqué davantage des adventices.  
Comptage des poquets/parcelle
- Date de floraison mâle et femelle.

#### V. - LA RECOLTE

- A la récolte - enlever les deux lignes d'extérieur et 50cm sur  
chaque bout de parcelle ( $32,4m^2$ ) et faire :
  - Comptage de nombre de plantes
  - Comptage et récolte des épis: poids des épis frais.
  - Enlevez les spathes et pesez la production de la par-  
celle. Prenez 10% des épis au hasard, pesez-les et les  
séchez. Ensuite prenez le poids sec, et les égrénez
  - Avec la paille, prenez la hauteur moyenne et sur 2 bil-  
lons pesez la paille, la faire sécher et la repeser  
pour déterminer le poids sec.

#### VI. - ECONOMIE

Notez chaque année les temps de travaux à des périodes critiques : Sarclage,  
labour.

N.B : Cette étude doit encore garder un aspect purement technique.

FERTILISATION MATS EN PLEIN CHAMP

- I. - LOCALITES : MA O UA BADJIKAKI PIDAC  
ROULANDOR TOUKARA TENDIMANE BOUKITINGO

II. - BUT : Une des contraintes à l'extension de la culture du maïs en Basse Casamance est le problème de fertilité. Le but de cet essai est de préciser les doses d'engrais minéraux économiques sur la production du maïs en plein champ.

III. - TRAITEMENTS EN ETUDE

- T<sub>1</sub> = pas d'engrais (témoin)  
 T<sub>2</sub> = 50kg/ha de 8:18:27 au semis et 50kg/ha d'urée au sarclage .  
 T<sub>3</sub> = 100kg/ha de 8:18:27 au semis et 100kg/ha d'urée au sarclage  
 T<sub>4</sub> = 150kg/ha de 8:18:27 au semis et 150kg/ha d'urée au sarclage  
 T<sub>5</sub> = 200kg/ha de 8:18:27 au semis et 200kg/ha d'urée au sarclage  
 (4 semaines).  
 T<sub>6</sub> = pas d'engrais de fond  
 120kg/ha d'urée au sarclage (environ 4 semaines),

III. - DISPOSITIF : C'est un bloc fisher à 6 traitements et 2 répétition (6 x 2).

Sur un champ de défriche récente, délimiter douze bandes de 10m x 25m ).

~~Chaque bande est une répétition.~~ Entre deux traitements laisser une allée de 1m (voir schéma)

- T<sub>1</sub> = cars engrais  
 T<sub>2</sub> = 1,25kg de 8:18:27 au semis et 1,25kg d'urée au sarclage  
 T<sub>3</sub> = 2,5kg de 8: 18 : 27 au semis et 2,5kg d'urée au sarclage  
 T<sub>4</sub> = 3,75kg de 8:18:27 et 3,75kg d'urée au sarclage  
 T<sub>5</sub> = 5kg de 8:18:27 au semis  
 5kg urée au sarclage  
 T<sub>6</sub> = pas de 8:18:27  
 3kg d'urée au sarclage.

Dans chaque village, ce test sera conduit au niveau de 5 paysans différents.

#### IV. - MODE DE SEMIS ET FAÇONS CULTURALES

- Après un labour de préférence à plat, l'engrais de fond est épandu et enfoui au niveau des parcelles et le maïs (ZM-10) est semé à 90cm entre lignes et 25cm entre poquets (2 graines/poquet soit 0,625kg de semences/bande) soit 25kg/ha.  
Si les lignes de maïs sont plus rapprochées, il faut écarter davantage les poquets.

<u>Ecartement entre billons</u>	<u>Ecartement entre poquets</u>
(cm)	(cm)
90	25
80	28
70	32
60	38

- Deux semaines après le semis, au moment du sarclage le démaillage des poquets est effectué à 1 plant/poquet
- A 4 semaines environ après la levée, les bandes sont sarclées (soit à la traction bovine, soit manuellement) et l'épandage d'urée est fait. A ce moment, il faut compter les nombres de poquets sur 2 billons, parcelle pris au hasard.

#### V. - OBSERVATIONS A FAIRE

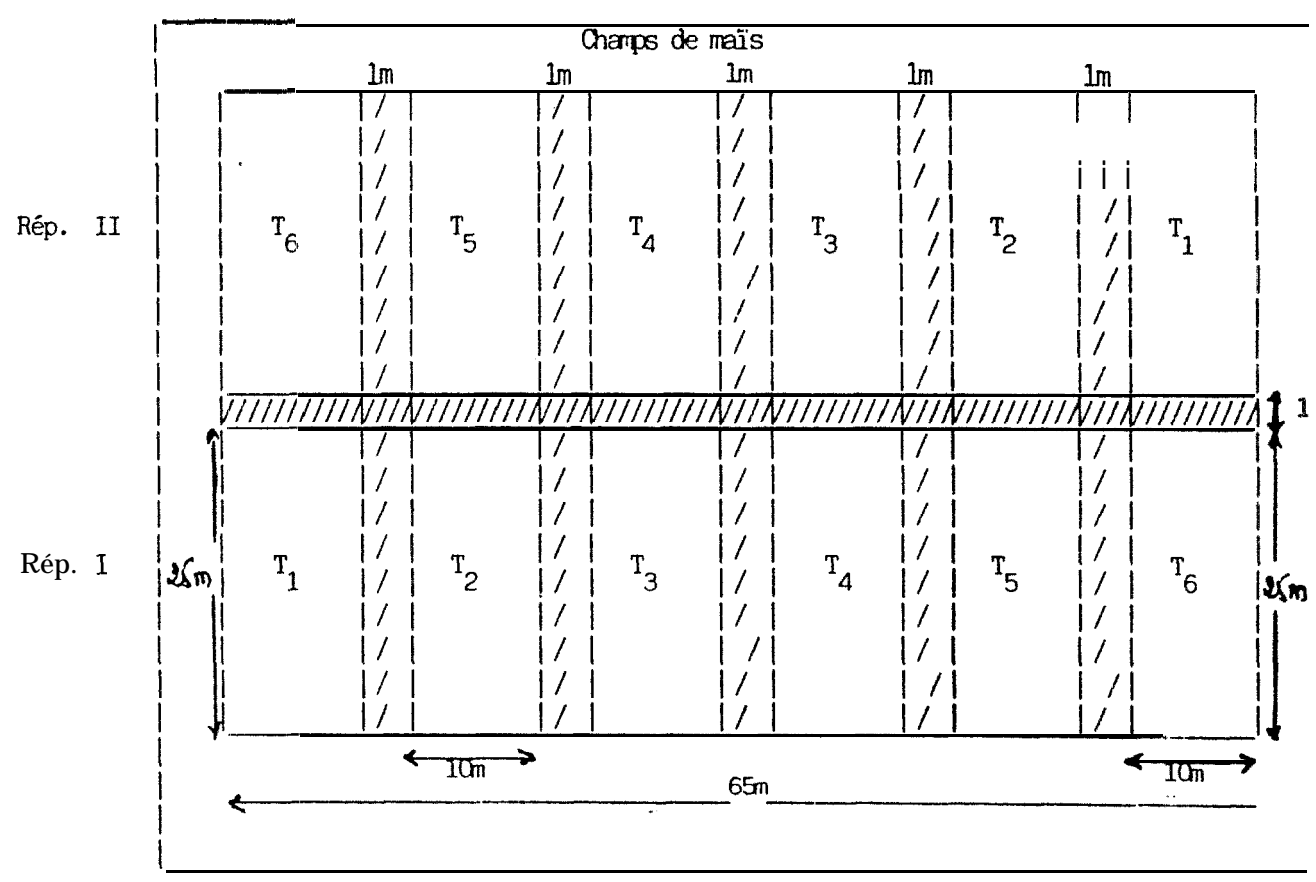
- Prendre des échantillons de sol avant labour au niveau de chaque traitement (0-20cm) et préciser le nom du collaborateur sur le sachet.
- Noter les précédents culturaux de la parcelle 1985, 1984, 1983, 1982 et 1981.
- Noter les dates des activités agricoles (date de labour, date de semis etc... levée, nombre de plants manquants... etc.
- Noter les temps de travaux de sarclage et de récolte de tous les traitements.
- A la récolte, compter le nombre de plantes versées, le nombre de plantes récoltées par bande, le nombre d'épis récoltés par parcelles et les épis fortement attaqués par les oiseaux.



VI. - RECOLTE

- Chaque bande est récoltée entièrement et séparément
- Les spathes sont enlevées et les épis sont pesés et comptés
- Ensuite, pour chaque traitement prenez un échantillon de 10 % des épis séparément. Ensuite, quand ils seront secs, les égréner et prendre le poids des graines pour chaque échantillon pris au niveau de chaque traitement.
- Noter l'utilisation des sous-produits de récolte (spathes-paille)
- Demander au paysan le prix auquel il compterait vendre son maïs s'il on avait l'occasion et combien il souhaiterait qu'on lui paye s'il devait faire une journée de travail sur le champ de maïs de quelqu'un d'autre.

VII. - SCHEMA



RESULTATS FERTILISATION DU MAIS

1. Nom du village \_\_\_\_\_
2. Nom du collaborateur \_\_\_\_\_ C3 de \_\_\_\_\_
3. Champs de case/plein champ \_\_\_\_\_
4. Précédent CU ! tural 1985 1984 1983 1982 1983 e-w.-
5. Dernière année apport de fumure \_\_\_\_\_ type \_\_\_\_\_
6. Avez-vous pris un échantillon du sol \_\_\_\_\_ Numéro de l'échantillon \_\_\_\_\_
7. Instrument de labour \_\_\_\_\_ 8. Type lab. (plat. billon) \_\_\_\_\_ Variété \_\_\_\_\_

	T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>		T <sub>4</sub>		T <sub>5</sub>		T <sub>6</sub>	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Fas d'engrais	50kg/ha 8:18:27		100kg/ha 8:18:27		100kg/ha 8:18:27		150kg/ha 8:18:27		200kg/ha 8:18:27		120kg/ha urée	
	50kg/ha urée		100kg/ha urée		100kg/ha urée		150kg/ha urée		200kg/ha urée			
de traitement (M)												
de labour (j/mois)												
de semis (j/mois)												
de sarclage (j/mois)												
serv. semis-sarclage (j)												
pré de sarclage* (m./par)												
de p.pq./1002 à 30 js												
de récolte (j)												
serv. semis-récolte (j)												
de plantes												
de plantes versées												
de épis												
de épis												
de épis humide (kg)												
de épis sec (kg)												
de humidité <sup>1</sup>												
de épis égrenés												
de épis égrenés <sup>2</sup>												
de épis secs (kg)												
de épis (kg/ha)												
de épis de paille** (kg/ha)												

sur la parcelle

sur l'échantillon

FERTILISATION MAÏS - 2

Nom du collaborateur \_\_\_\_\_

Croquis d'essai

Observations

\* Les temps de travaux sont en personne/minute/parcelle, c'est-à-dire si 3 personnes ont travaillé de 10:00 à 12:00, il faut noter  $120 \times 3 = 360$  pers./mn./parcelle. Sur le verso, expliquez qui a fait le travail et comment vous avez fait vos calculs.

\*\* Poids sec de la paille : Dans chaque traitement, prenez 3 lignes de 10m de long et récoltez la paille de maïs au ras du sol. Mettez les 3 billons en tas, séchez et pesez. Par règle de trois, calculez la production par ha.

1. : Taux d'humidité =  $\frac{\text{Poids des épis humides} - \text{Poids des épis secs}}{\text{Poids des épis secs}}$

2. : Taux d'égruage =  $\frac{\text{Poids grains secs}}{\text{Poids épis sec (avec grains)}}$

CALCULS EFFECTUES pour déterminer la production (kg/ha) et le rendement (en kg/ha)

|

||

|

**ESSAI D'EVALUATION DE LA NUISIBILITE  
DES MAUVAISES HERBES DU RIZ.**

OBJET

Connaître la période critique de sensibilité du riz à la concurrence des mauvaises herbes, ceci en condition de riziculture submergé de semis direct.

DISPOSITIF ET TRAITEMENTS

- Plan : blocs complets randomisés
- Nombre de répétitions : 5
- Dimensions d'une parcelle élémentaire : 2,5 m x 7 m =  
17,5 m<sup>2</sup>
- Allées entre parcelles : 0,60 m ; entre répétitions : 1 m
- Bordure : 1,5 m
- Superficie essai : 1950 m<sup>2</sup>.

TRAITEMENTS

- |      |   |   |    |     |     |
|------|---|---|----|-----|-----|
| (1); | Maintenu propre pendant les 10 premiers jours après |   |    |     |     |
|      | émergence.  |   |    |     |     |
| (2)  | "   | " | II | 20" | " " |
|      | émergence   |   |    |     |     |
| (3). | "   | " | "  | 30  | " " |
|      | émergence   |   |    |     |     |
| (4). | "   | " | "  | 40  | " " |
|      | émergence   |   |    |     |     |
| (5). | "   | " | "  | 50  | " " |
|      | émergence   |   |    |     |     |
| (6 ) | "   | " | "  | 60  | " " |
|      | émergence   |   |    |     |     |

- |       |                 |   |
|-------|-----------------|---|
| (7).  | Maintenu propre | pendant tout le cycle                               |
| (8).  | Maintenu propre | à partir du 10 <sup>ème</sup> jours après émergence |
| (9).  | " "             | " 20 <sup>ème</sup> " "                             |
| (10). | " "             | " 30 <sup>ème</sup> " "                             |
| (11). | " "             | " 40 <sup>ème</sup> " "                             |
| (12). | " "             | " 50 <sup>ème</sup> " "                             |
| (13). | " "             | " 60 <sup>ème</sup> " "                             |
| (14). | Non desherbé.   |   |

CONDITIONS DE CULTURE

- Labour **superficiel** et reprise de labour (traction **animale**)
- Variété : IR1529 ou DJ684D
- Semis : en lignes **espacées** de 25 cm
- Chaux agricole : **200-400 kg/ha**
- Fumure de base : **8.18.27 (NPK)** à enrober au moment de la reprise de labour : **200 kg/ha**
- Urée : **150 kg/ha** en deux **épendages** à 20 jours et **45 jours** après semis ; traitement contre les termites ; autres traitements **insecticides** et fongicides **à la demande** ; protection contre les oiseaux
- Récolte et **traitement** des **récoltes** : **séparément.**

MESURES ET OBSERVATIONS

Estimation **visuelle** du pourcentage de recouvrement par les adventices à **10, 20, 30, 40, 50** et **60 jours** après émergence.

- **Recensement** des espèces **adventices** présentes avant chaque désherbage et **notation** de l'abondance - dominance
- **Poids à frais** et à sec des adventices : par **échantillonnage** sur **4 x 0,25 m<sup>2</sup>/parcelle** à **10, 20, 30, 40, 50** et **60 jours** **respectivement** pour les traitements n° 8, 9, 10,

11, 12 et 13

A te maturité pour Les traitements n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 14

- Estimation du nombre de talles (/m<sup>2</sup>) à la fin du tallage
- Estimation du nombre de panicules (/m<sup>2</sup>) et poids par panicule à la d maturité.
- Mesure de rendement en paddy : surface nette : 10,5 (1,75 m x 6 m) - après élimination de 2 lignes de bordure et une bande de 0,5 m dans le sens de La largeur
- Poids de la paille après battage.

#### LOCALISATION

- Djibétor.

#### SCHEMA D'IMPLANTATION

(Voir annexe).

#### INTRANTS

Semences  $\Sigma$   $\left( \frac{1}{2} \right)$

Engrais : HPK, 40 kg de 8.18.27

**Azote, 30 kg d'urée**

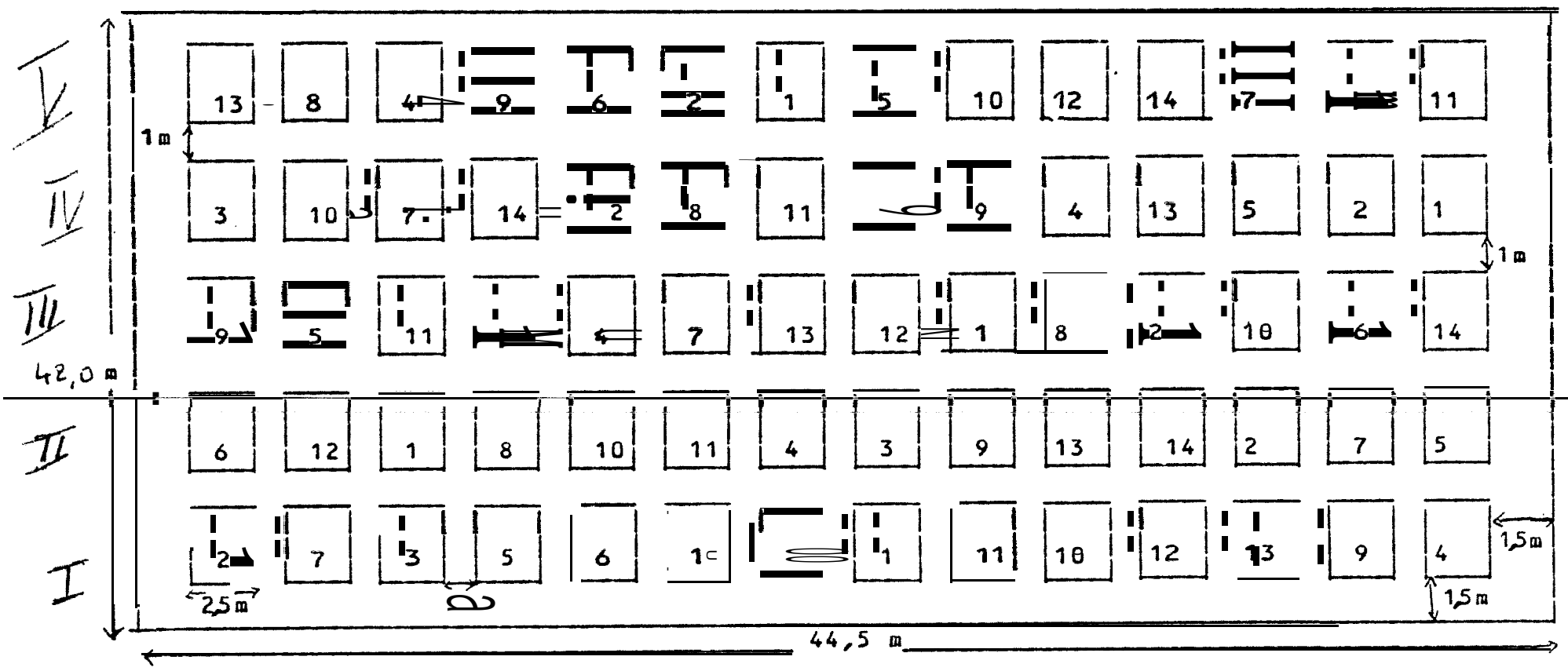
Chaux agricole : 40 kg

Pesticides : Furadan : 5-10 kg ; Thimul 35 : 1,5 l.

.../

Essai d'évaluation de la nuisibilité des mauvaises herbes sur riz

Schéma de mise en place





**ESSAI D'EVALUATION DE LA SELECTIVITE  
D'HERBICIDES SUR RIZ AQUATIQUE**

-=-=-

OBJECTIF

Evaluer le **niveau de tolérance** du riz à l'application d'herbicides pour le désherbage sélectif. Les herbicides ont montre une **efficacité** acceptable lors d'essais de comportement.

SITE

Djibélor, "Nouvelle Station".

DISPOSITIF

Plan : **Blocs complets randomisés**

Nombre de répétitions : **5**

Parcelle **élémentaire** : **2,00** x 7,00 m

**Allées** entre parcelles : **0,50** m ; entre blocs : 1,00 m

Bordure : **1,50** m

Superficie essai : 42,00 m x **31,50** m.

TRAITEMENTS

<u>Herbicides</u>	<u>m.a./ha</u>	<u>Doses</u>	<u>p.c./ha</u>
1/ Oxadiazon (RONSTAR 25 EC : 250 g m.a./l)	a/ 1000 g		4,0 l
	b/ 1500 g		6,0 l
	c/ 2000 g		8,0 l
2/ Oxadiazon - propanil (RONSTAR PL : 100g - 300g m.a./l)	a/ 500 g-1500 g		5,0 l
	b/ 750 g-2250 g		7,5 l
	cl 1000 g-3000 g		10,0 l

3/ Propanil 1 Thiobencarb	a/ 1728 g-960 g	8,0 l
(TAMARIZ : 216-120f/l)	b/ 2592 g-1440 g	12,0 l
	c/ 3456 g-1920 g	16,0 l
4/ Bentazon - propanil	a/ 1440 g-2720 g	8,0 l
(BASAGRAN PL2 : 180g-340g/l)	b/ 2160 g-4080 g	12,0 l
	c/ 2880 g-5440 g	16,0 l
5/ Témoin non desherbé.		

#### MODE ET EPOQUE D'APPLICATION

- En post-semis, pré-levée (1-5 jours après le semis) : Oxadia  
Oxadiazon (RONSTAR CE 25)
- En post-émergence, au stade 2 feuilles des adventices (10 jours  
après semis) :
  - Oxadiazon - propanil (RONSTAR PL)
  - Propanil - thiobencarb (TAMARIZ)
- En post émergence au stade 3-4 feuilles des adventices (15-20  
jours après semis) :
  - Bentazon - propanil 1 (BASAGRAN PL2).

L'application des herbicides est réalisée par pulvérisation à 300 l/ha.

#### CONDITIONS DE CULTURE

- Labour peu profond et reprise
- Semis en lignes espacées de 0,25 m
- Variété : DJ 684 D
- Fertilisation : chaux agricole - 1000 kg/ha  
NPK - 200 kg/ de 8.18.27  
Azote - 150 kg/ha d'urée.

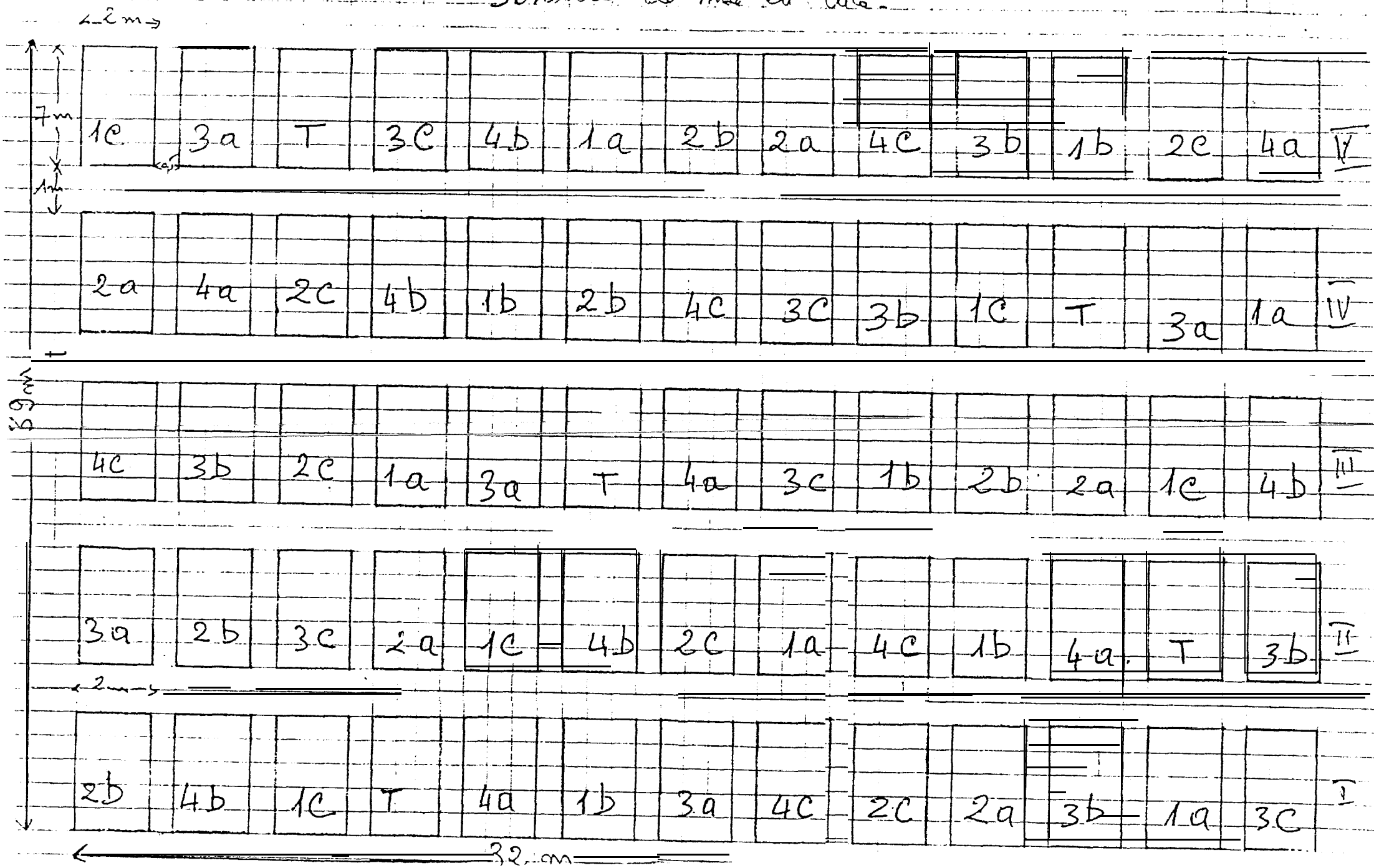
- Protection phytosanitaire : traitement des semences, **traitement** contre les chenilles **défoliatrices** et les borers (**endosulfan** et **carbofuran**), gardiennage contre les oiseaux.
- Desherbage **complémentaire** systématique.

#### MESURES ET OBSERVATIONS

- Notation **(0-9)** et observation (symptômes) de la phytotoxicité! à 20 jours et à 40 jours **après** application.
- **Densité** du riz **après** la levée : 7 jours et 15 jours **après** semis,
- Nombre de talles par **mètre** carré (**mesure effectuée à la fin du tallage**).
- Hauteur des plants de riz à la floraison.
- Rendement en **paddy** : récolte sur **10,50 m<sup>2</sup>** par parcelle, **après élimination** d'une ligne de bordure et une bande de **0,50 m** dans le sens de la largeur.

# Essai d'évaluation de la SELECTIVITE d'Herbicides sur Riz Aquatique.

## Schémas de mise en place.



ANNEXE 14

ACTION 3 : Essais de comparaison de méthodes mécaniques  
et chimiques de désherbage du riz pluvial

OBJECTIF

Comparer l'efficacité et l'effet sur le rendement de  
différentes méthodes mécaniques et chimiques de désherbage du  
riz de nappe ou d'inersion faible.

TRAITEMENTS

- (0) - pas de désherbage
- (1) - BASAGRAN PL<sub>2</sub> (Bartazov-Propanil : 8l/ha).
- (2) - RONSTAR EC 250 (Oxadiazon) : 4l/ha
- (3) - TAMARIZ (Thiobencarb-propanil) : 8l/ha
- (4) - Désherbage mécanique : 1 fois à 25 jours après émergence du riz
- (5) - Désherbage mécanique : 2 fois à 18 jours et 36 jours après  
émergence
- (6) - Désherbage mécanique : à la demande (supérieur ou égal à 3 fois)
- (7) - BASAGRAN PL<sub>2</sub> + 1 désherbage
- (8) - RONSTAR EC 250 + 1 désherbage mécanique
- (9) - TAMARIZ + 1 désherbage mécanique.

DISPOSITIF

- Plan : blocs complets randomisés
- Nombre de répétitions : 4
- Dimensions d'une parcelle élémentaire : 3,6 m x 9 m (32,4 m<sup>2</sup>)
- Allées entre parcelle : 0,60 m ; entre répétitions : 1 m
- Bordure : 1,5 m.

CONDITIONS DE CULTURE

- Labour avec charrue à bœufs (profondeur 10-15 cm) dès les premières  
pluies utiles et reprise de labour
- Semis en lignes espacées de 0,25 m
- Variétés : IRA1133

- Fumure de base : 8.18.27 (NPK) = 200 qk/ha à la reprise
- Urée : 150 kg/ha en deux épandages à 20 et 40 jours après semis
- Protection phytosanitaire : traitement des semences avant semis ; traitement contre les termites ; autres traitements contre les insectes et les maladies à la demande
- Récolte et traitement des récoltes : séparément par parcelle.

#### NOTATION

- phytotoxicité des herbicides à 10 jours et 40 jours (ou avant l'intervention mécanique) après traitement : notation visuelle - échelle 0-9
- Efficacité des herbicides à 10 jours et 40 jours (ou avant l'intervention mécanique) après traitement : notation visuelle - échelle 0-9
- pourcentage de recouvrement par les adventices : avant chaque intervention chimique ou mécanique, à 40 jours après semis et à la maturité
- relevé des espèces présentes et notation d'abondance - dominance aux mêmes périodes que pour le recouvrement
- estimation de la densité du riz à la levée
- nombre de panicules (/m<sup>2</sup>) et poids par panicule au moment de la récolte
- mesure de rendement : surface utile par parcelle : 21,6 m<sup>2</sup> (après élimination de 2 lignes de bordure et une bande de 0,50 m dans le sens perpendiculaire aux lignes de semis.

#### LIEU D'IMPLANTATION

Djibélor - Station ISRA sur plateau  
Sol : rouge sableux (sols ferrallitiques)  
Précédent : arachide.

SCHEMA D'IMPLANTATION

(Voir en annexe)

INTRANTS

Semences : 7 1 kg

Engrais - 8.18.27 : 40 kg

Urée : 30 kg

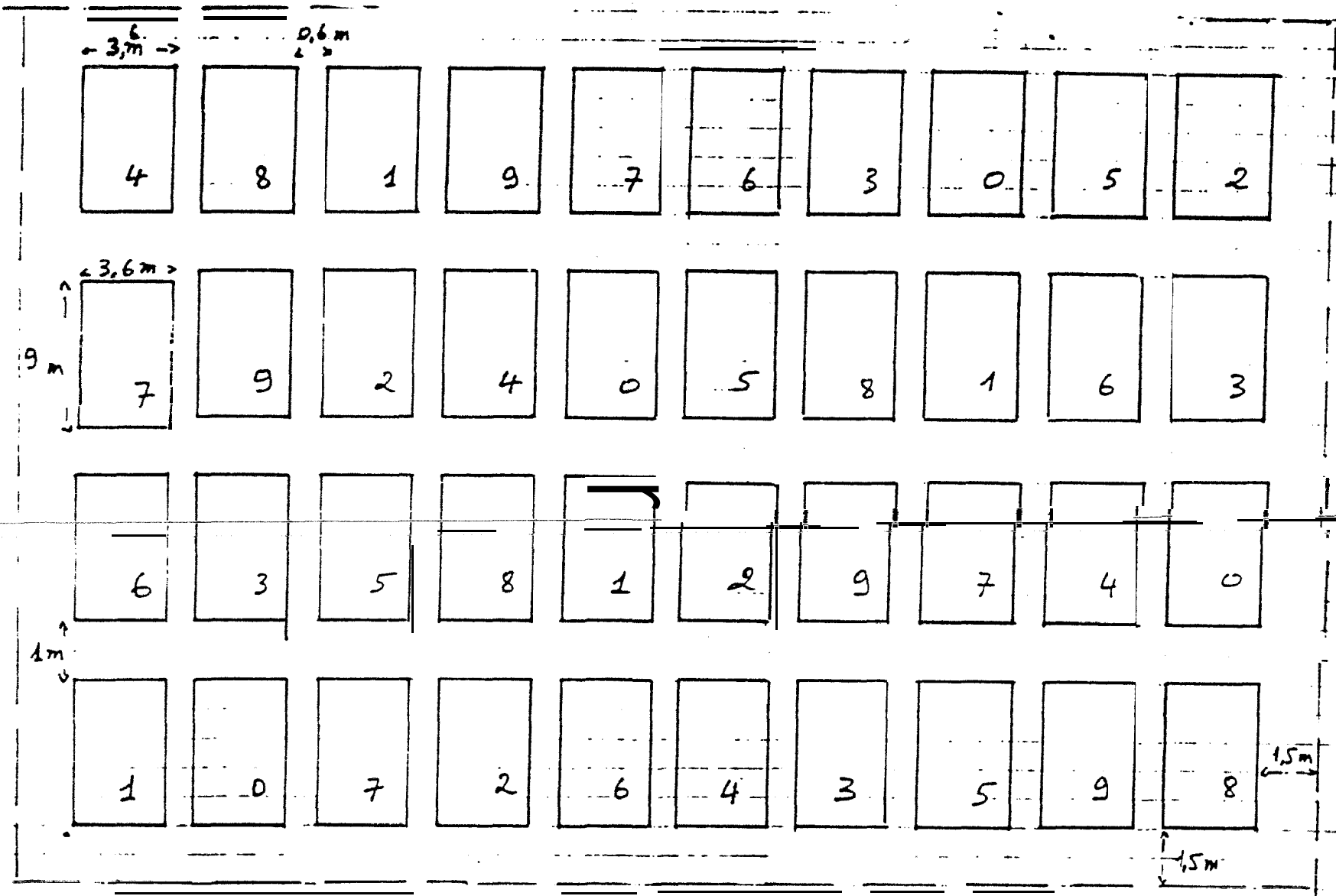


Schéma d'implantation

Essai de comparaison de méthodes  
 mécaniques et chimiques de désherbage  
 Riz de plateau  
 Riz semi-aquatique



ANNEXE 15

ESSAI DE DESHERBAGE CHIMIQUE DU MIL

TEST D'EFFICACITE.

-----

OBJECTIF.

Tester l'effet herbicide de l'association propazine-terbuthylatine-glyphosate (A 7512) et en déterminer la dose minimale efficace en vue de disposer d'un traitement plus performant que l'association propazine atrazine actuellement préconisé.

DISPOSITIF

Plan : blocs complets incomplètement randomisés

Nombre de répétitions : 5

Parcelle élémentaire : 2,40 m x 5,00 m

Allées entre parcelles : 0,50 m ; entre blocs : 1,00 m

Bordure : 2,00 m

Superficie essai : 35 m x 32 m = 1125 m<sup>2</sup>.

TRAITEMENTS

Herbicides

Doses

	<u>m.a./ha</u>	<u>p.c./ha</u>
1/ GESAGAD + GESAPRIME		
(Propazine + atrazine)	a) 1 kg	1 kg + 1 l
	b) 2 kg	2 kg + 2 l
	c) 3 kg	3 kg + 3 l
2/ A 7512		
(propazine 206 g - terbulilazine 106 g - glyphosate 34 g)	a) 0,692 kg	2 l
	b) 1,384 kg	4 l
	c) 2,076 kg	6 l

3/ Témoin non desherbé.

Mode et époque d'application des herbicides :

Les herbicides Lassp GD et A 7512 sont appliqués après le semis, en prd-émergence du mil.

CONDITIONS DE CULTURE

- labour superficiel à la charrue à boeufs
- reprise à la herse en deux passages croisés
- semis en lignes espacées de 0,90 m et en poquets espacés de 0,50 m
- démarriage à 15 jours après la levée (pas de remplacement de poquets manquants)
- variété : sanio de Séfa pour Séfa ; CE. 90 pour Bambey
- fumure NPK : 150 kg/ha 14.7.7  
" 100 kg/ha
- protection phytosanitaire : traitement des semences avec le mélange insecticide-fongicide Granox ; traitement contre les insectes ravageurs (en cas d'attaque).

NOTATION

- notation visuelle de l'efficacité des traitements à 20 jours et à 40 jours après application (échelle 0-9)
- noter (estimation visuelle) le pourcentage de recouvrement des adventices à 20 jours et 40 jours après application
- noter toutes les espèces présentes et faire une notation de leur abondance-dominance (20 j et 40 j)
- estimation de la densité des adventices - comptage par espèce du nombre d'individus à l'intérieur des surfaces échantillons délimitées par des jets au hasard de cercle de 0 35,5 cm.

.../

- notation visuelle de la phytotoxicité sur le *mil*.  
à 10 jours, à 20 jours et à 40 jours après application (échelle :  
0-9)

- comptage des poquets levés à 10 jours après semis.

#### LOCALISATION

Station de Séfa.

#### INTRANTS

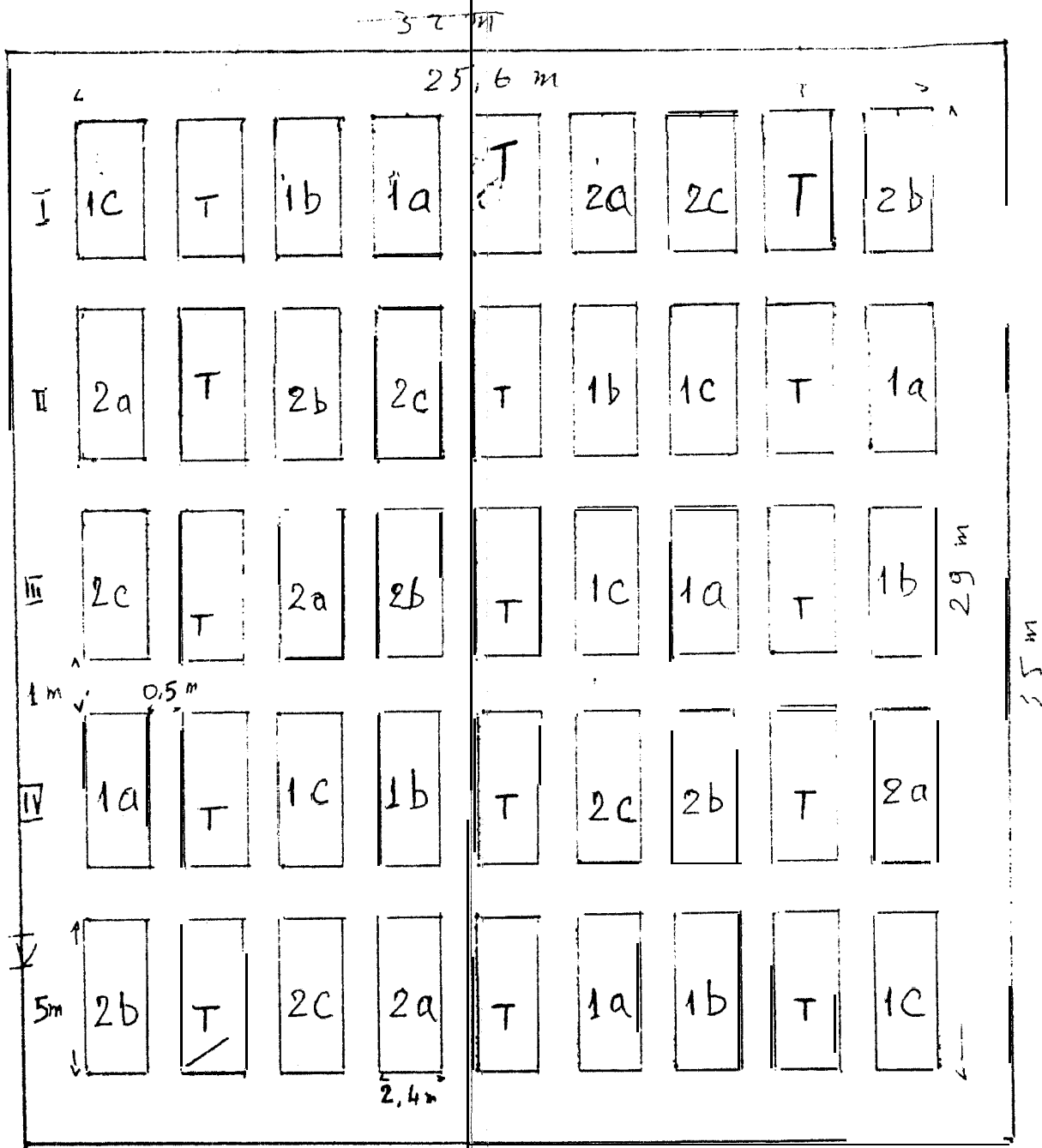
Semences : 1,5 kg

Engrais 14.7.7 : 25 kg

Urée : 25 kg

Insecticides Thimul 35 : 1 l.

.../



ESSAI DE DESHERBAGE CHIMIQUE DU SORGHO ET DU MIL

## ESSAI DE DESHERBAGE CHIMIQUE DU SORGHO

## TEST D'EFFICACITE.

-----

OBJECTIF.

Tester l'effet herbicide de l'association propazine-terbuthylazine-glyphosate (A 7512) et en déterminer la dose minimale efficace en vue de disposer d'un traitement plus performant que l'association alachlore-atrazine actuellement préconisé.

DISPOSITIF

Plan : blocs complets incomplètement randomisés

Nombre de répétitions : 5

Parcelle élémentaire : 2,40 m x 5,00 m

Allées entre parcelles : 0,50 m ; entre blocs : 1,00 m

Bordure : 2,00 m

Superficie essai : 35 m x 32 m = 1125 m<sup>2</sup>.

TRAITEMENTSHerbicides

## Doses

	m.a./ha	D.C./ha
1/ Lasso GD (témoin réf.)		
(alachlore-atrazine)	a) -	2 l
	b) -	4 L
	c) -	6 t
2/ A 7512		
(propazine 206 g - terbutylazine		
106 g - glyphosate 34 g)	a) 0,692 kg	2 L
	b) 1,384 kg	4 L
	c) 2.07'6 kg	6 L

.../

3/ Témoin non desherbé.

Mode et époque d'application des herbicides :

Les herbicides Las 0 GD et A 7512 sont appliqués après le semis, en pré-émergence du sorgho.

CONDITIONS DE CULTURE

- Labour superficiel à la charrue à boeufs
- reprise à la herse en deux passages croisés
- semis en Lignes espacées de 0,90 m et en poquets espacés de 0,50 m
- démarriage à 15 jours après la Levée (pas de remplacement de poquets manquants)
- variété : 51.69 pour Séfa ; CE.90 pour Bambey
- fumure NPK : 150 kg/ha 14.7.7  
" 125 kg/ha
- protection phytosanitaire : traitement des semences avec le mélange insecticide-fongicide Granox ; traitement contre les insectes ravageurs (en cas d'attaque).

NOTATION

- notation visuelle de l'efficacité des traitements à 20 jours et à 40 jours après application (échelle 0-9)
  - noter (estimation visuelle) Ce pourcentage de recouvrement des adventices à 20 jours et 40 jours après application
  - noter toutes les espèces présentes et faire une notation de leur abondance-dominant (20 j et 40 j)
  - estimation de la densité des adventices - comptage par espèce du nombre d'individus à l'intérieur des surfaces échantillons délimitées par des jets au hasard de cercle de 0 35,5 cm.
- par parcelle* *51.69  
...*

- notation visuelle de la phytotoxicité sur Le sorgho  
à 10 jours, à 20 jours et à 40 jours après application (échelle :  
0-9)

- comptage des poquets levés à 10 jours après semis.

LOCALISATION

Station de Séfá.

INTRANTS

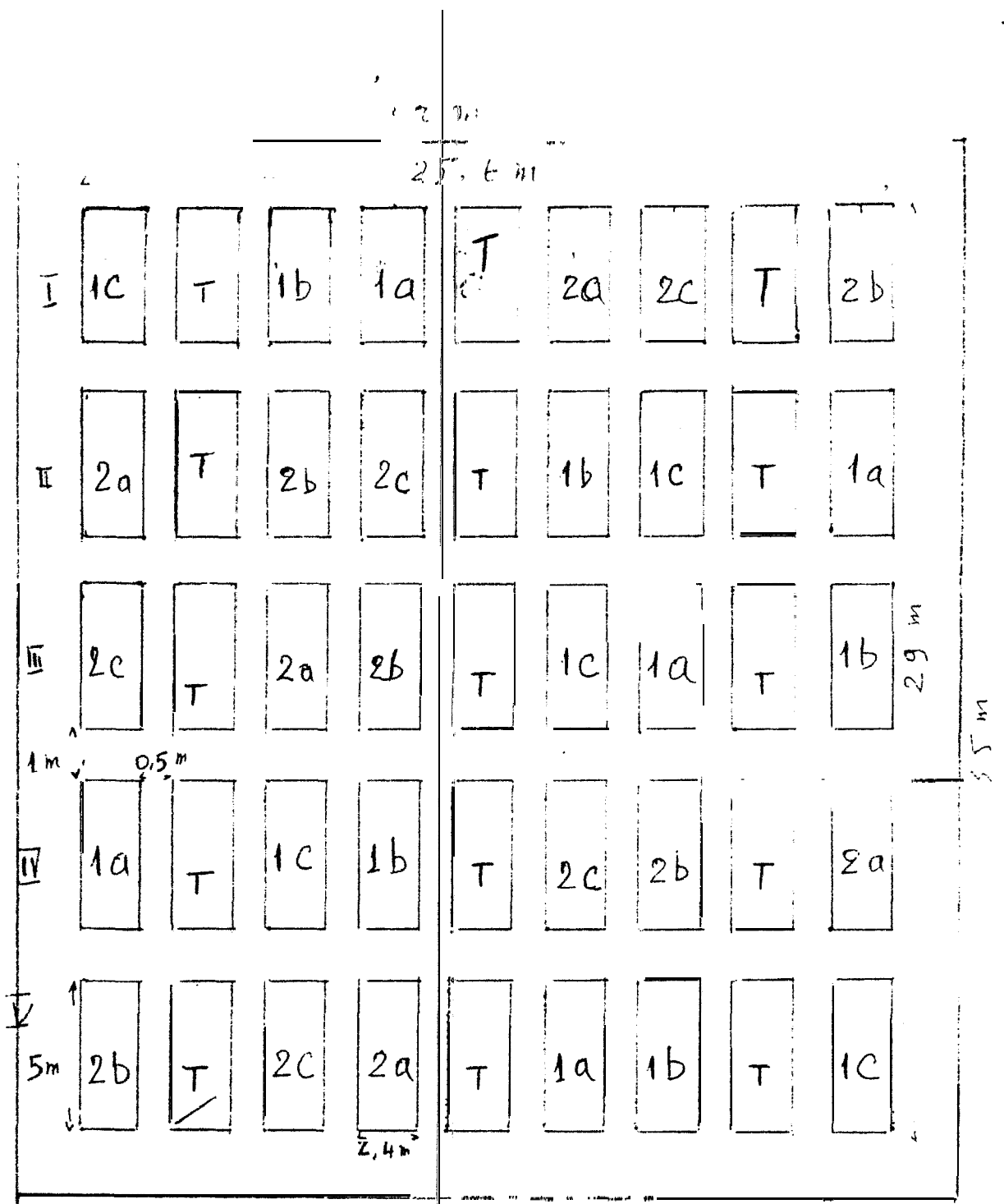
Semences : 1,5 kg

Engrais 14.7.7 : 25 kg

Urée : 25 kg

Insecticides Thimul 35 : 1 l.

.../



ESSAI DE DESHERBAGÉ CHIMIQUE DU SORGHO ET DU MIL



ANNEXE i7

LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES INSECTES NUISIBLES DU RIZ :

ESSAI RATIÈRES ACTIVES x DOSES

1. Justification-et objectif :

Les pertes de rendement imputables aux insectes sont en moyenne de 15 à 25 % (résultats d'essais en station). Les essais ont montré que ces pertes peuvent être réduites de façon économique par l'utilisation opportune de produits chimiques. Le carbofuran qui jusqu'à présent a donné de bons résultats servira de référence pour tester un produit d'introduction récente au Sénégal.

On comparera l'action de l'Isophenphos (Oftanol 10GR) à deux doses différentes à celle du traitement "standard" contre les borers du riz au carbofuran.

2. Dispositif expérimental :

C'est un bloc de Fisher comportant 8 répétitions.

Celles-ci se composent de 5 objets chacune :

T0 = témoin zéro insecticide

T1 = carbofuran 800 g m.a./ha à R\* + 30 et R + 60  
(traitement de référence)

T2 = Isophenphos à 800 g m.a./ha à R + 7 et R + 30

T3 = Isophenphos à 450 g m.a./ha à R + 7 et R + 30

T4 = Carbofuran à 450 g m.a./ha à R + 7 et R + 30.

Surface de parcelle/objet :  $8 \times 4 = 32 \text{ m}^2$ . Les parcelles unitaires sont indépendantes pour l'irrigation et le drainage.

---

\* R = repiquage.

### 3. Réalisation :

1°)- Localisation : parcelle n° 5, Nouvelle Station

2°)- Techniques culturales :

- variété : IR3

- pépinière : Surface **égale** à environ  $1/20^{\circ}$  de la surface à repiquer, soit  $64 \text{ m}^2$

• densité de semis :  $125 \text{ g/m}^2$ , soit 8 kg de semences pour  $64 \text{ m}^2$

• date de semis : Juillet

fumure : N-94 unité/ha | soit 1,92 kg de  
P-54 unité/ha | 8.18.27 pour 64  
K-81 unité/ha | + 0,96kg urée  
(pour  $64 \text{ m}^2$ )

- avant repiquage :

• desherbage - les adventices sont mises hors de la parcelle

• labour (à la houe), reprise et nivelage  
mise en **eau**

- repiquage 3 semaines après le semis de la pépinière :

• 3 plantules/poquet

• écartement 20 x 20 cm

• fumure : N : 100, P : 40, K : 50

Epandage P, K et 1.2N à la reprise du labour soit :

355,5 g urée/ $32 \text{ m}^2$  (urée 45 % N)

284,5 g superphosphate triple/ $32 \text{ m}^2$  (superphosphate triple 45 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ )

266,75 g de Kcl/ $32 \text{ m}^2$  (Kcl 60 %  $\text{K}_2\text{O}$ )

.../

Epandage de 1/2N en deux fois à R + 30 et R + 60 soit 177,75 g urée/32 m<sup>2</sup> à chaque date.

3°)- Traitements insecticides (cf. annexe 1)

Les granulés des insecticides seront mélangés à du sable pour les épandre plus uniformément. (Eviter de piétiner les parcelles déjà traitées).

4°)- Un traitement fongicide se fera à la demande, à l'Hinosan à 0,8 l p.c. dans 000 l d'eau pour 1 ha.

4. Notations et prélèvements :

- Indiquer date de semis, date de repiquage et date d'épiaison à 50 %. Noter la date d'apparition et l'importance des maladies.

- L'efficacité des traitements sera mesurée à 4 dates, R + 20, R + 40, R + 60 et R + 80, par un prélèvement de 100 tiges de riz par parcelle unitaire. Ces tiges seront disséquées au laboratoire et on notera pour chacune d'elles le stade de développement, la présence d'attaque et l'insecte en cause, le stade de développement de cet insecte, et la présence d'entomophage (voir Annexe II)

- A maturité on dégagera une bordure de 2 lignes dans tous les sens, et récoltera la parcelle utile pour l'estimation du rendement. On effectuera le battage et le séchage des grains. Puis on évaluera l'humidité et le poids de 1000 grains. On pèsera la récolte en grains et en pailles.

5. Récapitulation des besoins :

- semences : 8 kg de IR1529.680.3
- 1 parcelle avec 40 sous-parcelles de 32 m<sup>2</sup> indépendantes pour l'irrigation et le drainage
- Engrais : Urée..... = 30 kg

superphosphate triple ..... = 12 kg

Kcl ..... = 11 kg

• Insecticides :

Furadan..... = 3 kg

Oftanol..... = 1 kg.

|

Annexe 1 : traitements insecticides et fréquences d'application.

Variété	Produit Commercial (p.a.)	Matière active (m.a.)	Quantité/ha/trait.		Quantité/32m <sup>2</sup> /trait.		Fréquence d'application	Observations
			m.a. (g)	p.c. (kg)	p.c. (g)	sable (g)		
	-	-	-	-	-	-	-	Témoin non traité
	Furadan 3G	Carbofuran	800	26,7	85,4	260,0	R + 30, R + 60	Traitement de référence
T2	Oftanol 10GR	Isophenphos	800	8,0	25,6	90,0	R + 7, R + 30	
T3	Oftanol 10GR	Isophenphos	450	4,5	14,4	75,0	R + 7, R + 30	
T4	Furadan 3G	Carbofuran	450	15,0	48,0	150,0	R + 7, R + 30	

Annexe II : Tableau d'évaluation des traitements

Date de dissection :.....

Traitement :.....

Etat végétatif :.....

Répétition :.....

Talles totales	Talles attaquée	Insectes trouvés (ou en cause)						Observations

Insecte dominant :

% attaque :

Annexe III : Schéma de mise en place de L'essai.

N

RI	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
T0	T2	T2	T3	T4	T0	T4	T1
T4	T1	T0	T1	T0	T3	T3	T0
T2	T3	T3	T2	T1	T4	T1	T3
T1	T4	T1	T4	T3	T1	T2	T2
T3	T0	T4	T0	T2	T2	T0	T4

S

FERTILISATION MINERALE SUR RIZ DE NAPPE ( dans les bonnes rizières )

I. - BUT : Définir le niveau de fertilisation minérale économiquement rentable pour le riz dans les zones de nappe en milieu paysan

II. - SITES : BOULANDOR, BANDJIKAKI, PIDAC (KALOUNAYES, BLOUF, FOGNY).

III. - TRAITEMENTS EN ETUDE

T<sub>1</sub> = témoin (sans engrais)

T<sub>2</sub> = 25kg/ha de 8:18:27 avant semis  
18,75kg/ha d'urée au sarclage } 1/8 de la recommandation

T<sub>3</sub> = 50kg/ha de 8:18:27 avant semis  
37,5kg/ha d'urée au sarclage } 2/8 de la recommandation

T<sub>4</sub> = 100kg/ha de 8:18:27 avant semis  
75kg/ha d'urée au sarclage } 4/8 de la recommandation

T<sub>5</sub> = 200kg/ha de 8:18:27 avant semis  
150kg/ha d'urée au sarclage } 8/8 de la recommandation

IV. - VARIETES EN ETUDE

- Une améliorée : IRAT-133

- Une locale : Abdoulaye Mano

Toutes Ces 2 variétés doivent être traitées au HCH pour éviter l'attaque des termites.

V. - DISPOSITIF EXPERIMENTAL

C'est un split-plot avec comme parcelles principales la variété et parcelles secondaires les traitements.

Choisir dans une rizière de nappe une superficie totale de 420m<sup>2</sup> soit 3 casiers. Chaque casier sera divisé en 2 parcelles élémentaires de 70m<sup>2</sup> (14m x 5m) chacune (voir schéma de l'essai), Chaque parcelle élémentaire constitue un traitement.

Le test sera réalisé avec 5 paysans/village (nous devons poursuivre un objectif de 24 à 25 essais dans les zones).

VI. - MODE DE SEMIS ET TECHNIQUES CULTURALES

a) Labour et épandage de l'engrais minérale<sup>1</sup>

\* Choisir des casiers labourés à plat (de préférence); épandre l'engrais avant le semis sur les différents traitements cités, et veiller à ce que les parcelles soient bien nivelées et que l'engrais soit réparti uniformément.



- b) Semis - A l'aide du rayonneur, semer le riz à 30cm entre les lignes à la dose de 100kg/ha ou à la traction bovine (écartement entre lignes 30cm)
- c) Sarclage et apport d'urée (engrais de couverture). Au moment du sarclage (20-25 jours après semis) épandre l'urée sur les traitements ( $T_2 - T_3 - T_4 - T_5$ ) et éviter de projeter l'urée sur les plantes afin d'éviter les risques de brûlures.

Le 2e sarclage se fera à la demande (en cas de besoin)

VII. - OBSERVATIONS A FAIRE (voir fiche de récolte)

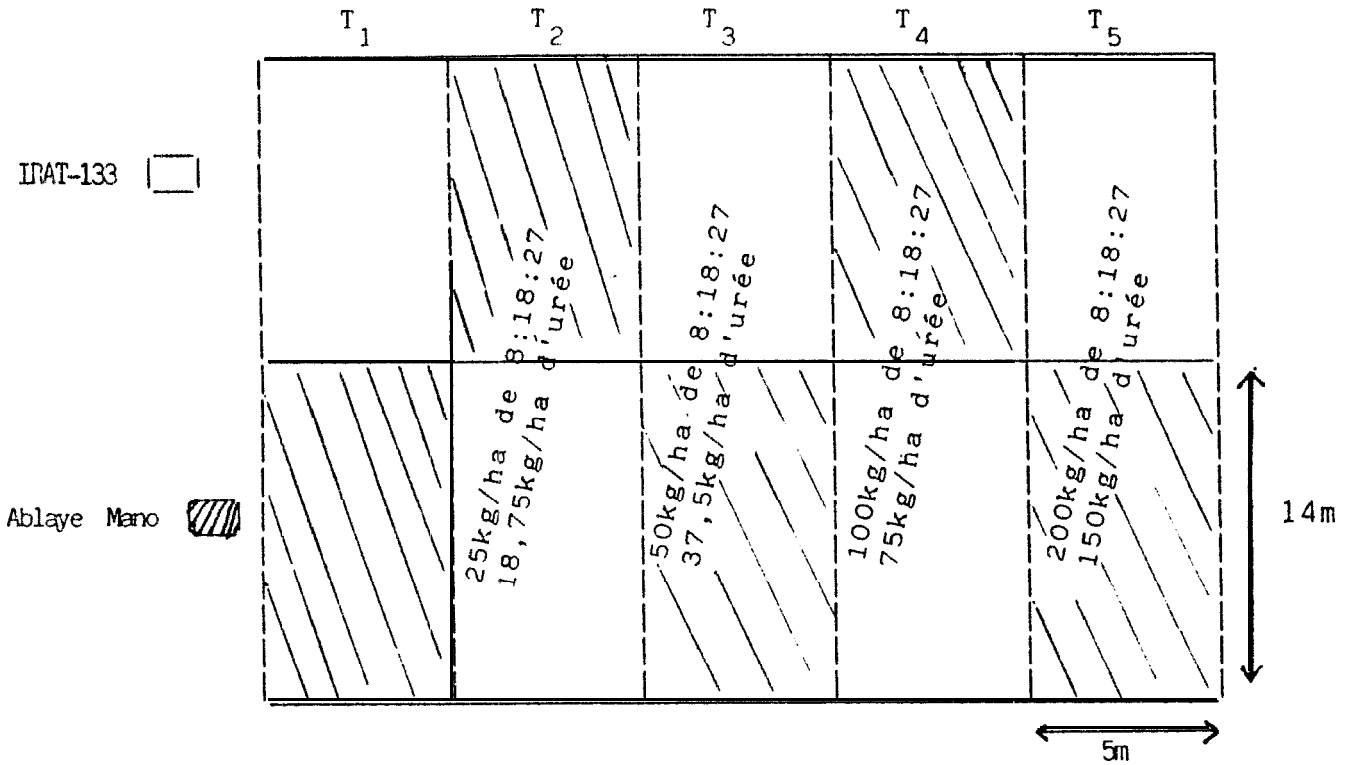
- 1. précédents culturaux 1984 et 1985
- 2. prendre des échantillons de sol dans chaque casier **avant** labour des parcelles sur l'horizon (0-20cm).
- 3. noter les dates des /différentes activités agricoles
- 4. noter le nombre de jours d'inondation dans les parcelles
- 5. noter les temps de travaux de sarclage
- 6. noter les attaques d'insectes et de maladies (surtout de la pyriculariose) avec les traitements effectués
- 7. noter les dates de floraison (50 %) des variétés et la hauteur\* moyenne des plantes à la récolte
- 8. avant la récolte (au moment de la maturité) déterminer le nombre de panicules par  $m^2$
- 9. par la récolte de paille, il faut préciser que les plants doivent être sectionnés au niveau du collet, à ras le sol.

VIII. - RECOLTE

Récoltez dans chaque traitement 3 carrés et poser le paddy et la paille sèche à part (voir fiche de **récolte**).

- 2. Hauteur moyenne : prendre dans chaque casier, au niveau de chaque traitement 10 plantes au hasard, mesurer la hauteur de chacune d'elle et prendre la moyenne.
- 3. Nombre de panicules/ $m^2$  : Prendre au niveau de chaque traitement 3 carrés et comptez le nombre de panicules dans chaque carré et pour ensuite calculer la moyenne.

IX. - SCHEMA DE L'ESSAI



X. - ECONOMIE

1. Noter les temps de travaux\* pour l'épandage de l'engrais et de récolte
2. Noter pour chaque traitement les utilisations actuelles et potentielles des sous-produits de la récolte
3. Evaluer la journée de travail par le paysan.

\* Temps de travaux : les temps de travaux sont exprimés en minutes/parcelle :

- en manuel : nombre de personnes x temps de travaux
- en traction animale : temps de travail global mais il faut spécifier en observation la constitution de l'équipe ayant fait le travail (une paire de boeuf + 1 ou 2 paysans).



FERTILISATION RIZ DE NAPPE - 2

Nom du collaborateur \_\_\_\_\_

Croquis d'essai:

OBSERVATIONS

Précisez dans cette partie toutes les contraintes décelées avant l'exécutif de l'essai (attaques d'insectes, traitements d'insecticides, type, quantité..... les impressions du paysan sur l'essai etc...)

\*\*\* Les temps de travaux sont exprimés en personne/minute/parcelle. C'est-à-dire si 3 personnes par exemple ont travaillé de 10 heures à 12 heures il faut noter :  $120 \times 3 = 360$  pers. /min/parcelle.

**ACTION 1 : Etude d'une méthodologie d'évaluation régionale  
du degré de résistance variétale aux maladies**

**1. Justifications et objectifs de l'action de recherche :**

L'analyse du pathosystème du riz depuis 1980 a permis d'identifier les maladies existantes, d'estimer l'importance économique de la pyriculariose (des traitements fongicides ont permis d'augmenter les rendements de + 21 % avec l'I.R.8 à + 400 % avec Se3026). La structure raciale et la composition en races principales de *Pyricularia oryzae* Cav. ont été précisées. Leur spectre de virulence est très large et varie d'une localité à l'autre. Le degré de résistance d'un millier de variétés a été étudié à Séfa (pour le riz pluvial) et à Djibélor (pour le riz submergé). L'effet des techniques culturales (enfouissement de matière organique, fertilisation azotée) sur le développement de la pyriculariose a été également étudié.

Les différents résultats montrent la nécessité d'évaluer la résistance multiple aux différentes maladies existantes et pas seulement à la pyriculariose, de le faire dans plusieurs localités différentes en vue d'exploiter la variation du pouvoir pathogène de *P. oryzae* et d'étudier l'effet de l'utilisation combinée de certaines techniques de lutte (variétés x niveaux d'intensification) pour maintenir les taux d'attaque en dessous du seuil économique.

La présente action de recherche, initiée depuis 1985, tente de développer une méthodologie d'évaluation régionale du degré de résistance variétale aux maladies qui devra par la même occasion permettre d'analyser le niveau et la stabilité de la production de ces variétés.

## 2. Dispositif et traitements :

Le dispositif est un split-split-plot qui comprend 3 répétitions :

(1) - chaque répétition est divisée en 4 grandes parcelles  $125 \times 10 \text{ m} = 250 \text{ m}^2$  qui constituent les 4 niveaux d'azote ( $N0 = 0 \text{ N/ha}$  ;  $N1 = 50 \text{ N/ha}$  ;  $N2 = 100 \text{ N/ha}$  ;  $N3 = 150 \text{ N/ha}$ ) ;

(2) - chaque grande parcelle ou niveau d'azote est subdivisée en 7 sous-parcelles ( $25 \times 4 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$ ) représentant les doses de fongicide (C0 = sans fongicide ; C1 =  $3 \times 400 \text{ g/400 l d'eau}$  ha de Beam). Ces 2 sous-parcelles sont séparées, au milieu de la grande parcelle, par 5 lignes (espacées de 25 cm) d'une variété résistante (144 B/9 en riziculture pluviale stricte, IRAT133 en riziculture de nappe, Dj6840 en riziculture submergée utilisant des variétés de cycle court ; R1529 en riziculture submergée utilisant les variétés de cycle moyen ; BKN6986.38.1e en riziculture profondément submergée). Le côté extérieur de chaque sous-parcelle comprend 3 lignes (espacées de 25 cm) d'une variété sensible (Barafita en riziculture pluviale et de nappe ; Peking pour les variétés de cycle court ; 2360 pour les variétés de cycle moyen ; DA29 pour la riziculture profondément submergée).

(3) - chaque sous-parcelle comprend 10 parcelles élémentaires ( $1,50 \times 4 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$ ) constituées de 5 lignes (espacées de 30 cm de 4 m de + variétés à tester. Ces variétés sont séparées les unes des autres par 3 lignes (espacées de 30 cm) de variétés résistantes (signalées plus haut).

## 3. Conditions de culture :

- semis direct

- fumure de base à enrober avec la reprise du labour :

. 50 kg/ha de  $P_2O_5$  soit 111 kg/ha de supertriple ou

2,77 kg/grande parcelle

. 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O soit 67 kg/ha de KCl ou 1,67 kg/  
grande parcelle

- fumure azotée ainsi fractionnée :

. riziculture profondément submergée : 1/3 A jours après  
levée ; 2/3 à 30 jours après semis ;

. pour les autres types de rizicultur : 2/3 à 20 jours  
après semis (JAS) ; 1/3 à 40 JAS ;

. traitements insecticides et desherbage à la demande ;

. traitements fongicides : le 1er traitement à 20JAS ; le  
2e traitement en début épiaison; le 3e traitement, une  
semaine après le 2e.

#### 4. Lecture des réactions aux maladies et aux autres contraintes :

- pyriculariose foliaire à noter 3 fois de manière hebdoma-  
daire à partir des premiers symptômes (noter dates d'apparition)  
suivant l'échelle 0-9. Noter également la pyriculariose foliaire  
à l'ébauche paniculaire.

- pyriculariose sur panicules (en % de panicules malades)  
à noter tous les 7 jours à partir de l'épiaison totale.

- flétrissement des gaines suivant l'échelle U-9 et en  
fréquence des talles attaqués et sévérité de l'attaque pour établir  
des indices de maladie.

- helminthosporiose et rhynchosporiose suivant l'échelle  
(s-9).

- autres maladies : pourriture des gaines en % de panicules  
malades ; "Rice Yellow Mottle Virus" suivant échelle Cl-5

- insectes : % de coeur s morts ; % de panicules blanches ;  
autres attaques

- adventice : degré d'enherbement avant desherbage (par % de recouvrement) ;

- toxicité ferreuse (rizières submergées) suivant échelle 0-9 : 30JAS ; 60JAS ; 80JAS.

5. Suivi des caractères morpho-agronomique : levée ; taille de la plante à 30JAS ; 50-60JAS ; 70-80JAS ; cycle semis-début-épiaison ; nombre de talles/m<sup>2</sup> à l'épiaison ; nombre de panicules/m<sup>2</sup> (en même temps qu'on fait le % de panicules malades) ; verse ; problèmes du col (carence; toxicité) ; dégâts d'oiseaux ; dégâts de rongeurs - Poids parcelles (c'est-à-dire par variété) sans enlever des lignes de bordure.

6. Prélèvement de sols au omis à raison de 5 échantillons par répétition.

Analyse : matière organique, Ntotal, P et K assimilables, Ca, Mg.

7. Prélèvement de feuilles en début épiaison sur chaque variété et pour chacun des niveaux d'azote. Si possible, analyse N mobilisé.

8. Localisation et variété utilisées :

a) Riziculture pluviale stricte : Djibélor, Séf

Thiar, Affignam, Sapu(Gamb e)

b) Riziculture avec assistance d'une nappe d'eau

Djibélor, Affignam, Ebinkine Anambé.

V1 = IRAT10

V2 = IRAT112

V3 = Oj8.341

V4 = Barafita

V5 = Se302G

V6 = 597.5 ou Dj11.509

V7 = 986.3. : ou IRAT144

V1 = IRAT133

V2 = Dj12.519

V3 = Barafita

V4 = IKP

V5 = TOX728.1

V6 = 1730.1 ou IR934.450.1

V7 = 8644.4.1 ou IR54



V8 = 4976.2 ou IR934.450.1

V8 = 2537A.2 ou Peking

V9 = 1195B.4 ou Peking

V9 = 2799.3 ou Dj8.341 *IR34*

V10 = 351.4 ou BG 6367.4

V10 = 1869.1 ou Dj11.509 *IR36*

c) Riziculture faiblement noyée (submergée)

C1- variétés de cycle court :

Djibélor, Ebinkine, Coubanao,  
Anambé, Pirang (Gambie)

C2- variétés de cycle moyen :

Djibélor, Ebinkine, Cou-  
banao, Anambé, Sap (Gambie)

VI = TOS103

VI = Br51.46.5

V2 = C1322.28

V2 = IR4422.98.3

V3 = Kau1661

V3 = IR2071.586

V4 = IKP

v4 = B2360.8.9.5

V5 = Dj6840

V5 = BW248.1

V6 = IR934.450. *ITA123*

V6 = BG90.2

V7 = IR54

V7 = BW100

V8 = IET3137

V8 = KN144

V9 = ITA212

V9 = CR1022

V10 = Dj11.509

V10 = IR1529.680.3

d) Riziculture profonde : Djibélor, Coubanao

V1 = BKN6986.38.1

V2 = BKN6987.161

V3 = Rock5

V4 = DA29

V5 = Djabon

V6 = BW248.1

V7 = Adny301

V8 = Nizerail

V9 = Kumba Ndingo

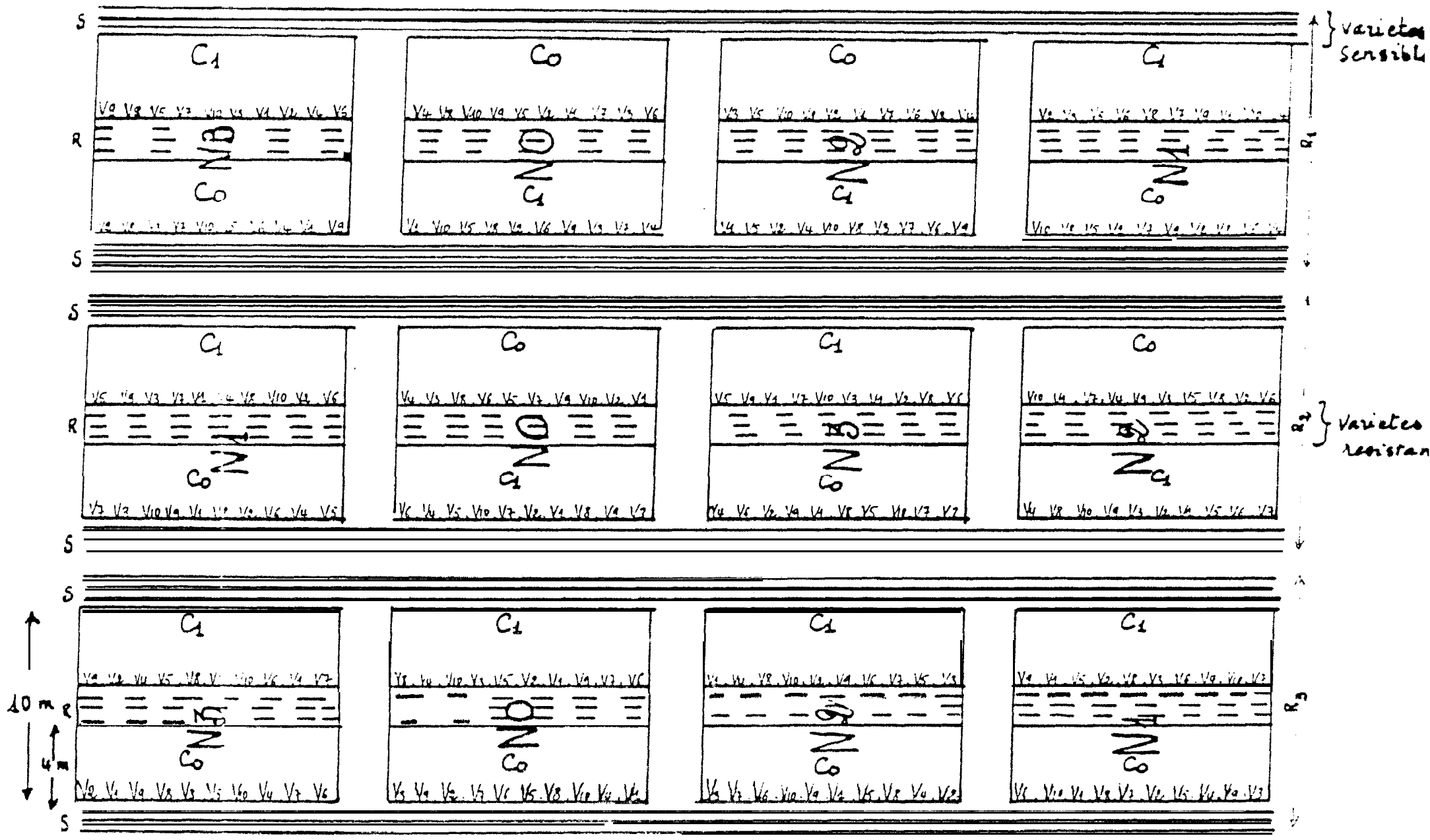
V10 = O. Thiam.

9. Schéma de mise en place (annexé)

10. Récapitulatif des pesées à faire par essai :

- semences : 24 sachets ( $2 \times 4 \times 3 = 24$ ) de 60g par variété  
ou 1,44kg/variété
- engrais de base : 12 sachets ( $4 \times 3 = 12$ ) de 2,77kg de  
supertriple  
12 sachets ( $4 \times 3 = 12$ ) de 1,67kg de KCl
- engrais azote (urée) :
  - NO = pas d'urée
  - N1 = 3 sachets de 0,90kg urée (1/3) + 3 sachets  
de 1,81kg (2/3)
  - N2 = 3 sachets de 1,81kg urée (1/3) + 3 sachets  
de 3,63kg (2/3)
  - N3 = 3 sachets de 2,71kg urée (1/3) + 3 sachets  
de 5,44kg (2/3).

# Plan d'ensemble d'un Essai



R = Varietes resistentes  
 S = Varietes sensibles

CRA-Dj ibélor  
Bolong-SY SPRO

Aménagement des bolongs 1986  
Suivi de la vallée de Oulampane

Effet de la préparation du sol sur le  
dessalement d'un sol de tanne et sur le  
niveau de submersion en amont du barrage  
de Oulampane.

1- Justification et objectifs

Dans le cadre de la mise en valeur des zones sécurisées ou récupérées en amont des barrages antisel des techniques culturales assez performantes doivent être identifiées pour d'une part rentabiliser les ouvrages (barrages) et d'autre part, répondre au déficit de main-d'oeuvre généralement constaté au niveau de la région. En effet, la majeure partie des terres salées de Casamance contiennent un excès de sodium. Les solutions de lutte contre la remontée des eaux salées par les barrages anti-sel qui procurent en même temps les besoins hydriques nécessaires aux lessivages des sels, doivent être accompagnées de techniques culturales adéquates. C'est ainsi qu'un apport d'amendement pour les sols argileux pourra éviter les phénomènes de peptilisation et de destabilisation de la structure, pouvant entraîner plus tard une mauvaise aération du milieu se traduisant par des désordres physiologiques. Les objectifs visés dans cette action de recherche sont de trois ordres :

- 1- Etude de l'efficacité du dessalement en comparant différentes techniques culturales de préparation du sol (labour à plat et billonnage).
- 2- Etude de l'effet de la date de semis
- 3- Etude des niveaux de submersion des différentes parcelles aménagées afin d'obtenir une meilleure répartition de la lame d'eau pour éviter de noyer le riz après repiquage,

II - Traitements

Trois facteurs sont combinés pour donner l'ensemble des traitements :

- Date de semis :
- Travail du sol : TSo (témoin sans travail du sol), TS1 (labour à plat à la traction animale) et TS2 (billonnage à la traction animale ou au Cayendo)
- Variétés : VO (Etouhal) , V1 (DJ684L) et V2 (Roc:k 5).

II- Dispositif expérimental

Le dispositif est un split split-plot arrangé en quatre blocs aléatoires complets (I,II,III,IV) avec en parcelles principales la date de semis (D1,D2) . Les sous-parcelles sont la non-travaillée (TS0) ,le labour à plat (TS1) et le billonnage (TS2). Les parcelles élémentaires sont représentées par les variétés (V0,V1,V2).

Les quatre blocs sont aménagés dans la zone située en amont du barrage de Oulampane. Chaque bloc est entouré d'une diguette peu élevée (environ 30 cm de hauteur) exécutée à l'aide d'un cayendo.

Parcelle élémentaire: 15 m X 5 m = 75 m<sup>2</sup>.

(Voir schéma)

IV- Déroulement de l'essai

- 1- Lieu: vallée de Oulampane
- 2- Type de sol: tanne

V- Observations

1. Caractéristique de chaque opération culturale:

- Préparation du sol (labour à plat, billonnage)
- Date et mode de repiquage: distance entre les lignes, nombre de graine par poquet, dat de repiquage.

2. Temps de travaux pour chaque opération sur chaque parcelle élémentaire.

3. Bilan des prélèvements

- Sols:- un programme de prélèvement et d'analyse d'échantillons de sol et prévu pour déterminer ESP, CE, Eh, pH, bases échangeables, N, P, Fe, Al (initial et chaque 4 semaines).

- Granulométrie sur les différents horizons suivant dans chaque parcelle:

- O-10 cm
- 10-20 cm
- 20-40 cm
- 50-60 cm

- Eau de nappe: grâce au réseau de piézomètres installés dans la vallée, un suivi de la hauteur de la nappe, de la salinité et de son pH sera effectué tous les 15 jours.

- Eau de surface: la quantité, de même que la qualité (CE) des eaux seront suivies régulièrement (bilan hydro-salin de la vallée)

- Mesures agronomiques: profil cultural, hauteur plante, tallage, rendement grain et paille, poids racinaire.

VI- Plan de l'essai ( Voir page suivante )

