



**HAL**  
open science

# Effet de la densité de semences de riz sur le développement des plants et le rendement

Hoby Rakotoarison

► **To cite this version:**

Hoby Rakotoarison. Effet de la densité de semences de riz sur le développement des plants et le rendement. Sciences du Vivant [q-bio]. 2012. hal-01258456

**HAL Id: hal-01258456**

**<https://auf.hal.science/hal-01258456v1>**

Submitted on 19 Jan 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT AGRICULTURE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE D'OBTENIR LE DIPLOME  
D'INGENIEUR AGRONOME  
« OPTION AGRICULTURE »



En collaboration avec :



PRESENTE PAR :  
RAKOTOARISON Hoby Andrianjatovo

SOUTENU DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

- Président de jury : Mr RAKOTONDRAVELO Jean Chrysostôme
- Tuteur : Mme RAMANANKAJA Landiarimisa
- Encadreur professionnel : Mr RASOLOFO Pierre
- Examineur : Mr RAKOTONJANAHARY Xavier Roland

Promotion *AVANA* (2007-2012)

21 août 2012



ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT AGRICULTURE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE D'OBTENIR LE DIPLOME  
D'INGENIEUR AGRONOME  
« OPTION AGRICULTURE »



En collaboration avec :



PRESENTE PAR :  
RAKOTOARISON Hoby Andrianjatovo

Promotion *AVANA* (2007-2012)

21 août 2012

## REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions Dieu de nous avoir donné la vie, la force et le courage de progresser dans tout ce que nous avons entrepris et mené à terme ce travail de mémoire.

Ensuite nous adressons nos vifs remerciements et toute notre sincère reconnaissance aux personnes suivantes :

- ☞ Mr RAKOTONDRAVELO Jean Chrysostôme, Docteur en Agroéconomie, maître de conférence, Enseignant Chercheur et Chef du Département Agriculture à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) de l'Université d'Antananarivo, de bien vouloir présider cette soutenance en dépit de ses nombreuses obligations.
- ☞ Mme RAMANANKAJA Landiarimisa, Ph. D in Agriculture, Enseignante chercheur à l'ESSA, notre tuteur, qui malgré ses multiples et nobles occupations, a bien voulu nous encadrer et nous montrer les directives pour la réalisation de ce travail.
- ☞ Monsieur RAKOTONJANAHARY Xavier Roland, Docteur en Sciences biologiques appliquées, Chercheur du FOFIFA, qui a accepté de participer au jury de ce mémoire et d'honorer ainsi cette soutenance.
- ☞ Mr RASOLOFO Pierre Randrianarivony, Master en Sciences agronomiques, Chef de la Station de Recherche rizicole du FOFIFA Kianjasoa, notre encadreur sur terrain et membre du jury qui par ses conseils et aides, a beaucoup contribué à la réalisation de ce mémoire. Il a bien voulu consacrer beaucoup de son temps pour réaliser ce travail et également pour nous partager ses longues années d'expérience dans la recherche ;
- ☞ L'équipe PAPRIZ qui m'a bien accueillie parmi eux ;
- ☞ Les enseignants à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques pour nous avoir partagé leurs connaissances et expériences durant nos cinq années d'études ;
- ☞ Les personnels et techniciens de la SRR Kianjasoa, qui n'ont pas ménagés leurs efforts dans la réalisation de l'essai sur terrain ;
- ☞ A toute ma famille et mes proches qui m'ont toujours soutenu moralement et financièrement pour mener à terme ce travail ;
- ☞ A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Je ne saurais vous récompenser à la hauteur des efforts que vous avez faits pour que ce mémoire aboutisse. Que Dieu vous guide et vous donne chaque jour la force pour entreprendre tout ce dont vous envisagez.

*Veillez recevoir tous mes sincères et profonds remerciements !*

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

### PARTIE I : CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

- 1.1. Situation actuelle de la filière semence
- 1.2. Catégories de semences
- 1.3. Cadre de l'étude
- 1.4. Problématique
- 1.5. Objectifs de l'étude
- 1.6. Hypothèses
- 1.7. Présentation de la zone d'étude

### PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

- 2.1. Matériels utilisés
- 2.2. Méthodes d'étude
- 2.3. conduite de l'expérimentation
- 2.4. Méthode de mise en place des dispositifs
- 2.5. Méthode de collecte
- 2.6. Méthodes d'exploitation des données

### PARTIE III RESULTATS

- 3.1. Essai au laboratoire
- 3.2. Expérimentation sur terrain
- 3.3. Etude de l'aspect économique

### PARTIE IV : RECOMMANDATIONS

## CONCLUSION

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANOVA	: Analyse de la Variance
CIFAT	: Centre International de Formation Agricole de Tsukuba
CMS	: Centre de Multiplication des Semences
CRZV	: Centre de Recherche Zootechnique et Vétérinaire
DAP	: Diammonium Phosphate
DPV	: Direction de la Protection des Végétaux
DRDR	: Direction Régionale pour le Développement Rural
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and Agricultural Organization
FIFAMANOR	: Fiompiana Fambolena Malagasy Norvezianina
FOFIFA	: FOibe Fikarohana ho Fampandrosoana ny tontolo Ambanivohitra
INSTAT	: Institut National de la Statistique
IRAM	: Institut de la Recherche Agronomique de Madagascar
IRRI	: Institut de Recherche Rizicole Internationale
JICA	: Japan International Cooperation Agency
K	: Potassium
MinAgri	: Ministère de l'Agriculture
N	: Azote
P	: Phosphore
PAPRIZ	: Projet d'Amélioration de la Productivité Rizicole sur les Hautes Terres
PARECAM	: Programme d'Appui à la Résilience aux Crises Alimentaires à Madagascar
SOC	: Service officiel de Contrôle des Semences et des Plants
SRR	: Station de Recherche Rizicole
UPDR	: Unité de Politique du Développement Rural
URCECAM	: Union Régionale des Caisses d'Épargne et de Crédit Agricole Mutuel

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Situation des CMS .....	6
Tableau 2 : Caractéristiques des semences .....	7
Tableau 3 : Variation des caractères des plantules en fonction de la densité des semences	22
Tableau 4 : Tableau d'analyse de la variance du taux de survie .....	23
Tableau 5: rendement moyen par fertilisation et par densité de semences .....	25
Tableau 6 : Tableau d'analyse de la variance du rendement.....	25
Tableau 7 : Variation de la hauteur des plantes.....	28
Tableau 8 : Tableau d'analyse de la variance de la hauteur des plantes .....	28
Tableau 9 : Variation du nombre de talles maximum.....	30
Tableau 10 : Tableau d'analyse de la variance du nombre de talles maximum.....	30
Tableau 11 : Variation du nombre de talles fertiles.....	32
Tableau 12 : Tableau d'analyse de la variance du nombre de talles fertiles .....	32
Tableau 13 : Variation du nombre de grains par panicule .....	34
Tableau 14 : Tableau d'analyse de la variance du nombre de grains par panicule .....	34
Tableau 15 : Variation du pourcentage de grains pleins .....	35
Tableau 16 : Tableau d'analyse de la variance du pourcentage de grains pleins.....	35
Tableau 17 : Variation du poids de 1000 grains .....	37
Tableau 18 : Tableau d'analyse de la variance du poids de 1000 grains.....	37
Tableau 19 : Variation de la VAN selon la densité pour le niveau de fertilisation F0 .....	39
Tableau 20: Variation de la VAN pour le niveau de fertilisation F1 .....	40
Tableau 21 : Variation de la VAN en fonction de la densité des semences pour le niveau de fertilisation F2 .....	40

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma réglementaire de multiplication de semences.....	4
Figure 2 : Localisation des graines de différentes densités sur une panicule.....	8
Figure 3 : Histogramme climatique pentadaire station Kianjasoa.....	10
Figure 4: dispositif expérimental.....	13
Figure 5 : Grains de riz dans une boîte de pétri.....	14
Figure 6 : Pépinière semi-irriguée.....	16
Figure 7 : Planage des rizières.....	17
Figure 8 : Arrachage des plantules.....	18
Figure 9 : Procédé de la méthode synchronisée.....	20
Figure 10 : Variation du taux de survie.....	23
Figure 11 : Variation de la longueur de la gaine foliaire en fonction de la densité des semences .....	24
Figure 12 : Tendances des rendements en fonction de la densité des semences.....	26
Figure 13 : Variation du rendement en fonction de la fertilisation.....	27
Figure 14 : Variation de la hauteur des plantes en fonction de la densité des semences.....	29
Figure 15 : Variation de la hauteur des plantes en fonction de la fertilisation.....	29
Figure 16 : Variation du nombre de talles maximum en fonction de la densité des semences.....	31
Figure 17 : Variation du nombre de talles fertiles.....	33
Figure 18 : Variation du nombre de grains par panicule en fonction de la fertilisation.....	34
Figure 19 : Variation du nombre de grains par panicule et le nombre de grains pleins par panicule en fonction de la fertilisation.....	36
Figure 20 : Comparaison des plantes issues des différentes densités.....	38
Figure 21 : Variation de la VAN en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation.....	41
Figure 22: Variation de la VAN paysanne en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation.....	41



## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Carte de localisation de la zone d'étude .....	iii
Annexe 2 : Historique de la zone .....	iii
Annexe 3 : Détails de l'analyse statistique du taux de survie des plantules .....	iv
Annexe 4 : Analyse statistique du rendement par ANOVA .....	v
Annexe 5 : Analyse statistique du taux de maturation .....	vi
Annexe 6 : Analyse statistique du nombre de panicules .....	vii
Annexe 7 : Calcul économique (en considérant les mains d'œuvres familiales).....	viii
Annexe 8 : Calcul économique (en excluant les mains d'œuvres familiales) .....	xi

## RÉSUMÉ

La densité des graines est un critère très important des semences de qualité. Une expérimentation a été conduite dans la station de recherche FOFIFA Kianjasoa, dans le Moyen ouest au cours de la campagne 2011-2012 pour déterminer l'effet de la densité des semences sur la qualité des plantules et sur le rendement. La variété utilisée était la variété 2509. Quatre densités ont été utilisées dont la densité 1.00, 1.06, 1.09 et 1.12.

La densité des semences ont eu un effet sur le taux de survie des plantules, mesuré 15 jours après le repiquage. La densité des semences exerce une grande influence sur les plantes durant la phase végétative et la fertilisation durant la phase reproductive.

Les résultats de l'expérimentation et de l'étude économique permettent de déduire que les semences de densité comprise entre la fourchette [1.06-1.12] donnent un meilleur rendement et une valeur ajoutée nette positive.

Mots-clés : qualité des semences, qualité des plantules, taux de survie, valeur ajoutée nette

## ABSTRACT

Grain specific gravity is an important aspect of rice seed quality. One experiment was conducted in FOFIFA Kianjasoa to determine the effect of grain specific gravity on seedling quality and yield. The variety 2509 was used during this experiment. Four specific gravities were used: 1.00, 1.06, 1.09 and 1.12.

The experiment proved that grain specific gravity has an effect on seedling quality and the growth. The experiments results show also that seed specific gravity has an influence especially on the vegetative phase. Seeds having specific gravity in the range [1.06-1.12] are advantageous and give a best yield.

Key words: seed quality, seedling quality, survive rate, profit

# INTRODUCTION

A Madagascar, le riz est la principale culture vivrière et constitue l'aliment de base des Malagasy. Il détient la première place dans les activités agricoles en occupant environ 70 % de la population, soit près de 87,5 % des ménages agricoles. Selon la FAO, la superficie rizicole est estimée à environ 1 450 000 ha dont 81 % (soit 1 163 000 ha) en riz aquatique, 9 % (soit 135 900 ha) en riz pluvial et 10 % (soit 149 800 ha) en riz Tavy (FAO, 2004). Malgré le grand nombre d'agriculteurs pratiquant la riziculture et la grande superficie destinée à cette spéculation, la production n'arrive pas à satisfaire les besoins annuels de la population malgache. En effet, avec une consommation évaluée en moyenne à 138 kg/hbt/an en milieu rural et 118 kg/hbt/an en milieu urbain, le besoin annuel est estimé à 2 250 000 t alors que la production en paddy est environ de 3 000 000 t/an. En utilisant le coefficient d'usage moyen : 0,60, la production en riz brun est de 1 800 000 t (Dabat, 2005). Par conséquent, Madagascar devra importer une grande quantité de riz. Par exemple, entre le mois de Janvier et le mois d'Octobre 2011 le pays a importé 142 391 tonnes.

Pour diminuer cette quantité à importer, diverses techniques sont utilisées telles que l'amélioration de la fertilisation, la bonne maîtrise d'eau, l'utilisation des machines agricoles, les techniques agricoles améliorées et l'utilisation des semences des variétés à haut rendement et de bonne qualité. Mais à l'heure actuelle, de nombreux paysans recourent encore au secteur informel pour se fournir en semences, les stockant d'une année à l'autre et/ou les échantent localement. La disponibilité des semences certifiées constitue aussi un grand problème pour les Paysans.

A part la disponibilité, le prix des semences certifiées est un facteur bloquant pour les Paysans. Le prix moyen d'un Kilo de paddy est de 600 Ariary tandis que celui des semences certifiées est de 1 600 Ariary.

Les variétés à haut rendement sont plus exigeantes en intrants par rapport aux variétés locales et cela peut expliquer en partie la réticence des Paysans à utiliser les semences améliorées.

La fourniture des semences de pré-base et la production de semences de base est le rôle des stations de recherche, les centres semenciers assurent la production des semences de base et les groupements des paysans semenciers produisent les semences commerciales. Le

service officiel de contrôle des semences (SOC) certifie les semences commerciales avant leur mise au marché.

Les semences certifiées sont dites des semences de qualité et elles sont caractérisées par une faculté germinative supérieure à 80 %, une pureté spécifique supérieure à 990 ‰ et une pureté variétale supérieure à 98 %, une teneur en semences d'autres espèces de plantes inférieure à 2 %. Selon Muhammad Arain en 1990, la densité est un critère très important des semences de qualité et elle affecte probablement le développement des plants. La densité est le rapport entre le poids d'un grain et son volume (Shibiao Teng, 1990). Cette étude est plus axée sur la densité des semences. Ce présent travail expose les expérimentations et comprend quatre parties :

- Contexte général de l'étude ;
- Les matériels et méthodes utilisés à la réalisation des expérimentations ;
- Les résultats, les interprétations, les discussions et l'étude économique ;
- Les recommandations

## PARTIE I

### CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

La semence est la matière première de base pour l'agriculture et c'est un facteur incontournable de la production agricole. A Madagascar, diverses entités publiques et privées œuvrent dans le secteur semencier. Malgré cela, ce secteur rencontre encore beaucoup de problèmes.

### 1.1. SITUATION ACTUELLE DE LA FILIÈRE SEMENCE

- Législation semencière

Pour sauvegarder les intérêts des acteurs semenciers et ceux des usagers, la loi relative à la législation semencière n° 94-038 LEGISLATION SEMENCIERE malagasy a été promulguée le 03 Janvier 1995. Cette présente loi a pour objet l'organisation de la filière semence de la Recherche à la distribution et stimule ainsi la réglementation des activités semencières dont la commercialisation. Le Service Officiel de Contrôle des semences et des plants (SOC) a été mis en place pour assurer la vérification du respect des itinéraires techniques, de l'organisation de la production et du conditionnement des semences, depuis la production de semences de pré base jusqu'à la distribution des semences de culture. Ce service est le seul habilité à certifier les semences. Il dispose d'un laboratoire semencier à Antananarivo. Des inspecteurs semenciers ont été formés et opérationnels au niveau de chaque DRDR. Le schéma suivant résume les étapes de la production des semences.

	Niveau de production	Responsable	Niveau de contrôle
01	<b>OBTENTION</b>	Recherche	
	↓		
02	<b>INSCRIPTION AU CATALOGUE</b>	CTAC	
	↓		
03	<b>MULTIPLICATION</b>		
04	↓	Semence de souche	CONTROLE EN CHAMP
05	↓	Semence de pré- base	
06	↓	Semence de base	
07	↓	CMS	
08	↓	Semence certifiée	
09	<b>CONDITIONNEMENT</b>		CONTROLE EN MAGASIN
	↓		
10	<b>STOCKAGE</b>		PRELEVEMENT D'ECHANTILLON
	↓		
11	<b>DISTRIBUTION</b>		CONTROLE EN LABORATOIRE
	↓		
	<b>PLANTEURS</b>		

*Source : Service officiel de contrôle des semences.*

Figure 1: Schéma réglementaire de multiplication de semences.

- Situation de la filière semence

Plusieurs projets collaborent avec le MINAGRI pour pouvoir mettre à la disposition des producteurs des semences de qualité. Leur objectif est de renforcer l'accès des agriculteurs aux semences de qualité. Les données statistiques consolidées relatives à l'utilisation des variétés et semences améliorées ainsi que leur dynamique ne sont pas statistiquement exploitables. En effet, les données disponibles sont incomplètes et disparates (RAVOHITRARIVO et al, 2011). L'évaluation de la situation est réalisée par le biais des illustrations des faits suivants :

- Proportion d'adoptions des semences améliorées à Madagascar : Le recensement agricole réalisé par le Ministère de l'agriculture en 2004-2005 a enregistré que l'adoption des semences améliorées concerne seulement 1 % des parcelles cultivées. (RAVOHITRARIVO et al, 2011) ;
- Difficultés rencontrées par les centres de recherche : Ce sont les centres de recherche qui est chargé de fournir les semences de base mais faute de moyens et de commande préalable, ils ne sont pas en mesure d'anticiper les semences des variétés à produire. Ces institutions ont pourtant les capacités techniques et infrastructurelles pour satisfaire les besoins en semences de pré-base ou de base. Les stations de FOFIFA sont sous exploitées. Le cas du centre CALA au Lac Alaotra montre qu'il n'exploite que 10 % de ses capacités physiques en 2008 : seulement 2,5 ha sur les 10 ha de terrain de culture pluviale sont exploités, et 10 Ha sur 100 ha de rizières irriguées sont mis en valeur. La situation des offres du FOFIFA sur les cinq dernières années montre que seul le riz et maïs ont fait l'objet de production de semence. Les semences de base vont être multipliées au niveau des centres multiplicateurs de semences (CMS) et ce sont ces derniers qui fournissent les semences certifiées.

Le rapport d'inventaire des CMS, établi par l'équipe de l'UPDR au 1<sup>er</sup> mars 2010 montre que le tiers des 90 CMS existants ne sont plus fonctionnels ou en veille. Parmi les deux tiers fonctionnels 20 sont sous location gérance ou gérés par des GPS ou des Coopératives semenciers.



**Tableau 1 : Situation des CMS**

Provinces	CMS fonctionnels	CMS non fonctionnels	Superficie (ha)
Antananarivo	11	2	316
Antsiranana	1	0	77
Mahajanga	1	7	398
Toamasina	40	3	657
Fianarantsoa	3	10	149
Toliary	6	6	319
TOTAL	62	28	1439

*Source : UPDR - MINAGRI*

## 1.2. CATÉGORIES DE SEMENCES

Selon la loi n° 94-038 relative à la législation semencière article N° 2, « Semences et plants » désigne tout matériel végétal destiné à la reproduction sexuée ou asexuée provenant d'une multiplication à l'identique de graines, de parties de plants : de plants, d'une variété ou d'un cultivar, ou d'un clone d'une espèce donnée.

Les catégories des semences sont régies par l'article N° 3 de la même loi :

- “ Semence de souche ” : Semence tirée d'un processus d'amélioration génétique capable de reproduire l'identité d'une variété, qui a été maintenue et multipliée par son sélectionneur ou en cas d'impossibilité, par un autre et à partir de laquelle sont produites les semences de pré-base ;
- “ Semence de pré-base ” : Semence obtenue à partir de la semence de souche, qui a été produite sous la surveillance de son sélectionneur, ou en cas d'impossibilité, d'un autre et à partir de laquelle sont produites les semences de base ;
- “ Semence de base ” : semence obtenue de la semence de pré-base, a été produite sous la surveillance de son sélectionneur ou, en cas d'impossibilité, d'un autre, soumise à une procédure de certification, ayant satisfait aux conditions minimales requises et est destinée à la production de semence certifiée ;
- “ Semence certifiée ” : semence qui provient de la semence de base, a été soumise à une procédure de certification et satisfait aux conditions minimales requises.

Les semences de différentes catégories doivent avoir une bonne faculté germinative et une très grande pureté variétale et spécifique. La valeur de ces critères est représentée dans le tableau suivant :

**Tableau 2** : Caractéristiques des semences

Type d'analyse	Normes d'analyse au laboratoire			
	Semences de Pré-base	Semences de Base	Certifiées	
			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
Pureté variétale (min) ‰ en grains	999	999	997	990
Pureté spécifique (min) % en poids	98	98	98	98
Faculté germinative (min) % en grains	80	80	80	80
Taux d'humidité (max) en %	12	12	12	12
Matières inertes (max) en %	2	2	2	2

*Source : SOC*

### 1.3. CADRE DE L'ÉTUDE

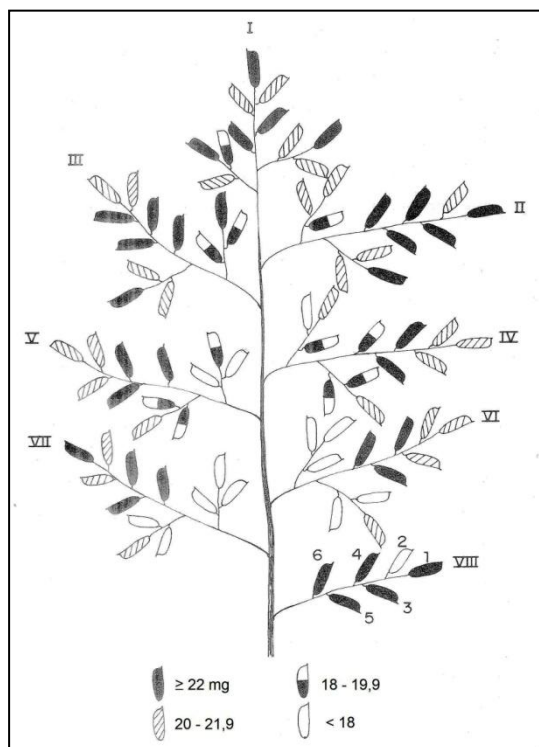
Cette étude a été réalisée pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome-option agriculture-à l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques. Elle a été effectuée au sein du Projet d'Amélioration de la Productivité Rizicole sur les hautes terres (PAPRIZ), en partenariat avec le FOFIFA. Cette étude s'est déroulée dans la région Bongolava l'une des régions focales du projet PAPRIZ.

Le PAPRIZ est un projet financé par l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA) et a pour objectif de contribuer d'une part, à l'augmentation de la productivité rizicole dans les hautes terres centrales par l'amélioration de la technologie de la culture rizicole des agriculteurs et à travers la responsabilisation du système de soutien à la production rizicole, d'autre part, à la réduction de la pauvreté et à l'aboutissement à l'auto approvisionnement en riz dans les zones rurales des hautes terres centrales. Les zones d'intervention du projet sont : Alaotra-Mangoro, Bongolava, Vakinankaratra, Analamanga et Itasy.

L'amélioration des Systèmes de Production de Semences c'est-à-dire les systèmes de sélection variétale, de multiplication et de distribution de semences est une des principales activités du projet. Le Projet travaille sur trois axes bien distincts à savoir la production des semences, l'inspection des semences et la commercialisation.

## 1.4. PROBLÉMATIQUE

Sur une même panicule les graines n'ont pas la même densité. Le schéma suivant montre la répartition de la densité des graines.



Chiffres romains : N° des branches

Chiffres arabes : N° des épis

*Source : Vergara, IRRI*

**Figure 2 :** Localisation des graines de différentes densités sur une panicule.

Avant d'être certifiées et vendues, les semences subissent divers traitements tels que le nettoyage, l'élimination des grains vides et elles sont désinfectées. Malgré ces divers traitements, les semences vendues présentent encore un pourcentage de grains vides ou mal formés. La densité des semences ne figurent pas dans le tableau des normes des semences de qualité. La densité des semences est surtout due à la quantité des matières nutritives contenues dans l'endosperme.

*Quels seront les effets de la densité des semences sur le développement des plantes ainsi que sur le rendement ?*

## 1.5. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

### 1.5.1. OBJECTIF GLOBAL

Le principal objectif de cette étude est d'augmenter le rendement par l'utilisation des semences de qualité.

### 1.5.2. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- Identification des effets de la densité des semences sur le développement des plantes et sur le rendement ;
- Etablissement d'une fourchette de densité de semences qui permet d'obtenir un bon rendement et une rentabilité satisfaisante.

## 1.6. HYPOTHÈSES

Afin d'apporter des réponses à la problématique, deux hypothèses ont été retenues :

- $H_1$  : La densité influe sur la vigueur des plantules :

Les plantules vigoureuses ont une taille uniforme, une croissance régulière, une gaine foliaire courte, un système racinaire long et plus touffu et elles ne doivent pas être attaquées par des parasites ou des maladies (Vergara, 1992). Dans cette étude la vigueur des plantules est en plus évaluée par le taux de survie après repiquage.

- $H_2$  : Les plantules issues des semences plus denses auront un meilleur développement et donneront un rendement supérieur par rapport aux autres, quel que soit l'état de fertilité du terrain.

Le rendement des plantes issues des graines de densité supérieure sera satisfaisant et la rentabilité économique le sera aussi.

## 1.7. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

### 1.7.1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

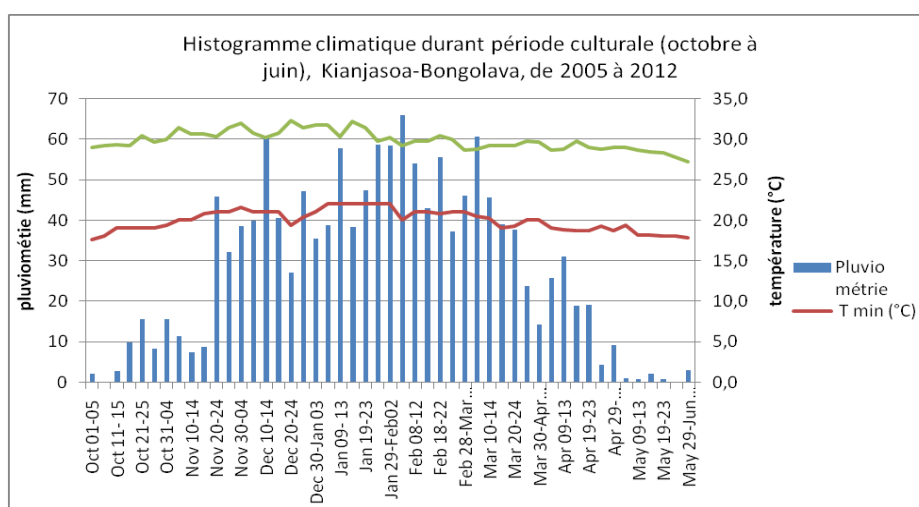
L'expérimentation a été conduite à la station de recherche FOFIFA Kianjasoa. Elle se situe à 63 km au Sud-est de la ville de Tsiroanomandidy. Kianjasoa se trouve à une altitude de 956 m, ayant comme coordonnées géographiques 19 ° 05' S et 46° 22' W.

Administrativement, la station relève du Fokontany Kianjasoa, commune rurale de Mahasolo, district de Tsiroanomandidy et région de Bongolava. La station comprend des bas-fonds encaissés et des plateaux à 950 m d'altitude. L'ensemble est drainé par la rivière Sakay à l'Est et par la rivière Manjaloha dans la limite Ouest. On y trouve trois grands étangs artificiels : Ambatonapoaka, Ambalavao et Ambaniatsinanana. Ces étangs jouent un grand rôle dans la riziculture car ce sont ces étangs qui assurent l'irrigation des rizières durant la campagne de « Vary aloha ». Concernant le terrain d'expérimentation c'est l'étang d'Ambaniatsinanana qui assure son irrigation (*cf. annexe N° 1 : Localisation de la zone d'étude*).

### 1.7.2. SITUATION CLIMATIQUE

La courbe de la page suivante montre la variation de la pluviométrie et de la température.

Le graphe montre que la saison chaude et pluvieuse s'étale du mois d'octobre à la mi-avril. Chaque année, Kianjasoa reçoit en moyenne 1 400 mm de pluie. La température moyenne est aux alentours de 25 °C.



Source : SRR Kianjasoa

**Figure 3 :** Histogramme climatique pentadaire station Kianjasoa

## PARTIE II

### MATERIEL ET METHODES

## 2.1. MATERIELS UTILISES

### 2.1.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

La variété utilisée est la variété 2509 à cause de sa longueur de cycle. En effet la 2509 est une variété à cycle court et elle est généralement utilisée en « Vary aloha » à Kianjasoa pour pouvoir commencer à temps la saison « Vary be ». Elle figure parmi les variétés utilisées par les paysans durant la saison « Vary aloha ». C'est une variété issue du croisement de la variété 1300 avec la variété 1632. La variété 2509 est une variété divulguée dans la région Bongolava vers 1980 et encore très utilisée dans la commune de Mahasolo, particulièrement en culture de Vary aloha.

### 2.1.2 OUTILS UTILISÉS

- Balance : pour effectuer les pesées des semences, des engrais et du sel ;
- Humidimètre : pour déterminer le taux d'humidité des semences
- Densimètre : pour mesurer la densité de l'eau salée pour sélectionner les semences ;
- Compteur de grains : pour aide-mémoire au comptage des grains pour déterminer le poids de 1 000 grains.
- Sachets plastiques : pour le trempage et l'incubation des semences
- Piquets : pour le piquetage de la pépinière et des rizières
- Corde : pour l'alignement des plantules lors du repiquage

### 2.1.3 INTRANTS UTILISÉS

- Semences

Les semences utilisées proviennent de la station FOFIFA Kianjasoa. La dose de semences à utiliser en pépinière est de 200 g/m<sup>2</sup>.

- Engrais

Les engrais utilisés sont ceux qui sont disponibles dans la région. Deux formes d'engrais étaient utilisées : l'engrais organique qui est la poudrette de parc et les engrais minéraux qui sont le DAP 18-46-0 et le K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50 %.

## 2.2. MÉTHODES D'ÉTUDE

La méthodologie adoptée pour la réalisation de l'étude se répartit en quatre grandes parties :

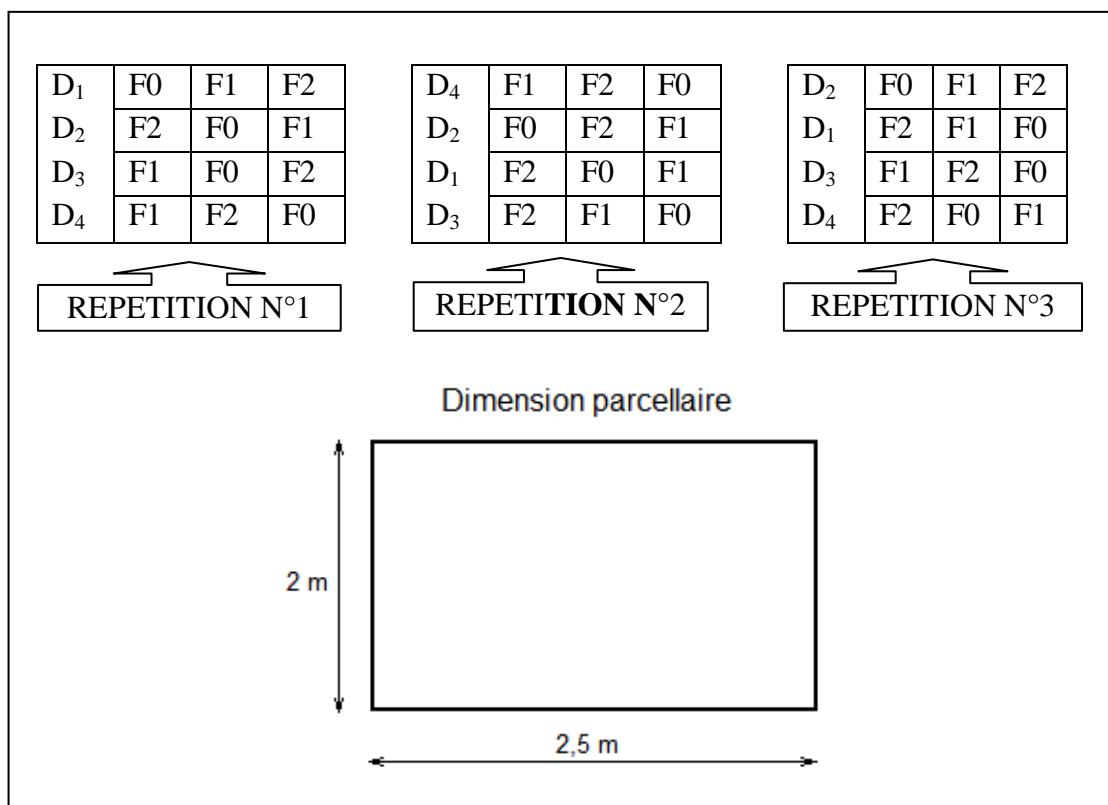
- Etude préliminaire composée de l'analyse bibliographique et webographique se rapportant à l'étude menée ;
- Mise en place des expérimentations sur terrain ;
- Collecte et traitement des données ;
- L'étude de l'aspect économique.

## 2.3. CONDUITE DE L'EXPÉRIMENTATION

### 2.3.1. EXPÉRIMENTATION SUR TERRAIN

Cette expérimentation consiste à planter les plantules issues des graines de densité différentes sur des parcelles à niveau de fertilisation différent. Les facteurs étudiés sont la densité des semences et le niveau de fertilisation des parcelles. Le facteur « densité » a quatre modalités dont  $D1 \geq 1.00$ ,  $D2 \geq 1.06$ ,  $D3 \geq 1.09$  et  $D4 \geq 1.12$ . Concernant le facteur « fertilisation », trois variantes ont été considérées : F0 (sans fertilisant), F1 (fumier de parc) et F2 (fumier et une dose de 60N-45 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-45 K<sub>2</sub>O). Le dispositif adopté pour cette expérimentation est le Split plot à trois répétitions. L'essai était mis en place sur le bas fond. Le terrain sur lequel l'expérimentation a été installée sur une superficie de 339 m<sup>2</sup> et la dimension parcellaire est de 5 m<sup>2</sup>. Le barrage situé en amont de la parcelle assure l'irrigation des parcelles. Le système de culture appliquée sur le terrain avant la mise en place de l'essai est la double riziculture. Pour l'expérimentation, le semis était effectué le 12 Septembre 2011 et le repiquage 15 jours après le semis. La variété utilisée est la variété 2509. Cette variété a un cycle qui dure 110 à 130 jours et elle est généralement utilisée en « Vary aloha » à cause de cette durée de cycle.





*Source : Auteur*

**Figure 4:** dispositif expérimental

### 2.3.2. ESSAI EN LABORATOIRE

Cette étude a été effectuée afin de vérifier les données obtenues sur terrain concernant les plantules. Le facteur étudié est la densité des semences et les modalités utilisées sont les mêmes que dans l'expérimentation sur terrain. Le support utilisé était un terreau composé de terre rouge, du sable et de la matière organique pour une proportion respective de 1/3,1/3,1/3. Le terreau était mis dans des bacs plastiques de forme rectangulaire ayant une dimension 30x 15 cm. Trois bacs ont été utilisés à titre de répétitions. A l'intérieur de chaque bac, quatre plates-bandes étaient conçues pour semer les semences de quatre densités.

## 2.4. MÉTHODE DE MISE EN PLACE DES DISPOSITIFS

### 2.4.1. PRÉPARATION DES SEMENCES

Différentes étapes sont suivies pour effectuer la préparation des semences, à savoir :

- L'évaluation du taux de germination en laboratoire.

L'objet de cette évaluation est de déterminer le potentiel de germination maximum du lot de semences à utiliser et aussi pour estimer la quantité de semences à semer. Différentes méthodes sont utilisées pour évaluer le taux de germination : l'utilisation de boîte de pétri, l'utilisation de serviette ou tissu et la méthode de « Seed box ». Pour cette étude, l'utilisation de boîte de pétri était adopté en raison de la disponibilité de ce matériel. Pour ce faire une petite quantité d'eau a été mis dans la boîte ensuite les grains. 50 grains par boîte ont été utilisés. Après mise en étuve sous une température de 35 °C durant quatre jours, les grains qui ont germés ont été comptés et le calcul du taux de germination a été effectué à partir de la formule suivante :

$$T (\%) = \frac{\text{Nombre de grains germés}}{\text{Nombre de grains initial}} \times 100$$



*Source : Auteur*

**Figure 5 :** Grains de riz dans une boîte de pétri

- L'évaluation du taux d'humidité à l'aide d'un humidimètre.

5 échantillons de grains ont été utilisés pour cette étape. Le taux d'humidité moyen des semences utilisées est de 12 %, qui correspondent au taux d'humidité idéal pour le conditionnement des grains.

- La mesure de la densité des semences

L'eau salée est utilisée pour éliminer les grains vides. Après quelques essais, les concentrations de l'eau salée utilisée pour obtenir les quatre densités sont indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau 2** : Concentration de l'eau salée

Quantité de sel (en g)	Quantité d'eau (en litre)	Concentration de la solution saline (en %)	Densité mesurée
0	2	0 %	1.00
200	2	10 %	1.06
300	2	15 %	1.09
400	2	20 %	1.12

*Source : Auteur*

Nous avons trempé un lot de semences dans la solution et les grains vides et mal formés sont facilement éliminés. Un échantillon de 500 g de paddy, trempé dans l'eau pure, abandonne 25 grammes de grains vides et les grains qui restent ont une densité supérieure à 1.00. En utilisant un autre échantillon de 500 g, mais trempé dans une solution contenant 10% de sel de cuisine, nous avons recueilli 60 grammes de grains vides et mal formés et les grains qui restent au fond ont une densité supérieure à 1.06. Une solution contenant 15 % de sel de cuisine permet de retenir les grains ayant une densité supérieure à 1.09, et la perte en semences pour cet échantillon est de 100 grammes. Un autre échantillon de 500 g trempé dans une solution contenant 20 % de sel, abandonne 150 grammes de grains vides et mal formés ; les semences restant ont une densité supérieure à 1.12.

- Processus de pré-germination

Immédiatement, après mesure de densité, les semences étaient rincées avec de l'eau propre pour éviter que le sel agisse sur les semences. Ensuite, les semences étaient mises dans des sachets troués puis dans un seau d'eau contenant de l'eau pure : c'est le trempage. La durée du trempage est de 24 heures. Après 24 heures, les sachets étaient mis sur une grille pour évacuer l'eau retenue. Après être égouttées, les semences étaient incubées. L'incubation consiste à introduire les sachets contenant les semences, dans un récipient.

#### 2.4.2. PRÉPARATION DE LA PÉPINIÈRE

La préparation de la pépinière et la préparation des semences étaient effectuées simultanément. La technique de pépinière utilisée est la technique recommandée par le PAPRIZ qui est la technique semi-irriguée. Cette technique consiste à :

- Un labour du terrain destiné à la pépinière pour obtenir un lit de semis meuble, très propre ;
- Un apport des matières organiques bien décomposées au minimum 1 kg/m<sup>2</sup>
- Une confection des plates-bandes de 1 à 1,5 m de largeur, la longueur dépend de la quantité des semences ;
- Un planage qui consiste à supprimer, sur le lit de semis, tout relief pouvant créer des flaques d'eau ou des points hauts mal irrigués ;
- Une irrigation.

#### 2.4.3. SEMIS

Semer les semences sur les plates-bandes correspondantes. La dose de semences est de 200 g de semences sèches par m<sup>2</sup>.

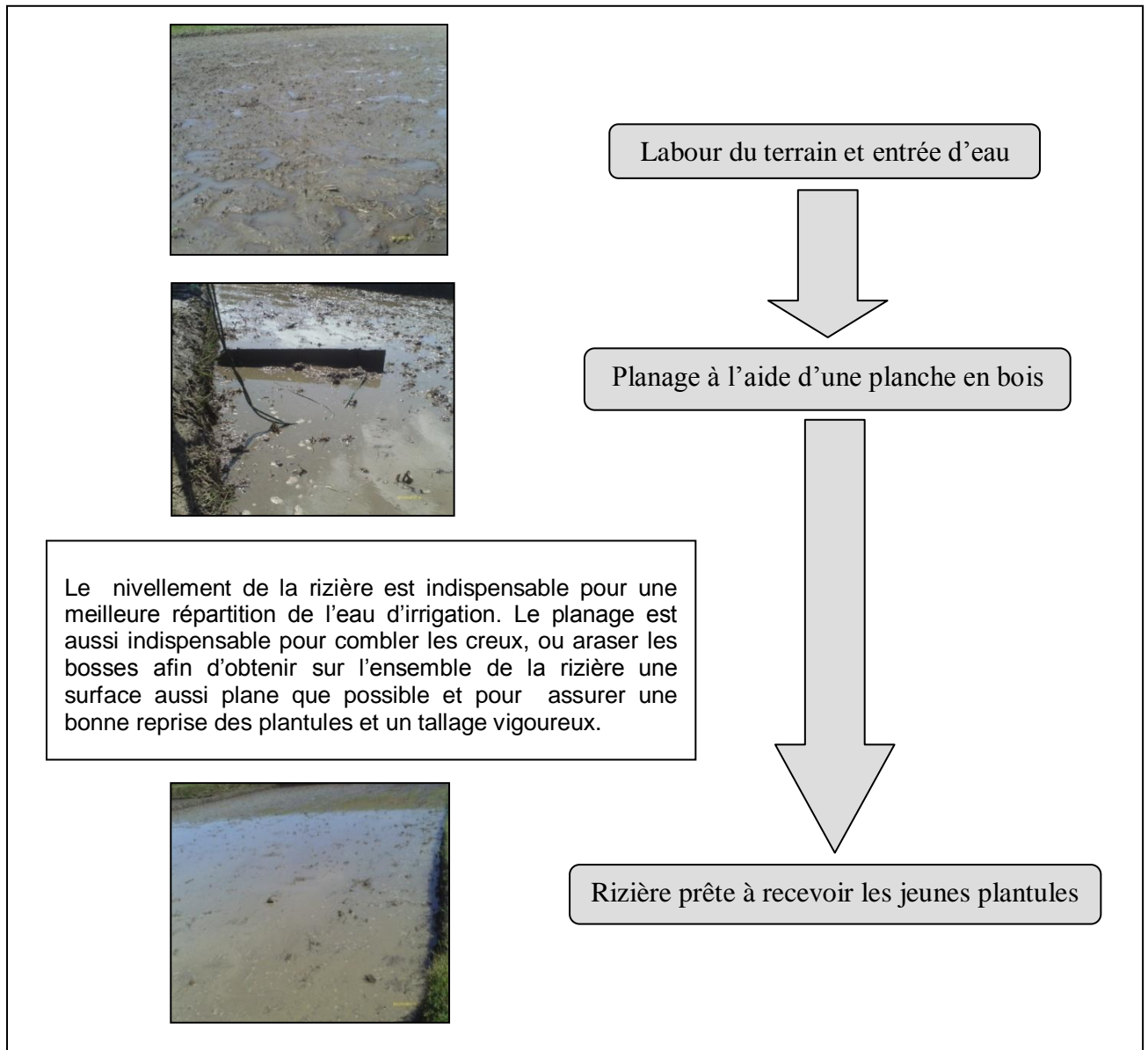


**Figure 6 :** Pépinière semi-irriguée

*Source : PAPRIZ*

#### 2.4.4. PRÉPARATION DU TERRAIN

Les plantules obtenues en pépinière vont être repiquées sur la rizière. La préparation préalable de cette dernière va concourir à favoriser une reprise rapide et un tallage vigoureux. Cette opération est effectuée bien avant la préparation des semences. Cette préparation consiste à :



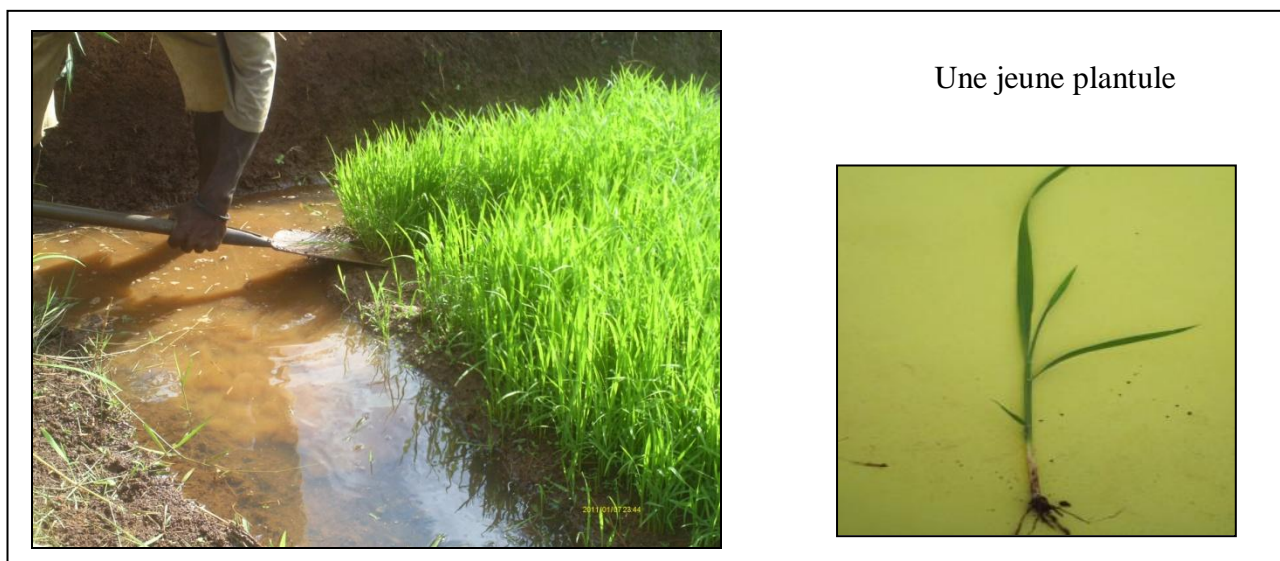
*Source : Auteur*

**Figure 7 : Planage des rizières**

#### 2.4.5. REPIQUAGE

Le repiquage se fait 15 jours après le semis. L'arrachage des plantules étaient effectuées avec de l'angady afin de ne pas séparer les plantules du sol et de protéger les jeunes racines. L'utilisation de très jeune plant est bénéfique du fait qu'il souffre moins lors de la transplantation et il y a une reprise rapide. Le repiquage des jeunes plants respectent aussi la loi de la nature qui affirme que plus l'être est jeune plus la vitalité de ses tissus est grande (Patrick Vallois, 1996). Le riz a été repiqué à l'écartement de 25 x 20 cm à un brin par touffe.

L'utilisation de un brin par touffe a pour finalité la mise en évidence de la faculté de tallage des plants.



*Source : Auteur*

**Figure 8** : Arrachage des plantules

#### 2.4.6. FERTILISATION ET ENTRETIEN

La dose du fumier apportée est de 10 t/ha et la dose d'engrais minéral est de 60 N - 45 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-45K<sub>2</sub>O pour le niveau de fertilisation F2. L'apport d'azote est fractionnée pour minimiser la perte par lessivage et par évaporation et pour que les éléments soient disponibles pour les plantes lors des périodes critiques. Donc 30 N est apporté au moment du repiquage et 30 N avant l'initiation paniculaire, c'est-à-dire 30 jours après repiquage. La quantité d'engrais à apporter pour satisfaire la dose recommandée est indiquée dans le tableau suivant :

**Tableau 4** : Quantité de fertilisant utilisée

Unité fertilisant	Nature de l'engrais	Quantité pour 1 ha	Quantité pour la parcelle élémentaire (5 m <sup>2</sup> )
30 N au repiquage	DAP	98 kg	50 g
	Urée	29 kg	15 g
30 N avant initiation paniculaire	Urée	65 kg	32,5 g
45 K au repiquage	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50 %	90 kg	45 g

*Source : Auteur*

Pour la lutte contre l'adventice deux sarclages mécaniques avec une houe rotative et un sarclage manuel ont été effectués au cours de la phase végétative. Le 1<sup>er</sup> sarclage était effectué 15 jours après le repiquage (JAR), le 2<sup>nd</sup> 30 JAR et le sarclage manuel 45 JAR.

#### 2.4.7. RÉCOLTE

Il est très important de récolter à bon état de maturité. La récolte est effectuée lorsque 80 % des grains sont jaunes. Pour écarter l'effet de bordure sur les résultats de l'expérience, les deux lignes sur la bordure de chaque parcelle sont enlevées. Pour éviter la confusion à la récolte, le battage et la mise en sac se fait par parcelle. L'étiquetage des sacs est indispensable pour éviter les confusions.

#### 2.5. MÉTHODE DE COLLECTE

Pour évaluer la vigueur des plantules les critères retenues sont :

- Nombre de feuilles ;
- Longueur des plantules ;
- Longueur des racines ;
- La longueur de la gaine foliaire ;
- Le taux de survie.

La mesure de la longueur de la gaine foliaire, du nombre de feuilles, de la longueur des plantules ainsi que la longueur des racines était effectuée au moment du repiquage, et le taux de survie 15 jours après repiquage.

Les données recueillies durant le développement sont :

- La hauteur des plantes ;
- Le nombre de talles.

Les collectes des données sont effectuées tous les 15 jours jusqu'à la floraison.

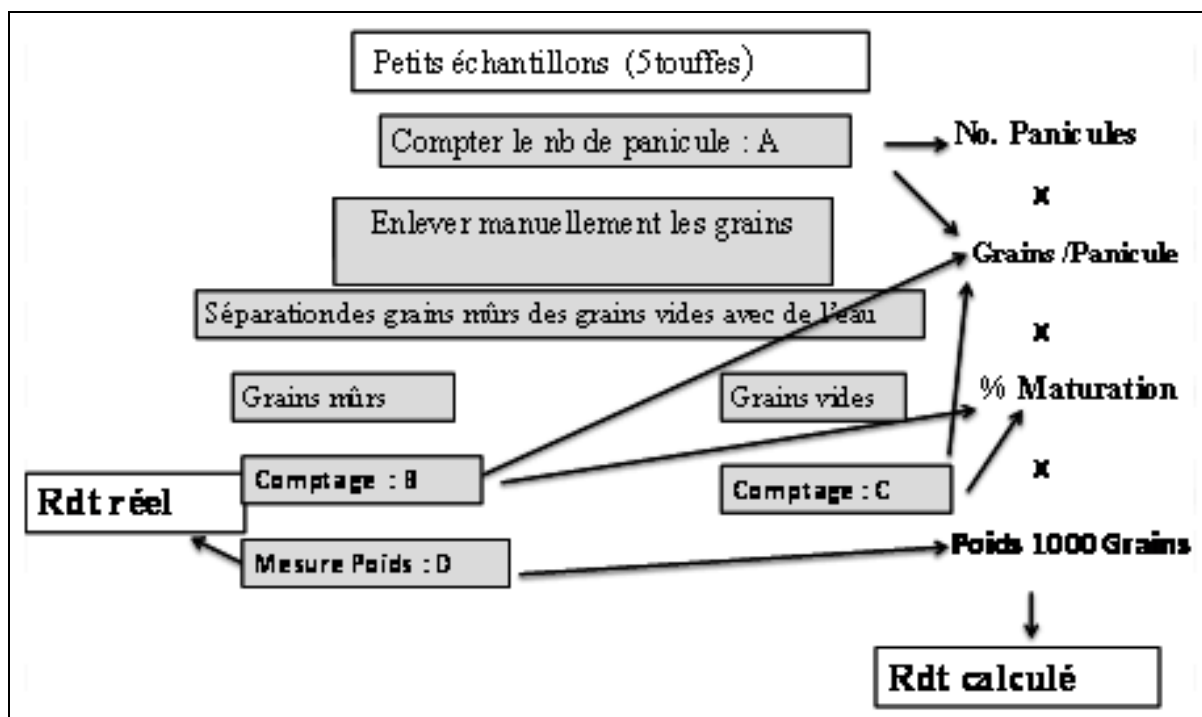
A la récolte les données collectées sont les composantes de rendement comprenant :

- Le nombre de panicules ;
- Le nombre de grains par panicule ;
- Le pourcentage des grains pleins ;
- Le poids de 1000 grains.

Pour l'évaluation des composantes de rendement, la méthode synchronisée a été utilisée. Dans bien de cas l'écart entre le rendement calculé des composantes de rendement et le rendement réel est observé. La raison de ce choix est que cette méthode permet de réduire l'écart entre le rendement calculé et le rendement réel. Cette méthode consiste :

- Au comptage du nombre de panicules par touffe ;
- A un enlèvement de tous les grains d'une touffe ;
- Au comptage des grains ;
- A la séparation des grains pleins et vides à l'aide de l'eau ;
- Au comptage des grains pleins, au séchage à l'air et au pesage. On obtient ainsi le rendement réel ;

Cinq touffes par parcelles sont utilisées pour l'évaluation des composantes de rendement. Le schéma suivant résume le processus :



*Source : PAPRIZ*

Figure 9 : Procédé de la méthode synchronisée



Les formules utilisées sont :

$$\text{Nombre de grains par panicule} = \frac{\text{Nombre de grains total}}{\text{Nombre de panicules}}$$

$$\text{Taux de maturation} = \frac{\text{Nombre de pleins}}{\text{Nombre total de grains}} \times 100$$

$$\text{Rd}^t \text{ t/ha} = \text{Nombre de plants /m}^2 \times \text{nombre de panicules /touffe} \times \text{grain /panicule} \\ \times \text{Taux de maturation} \times \text{poids de 1000 grains} \times 10^{-7}$$

## 2.6. MÉTHODES D'EXPLOITATION DES DONNÉES

Afin de traiter les données recueillies, une analyse statistique a été effectuée. Deux méthodes de traitement ont été utilisées :

- La statistique descriptive qui nous permet de présenter les résultats sous forme de tableau ou graphique des moyennes avec écart-type ;
- La statistique analytique qui nous permet d'analyser les facteurs et leur interaction. L'analyse de la variance (ANOVA) permet de voir si la variabilité des résultats pour chaque facteur est due à l'influence du/des facteurs. Le logiciel utilisé est le XLstat 2008. Le test par comparaison par paire a été celui du Test de Fischer : Le facteur et/ou l'interaction de deux facteurs ont un effet significatif dans la variabilité des résultats, si leurs probabilités  $Pr > F$  respectives sont inférieures au seuil significatif 0.05 sinon le facteur et/ou l'interaction de deux facteurs n'ont pas un effet significatif dans la variabilité des résultats.

PARTIE III  
RESULTATS

### 3.1. ESSAI AU LABORATOIRE

Les mesures sont effectuées 15 jours après le semis. Le tableau suivant montre les résultats obtenus sur terrain et au laboratoire.

**Tableau 3** : Variation des caractères des plantules en fonction de la densité des semences

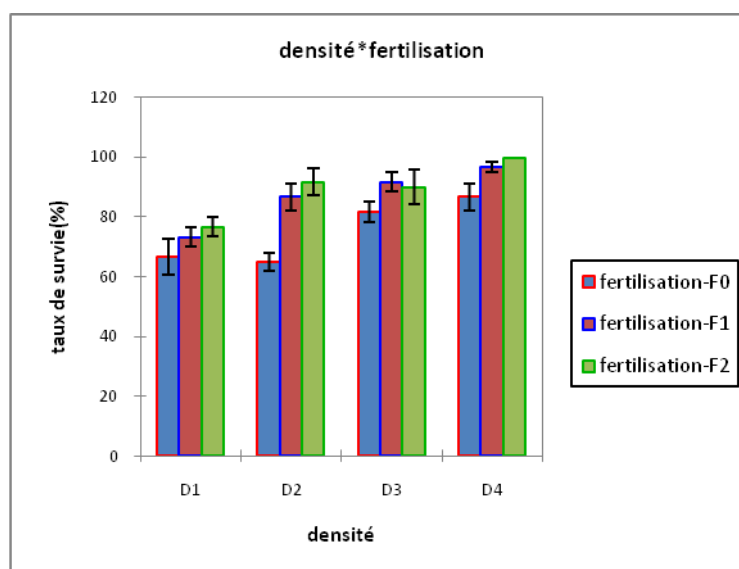
Densité		Nombre de feuilles	Longueur (cm)	Longueur racines (cm)	Gaine foliaire (cm)
D1	Terrain	4,100	9,740	4,480	0,510
	Laboratoire	3,267	9,827	1,880	2,153
D2	Terrain	4,900	10,820	3,780	0,260
	Laboratoire	3,333	11,747	1,767	2,000
D3	Terrain	5,000	11,750	2,750	0,250
	Laboratoire	3,400	12,133	1,813	1,973
D4	Terrain	4,700	10,460	3,200	0,240
	Laboratoire	3,200	13,467	2,307	1,500

Durant la réalisation de l'essai au laboratoire il y avait le passage du cyclone Giovanna, donc les conditions ne correspondent pas aux conditions de développement des plantules sur terrain. Les résultats de l'essai au laboratoire ne peuvent pas être utilisés pour vérifier les résultats sur terrain.

### 3.2. EXPÉRIMENTATION SUR TERRAIN

#### 3.2.1 EFFET SUR LE TAUX DE SURVIE DES PLANTULES

Le taux de survie est le rapport entre le nombre de plant repiqués et le nombre de plants restant après une certaine période. La mesure du taux de survie des plantules 15 jours après le repiquage a permis de comparer la vigueur des plantules issues des semences de différentes densités. Le graphe suivant montre la variation du taux de survie selon la fertilisation et selon la densité des semences.



**Figure 10** : Variation du taux de survie

Selon ce graphe, les plantules issues des semences de densité 1.06 se développant dans les parcelles non fertilisées ont le plus faible taux de survie (65 %). Le taux de survie maximum (100 %) est obtenu avec les plantules issues des semences de densité 1.12 transplantées dans les parcelles à niveau de fertilisation F2.

L'analyse de la variance permet de déterminer l'effet des facteurs étudiés sur la variation du taux de survie des plantules. Le tableau suivant montre les résultats de cette analyse.

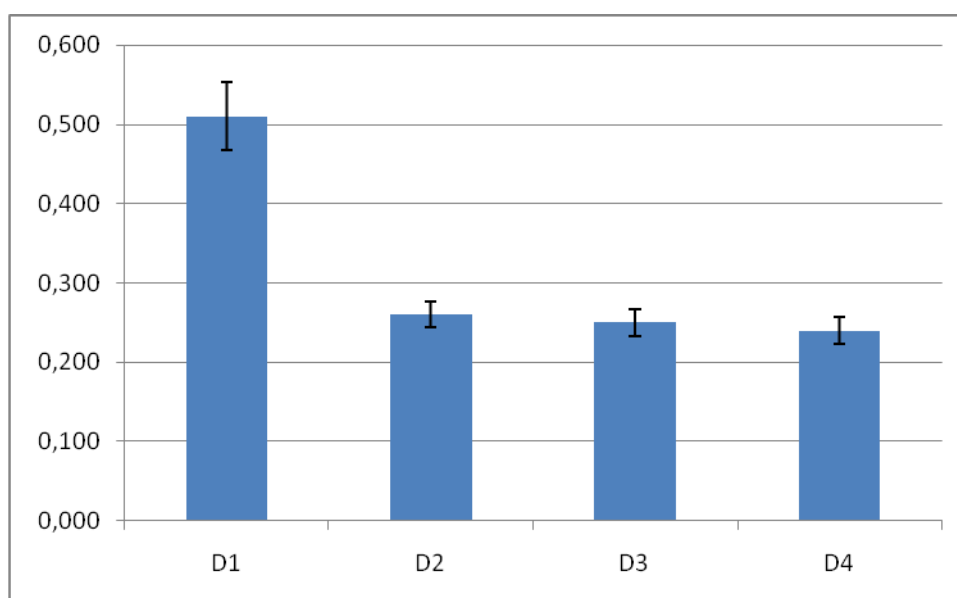
**Tableau 4** : Tableau d'analyse de la variance du taux de survie

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	2433,333	811,111	17,697	< 0,0001
Fertilisation	2	1459,722	729,861	15,924	< 0,0001
Densité X fertilisation	6	362,500	60,417	1,318	0,287

Selon ce tableau, la probabilité Pr > F pour le facteur Densité des semences est largement inférieure au seuil significatif et il en est de même pour le facteur Fertilisation, cela signifie que les deux facteurs ont des effets significatifs sur la variation du taux de survie des plantules. Par contre pour l'interaction des deux facteurs, la probabilité Pr < F est supérieure au seuil 0.05 donc l'interaction n'a pas eu des effets significatifs sur la variation du paramètre taux de survie.

## Discussion :

L'effet de la densité des semences sur le taux de survie des plantules est en relation avec la qualité des plantules. Plantules de bonne qualité signifie, plantules à taille uniforme ; à courte gaine foliaire ; à un système racinaire plus touffu. La mesure de ces caractères est effectuée 15 jours après le semis c'est-à-dire au moment du repiquage. Selon Vergara en 1992, la longueur de la gaine foliaire influe le développement des plantules après le repiquage. Les plantules qui ont une longue gaine foliaire sont des plantules qui se développent trop rapidement et ils deviendront chétifs après le repiquage, par contre ceux qui ont une gaine foliaire courte se développeront mieux. Ainsi la variation de la longueur de la gaine foliaire peut expliquer en partie la variation du taux de survie. Le graphe suivant montre la variation de la gaine foliaire en fonction de la densité des semences.



**Figure 11** : Variation de la longueur de la gaine foliaire en fonction de la densité des semences

Les plantules issues des graines de densité 1.00 ont les plus longues gaines foliaires tandis que ce sont les plantules issues des semences de densité 1.12 qui ont les plus courtes gaines foliaires. Les plantules issues des semences de densité 1.00 deviendront plus chétives après le repiquage. Le taux de survie des plantules après le repiquage dépend aussi du niveau de fertilité du milieu qui les accueille. En effet, après le repiquage, les plantules puisent les éléments nutritifs qui leur sont utiles pour le développement à partir de la solution du sol. Les éléments nutritifs contenus dans la solution du sol proviennent principalement des fertilisants

utilisés. Si ces éléments sont directement accessibles aux plantules ces derniers n'auront pas de difficulté à les utiliser donc elles pourront se développer rapidement.

L'hypothèse  $H_1$  qui stipule que les semences de densité élevée produisent des plantules plus vigoureuses et à taux de survie élevé est confirmée.

### 3.2.2 RENDEMENT

L'objectif principal de cette étude est l'augmentation du rendement, donc l'étude des effets des facteurs étudiés sur le rendement s'avère important. Le tableau ci-dessous illustre les rendements moyens par fertilisation et par densité des semences.

Tableau 5: Rendement moyen (t/ha) par fertilisation et par densité de semences

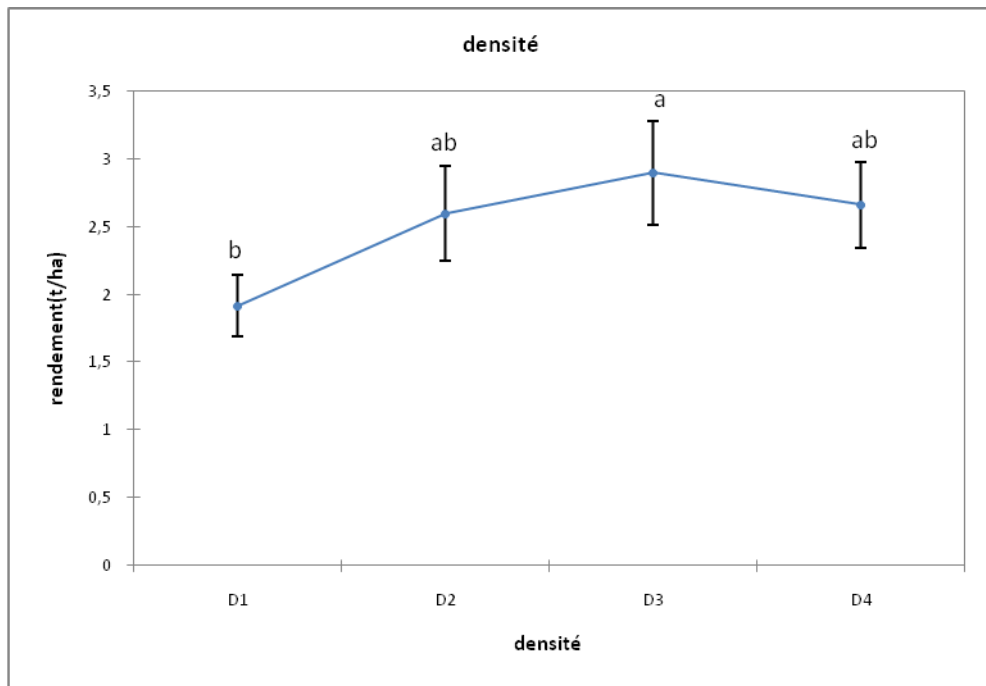
	Traitement	D1	D2	D3	D4
F0	Témoin	1,7	2,0	2,3	2,6
F1	Fumier	2,0	2,3	3,4	2,3
F2	Fumier + NPK	2,1	3,5	3,0	3,1

Selon ce tableau, le rendement varie du type de fertilisant à un autre et de la densité des semences à une autre. L'analyse de la variance du rendement permet de déterminer lequel des deux facteurs Densité des semences et Fertilisation a eu un effet significatif sur cette variation. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Tableau d'analyse de la variance du rendement

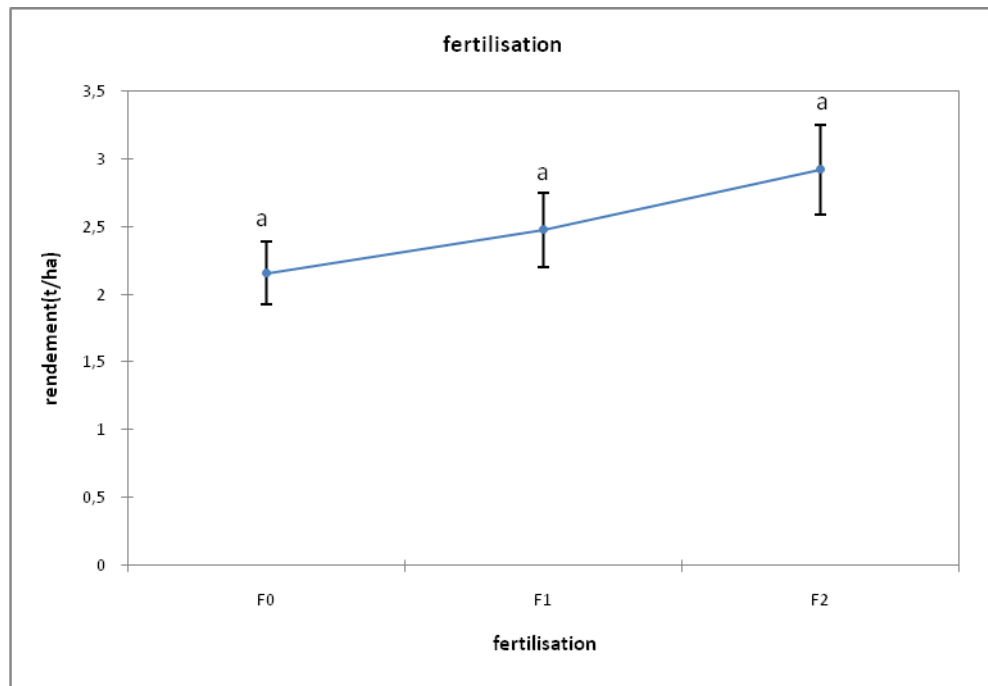
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	4,759	1,586	1,640	0,207
Fertilisation	2	3,517	1,759	1,818	0,184
Densité x Fertilisation	6	3,319	0,553	0,572	0,749

Les probabilités  $Pr > F$  sont supérieures au seuil 0.05 pour les deux facteurs ainsi que pour l'interaction entre les deux facteurs. Cela signifie que les deux facteurs et leur interaction n'ont pas des effets significatifs sur la variation du rendement dans son ensemble. Toutefois une tendance de la variation du rendement en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation est observée.



**Figure 12** : Tendence des rendements en fonction de la densité des semences

Selon ce graphe, le rendement augmente au fur et à mesure que la densité des semences augmente. Le rendement minimal est de 2 t/ha et ceci est obtenu avec les plantes issues des semences de densité 1.00. Le rendement maximal est de l'ordre de 3 t/ha et ceci est obtenu avec les plantes issues des graines de densité 1.09. Avec la densité 1.12 le rendement a tendance à diminuer. La réponse des plantes aux différents niveaux de fertilisation est illustrée par le graphe suivant :



**Figure 13** : Variation du rendement en fonction de la fertilisation

Selon ce graphe, le rendement augmente proportionnellement au niveau de fertilisation utilisé.

**Discussion :**

La plante puise dans l'atmosphère le carbone et l'oxygène, dans le sol l'azote et les autres éléments minéraux sous la forme de sels solubles. Les réserves minérales du sol, sous forme de minéraux insolubles ou d'ions fixés sur l'argile, sont lentement libérées par l'activité des racines, des microbes et des actions climatiques. Elles fournissent aux plantes une grande variété d'éléments (SOLTNER, 1992). Ce mécanisme permet aux plantes de se développer et de donner un rendement, même dans des parcelles non fertilisées. Le rendement augmente avec l'augmentation du niveau de fertilisation parce que les plantes ont beaucoup plus de substances nutritives à leur disponibilité.

Le tri des semences en utilisant les solutions permet d'éliminer les grains vides et les grains mal formés. Plus la concentration de la solution saline augmente, plus la densité des semences retenues augmente et la qualité de semence augmente également.



### 3.2.3 EFFET SUR LA HAUTEUR DES PLANTES

Le tableau suivant montre la variation de la hauteur moyenne des plantes en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation.

Tableau 7 : Variation de la hauteur des plantes

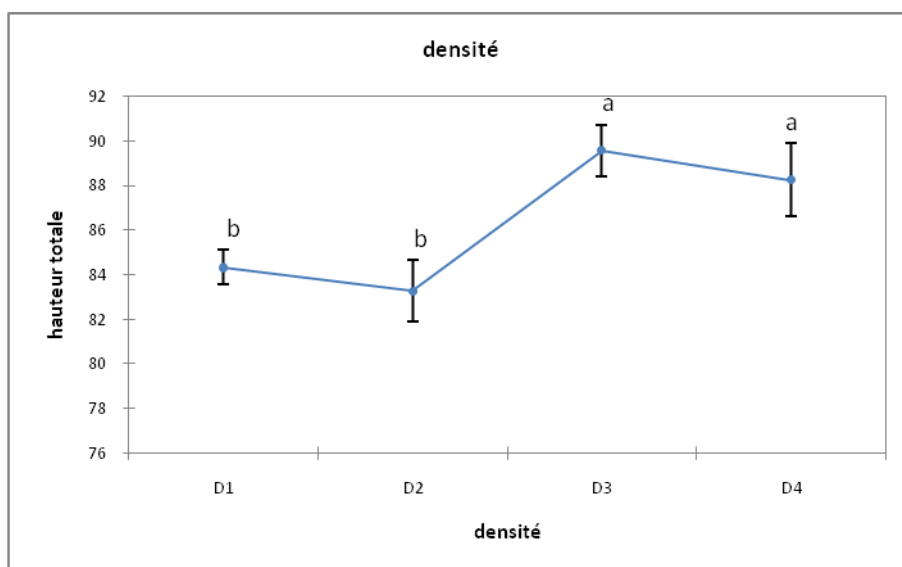
	D1	D2	D3	D4
F0	83,3 ± 1,7	81,3 ± 2,2	86,5 ± 2	87,5 ± 3,1
F1	83 ± 0,4	81,6 ± 1,1	90,7 ± 2,1	87,3 ± 2,5
F2	86,7 ± 0,2	87 ± 2,6	91,5 ± 0,4	90 ± 3,8

L'analyse de la variance permet de déterminer la part des deux facteurs sur cette variation de la hauteur des plantes.

Tableau 8 : Tableau d'analyse de la variance de la hauteur des plantes

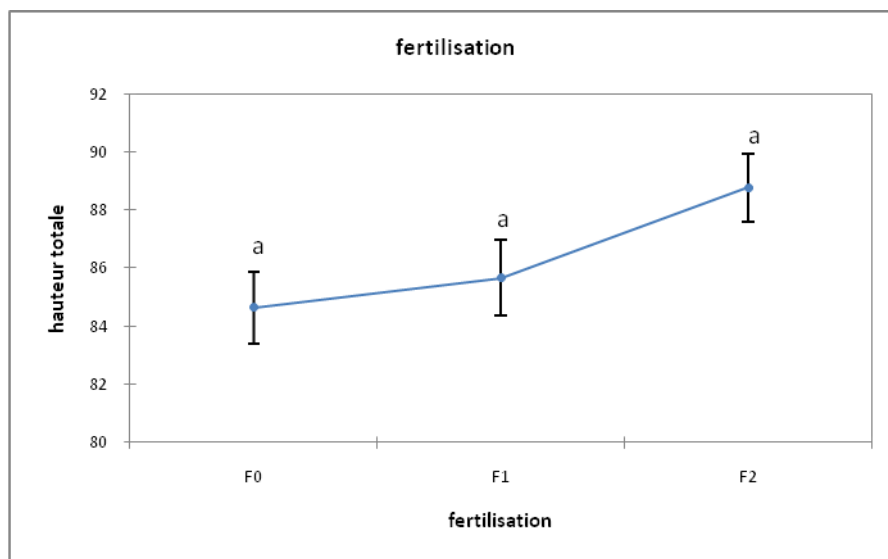
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	246,602	82,201	5,978	0,003
Fertilisation	2	111,319	55,660	4,048	0,031
Densité x fertilisation	6	30,488	5,081	0,370	0,891

Pour le facteur Densité des semences, la probabilité  $Pr > F$  est inférieure au seuil significatif et cela veut dire que ce facteur a un effet significatif sur la variation de la hauteur des plantes. Il en est de même pour le facteur Fertilisation car la probabilité  $Pr > F$  est égale à 0.031. L'interaction entre les deux facteurs n'a pas un effet significatif sur la variation de la hauteur des plantes puisque la probabilité  $Pr > F$  est supérieure au seuil significatif 0.05. Le graphe suivant montre la variation de la hauteur des plantes en fonction de la densité des semences.



**Figure 14** : Variation de la hauteur des plantes en fonction de la densité des semences

Selon ce graphe les moyennes de la hauteur des plantes issues des semences de densité 1.00 et 1.06 appartiennent au même groupe « b » et celles des plantes issues des semences de densité 1.09 et 1.12 au groupe « a ». Le graphe suivant montre la variation de la hauteur des plantes en fonction de la fertilisation.



**Figure 15** : Variation de la hauteur des plantes en fonction de la fertilisation

Le graphe montre que la hauteur des plantes augmente avec le niveau de fertilisation et que les moyennes de la hauteur des plantes pour chaque type de fertilisant appartiennent au même groupe.

### 3.2.4 EFFET SUR LE NOMBRE DE TALLES MAXIMUM

Le nombre de talles maximum varie en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation. Le tableau suivant montre cette variation.

Tableau 9 : Variation du nombre de talles /touffes maximum

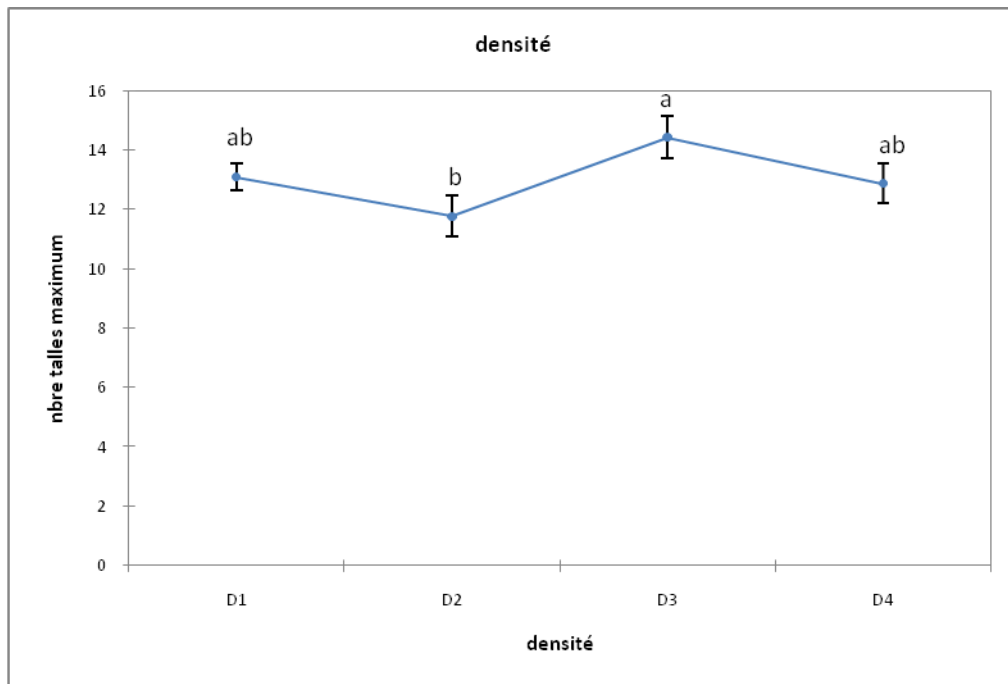
	D1	D2	D 3	D4
F0	13 ± 0,6	11 ± 0,9	12 ± 0,3	12 ± 0,6
F1	13 ± 1,2	11 ± 1,5	16 ± 1,5	13 ± 1,5
F2	13 ± 0,9	13 ± 0,9	15 ± 0,9	14 ± 1,5

L'analyse de la variance a permis de déterminer l'influence de deux facteurs et de leur interaction sur la variation du nombre de talles.

Tableau 10 : Tableau d'analyse de la variance du nombre de talles maximum

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	32,333	10,778	3,104	0,045
fertilisation	2	22,722	11,361	3,272	0,055
Densité x Fertilisation	6	13,500	2,250	0,648	0,691

D'après ce tableau, seul le facteur Densité des semences a un effet significatif sur la variation du nombre de talles. Le facteur Fertilisation et l'interaction entre les deux facteurs n'ont pas d'effets significatifs sur la variation du nombre de talles maximum puisque les probabilités Pr > F sont supérieures au seuil significatif 0.05. Le graphe suivant montre la variation du nombre de talles maximum en fonction de la densité des semences.



**Figure 16** : Variation du nombre de talles maximum en fonction de la densité des semences

Selon ce tableau, les plantes issues des semences de densité 1.09 ont émis le maximum de talles et ce sont celles qui sont issues des graines de densité 1.06 qui ont donné le minimum de talles.

#### Discussion :

Le tallage commence normalement 10 jours après le repiquage se termine au moment de la montaison. Donc l'état des plantules et le milieu sur lequel elles se développent auront une répercussion sur le nombre de talles émis. L'étude du taux de survie des plantules a révélée qu'il y a une relation entre la densité des semences et l'état des plantules. Les plantules issues des semences de densité 1.09 et 1.12 sont plus vigoureuses que les autres. Cette vigueur influe le développement des plantes, puisque les plantules vigoureuses vont reprendre rapidement après le repiquage et ils auront une avance par rapport aux autres. Ils auront donc le temps et la capacité d'émettre beaucoup plus de talles par rapport aux autres. Pour les plantes issues des semences de densité 1.12, le nombre de talles émis est moindre par rapport aux plantes issues des semences de densité 1.09. Les plantes issues des semences de densité 1.12 ont un taux de survie de 100 % contre 90 % pour les plantes issues des semences de densité 1.09. Le nombre de plants par unité de surface est différent pour ces deux types de traitement. Or cette surface joue un rôle important dans le développement des plantes.

En effet, lorsque le nombre de plants par unité de surface est faible, la surface exploitable pour chaque plante est élevée donc la plante peut émettre beaucoup plus de talles.

### 3.2.5 EFFET SUR LE NOMBRE DE TALLES FERTILES

La variation du nombre de talles fertiles en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation est représentée dans le tableau suivant.

**Tableau 11** : Variation du nombre de talles fertiles

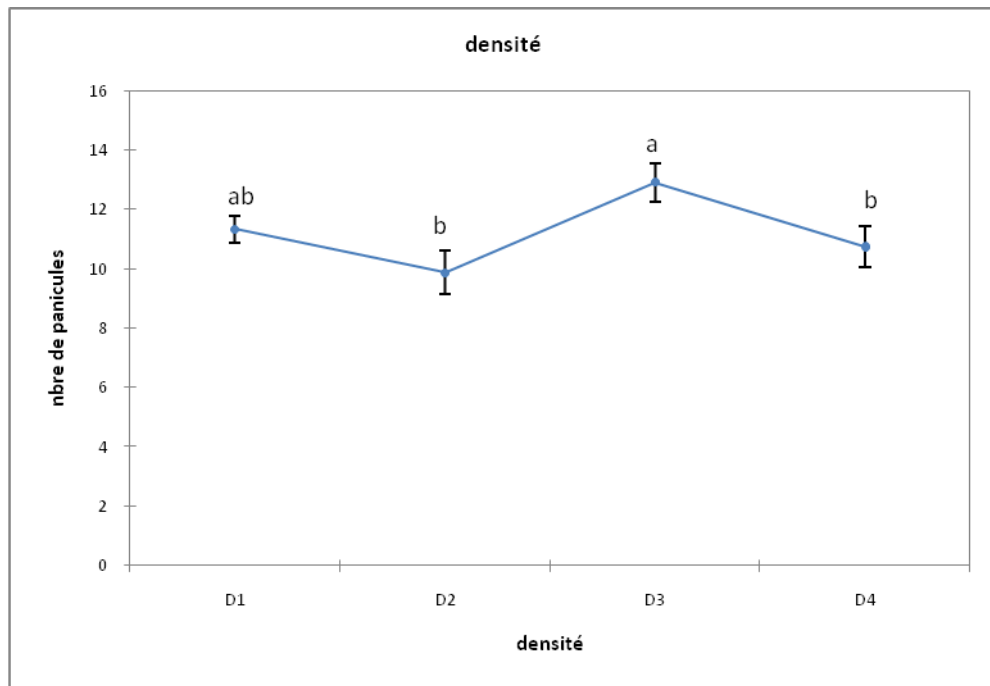
	D1	D2	D 3	D4
F0	12 ± 0,6	8 ± 0,9	11 ± 0,4	10 ± 1,3
F1	11 ± 0,9	10 ± 1,3	14 ± 1,04	11 ± 1,16
F2	11 ± 1,06	12 ± 0,8	14 ± 0,9	12 ± 1,4

Le tableau suivant donne le résultat de l'analyse de la variance du nombre de talles fertiles :

**Tableau 12** : Tableau d'analyse de la variance du nombre de talles fertiles

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	43,876	14,625	4,612	0,011
Fertilisation	2	20,829	10,414	3,284	0,055
Densité x Fertilisation	6	21,024	3,504	1,105	0,388

D'après ce tableau, la densité des semences a un effet significatif sur la variation du nombre de talles fertiles avec une probabilité  $Pr > F$  inférieure au seuil significatif 0.05. Pour le facteur fertilisation et l'interaction entre les deux facteurs, ils n'ont pas des effets significatifs sur la variation du nombre de talles fertiles. Le graphe ci-dessous montre la variation du nombre de talles fertiles en fonction de la densité.



**Figure 17** : Variation du nombre de talles fertiles

Selon ce graphe, les plantes issues des semences de densité 1.09 ont le nombre maximum de talles fertiles. Les plantes issues des semences de densité 1.06 et 1.12 appartiennent au même groupe « b ».

**Discussion :**

Le nombre de talles augmente et atteint un maximum, puis diminue par suite de l'étiollement de certaines talles, jusqu'à l'initiation paniculaire. Le nombre de talles qui restent jusqu'à l'initiation paniculaire dépend du nombre de talles maximum émis. En effet, sous les mêmes conditions, ce sont les plantes qui émettent beaucoup plus de talles, qui auront le nombre maximum de talles fertiles.

**3.2.6 EFFET SUR LE NOMBRE DE GRAINS PAR PANICULE**

Le tableau suivant montre les résultats du comptage des grains par panicule selon la densité et selon la fertilisation.

**Tableau 13** : Variation du nombre de grains par panicule

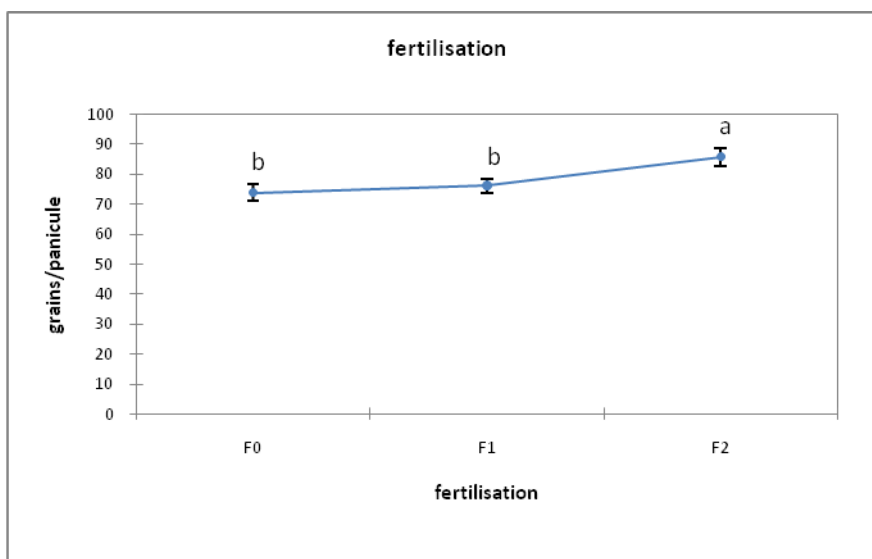
	D1	D2	D 3	D4
F0	71 ± 2,9	69 ± 2,3	71 ± 4,8	84 ± 8,2
F1	74 ± 5,5	69 ± 3,3	81 ± 4,4	81 ± 3,4
F2	85 ± 2,3	80 ± 8,4	88 ± 3,3	89 ± 7,8

L'analyse de la variance permet d'étudier l'influence des deux facteurs sur la variation du nombre de grains par panicule.

**Tableau 14** : Tableau d'analyse de la variance du nombre de grains par panicule

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	699,219	233,073	2,857	0,058
Fertilisation	2	932,738	466,369	5,717	0,009
Densité x Fertilisation	6	181,038	30,173	0,370	0,891

D'après l'analyse de la variance, la probabilité  $Pr > F$  est inférieure au seuil significatif pour le facteur Fertilisation. Le facteur Densité des semences et l'interaction entre les deux facteurs étudiés n'ont pas des effets significatifs sur la variation du nombre de grains par panicules. Le résultat de l'analyse des différences entre les modalités du facteur Fertilisation avec un intervalle de confiance à 95 % est montré dans le tableau ci-après :



Selon ce graphe, ce sont les plantes se développant dans les parcelles à niveau de fertilisation F2 qui ont le maximum de grains par panicule.

#### Discussion :

Durant la période de formation des cellules reproductrices à savoir les ovules et les grains de pollen, un certain nombre d'épillets peuvent dégénérer, aboutissant ainsi à un nombre final d'épillets observés. Une nutrition inadéquate peut causer une diminution du nombre d'épillets par panicule (Chatterjee, 1981). Lorsque les plantes ont beaucoup d'éléments nutritifs à leur disponibilité la dégénérescence des épillets est moindre. A partir de ce stade, l'influence du facteur Fertilisation emporte sur celle du facteur Densité des semences.

### 3.2.7 EFFET SUR LE POURCENTAGE DE GRAINS PLEINS

Après la formation des épillets, le remplissage des grains est une phase très importante dans le cycle des plants de riz. Le tableau ci-dessous montre les résultats du calcul du pourcentage de grains pleins pour chaque traitement.

**Tableau 15** : Variation du pourcentage de grains pleins

	D1	D2	D 3	D4
F0	41 ± 2,9	60 ± 6,1	55 ± 14,4	59 ± 7,8
F1	41 ± 7,9	60 ± 16	57 ± 8,6	49,5 ± 5,3
F2	43 ± 8,3	70 ± 1,5	47 ± 13,7	54,9 ± 6,7

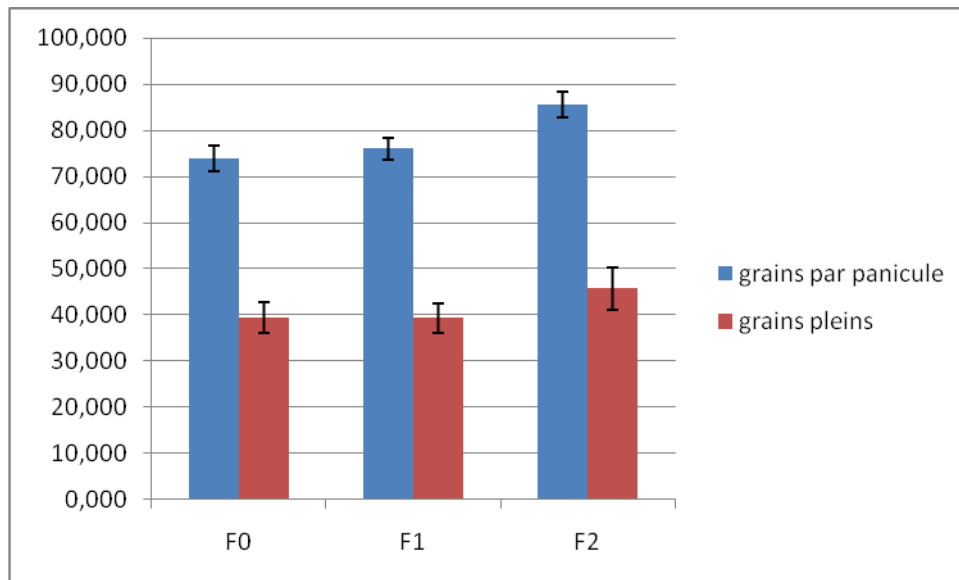
L'analyse de la variance du pourcentage de grains pleins permet de déterminer la part des deux facteurs dans la variation du taux de maturation.

**Tableau 16** : Tableau d'analyse de la variance du pourcentage de grains pleins

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	2211,174	737,058	2,846	0,059
Fertilisation	2	29,528	14,764	0,057	0,945
Densité x fertilisation	6	475,276	79,213	0,306	0,928

Selon ce tableau, la probabilité Pr > F est supérieure au seuil significatif pour les deux facteurs et pour l'interaction entre les facteurs. Une tendance de la variation du pourcentage de grains pleins en fonction du niveau de fertilisation peut être observée.





**Figure 19** : Variation du nombre de grains par panicule et le nombre de grains pleins par panicule en fonction de la fertilisation

Selon ce graphe, les plantes se développant dans les parcelles à niveau de fertilisation F2 ont le nombre de grains par panicule et le nombre de grains pleins le plus élevé.

#### Discussion :

Le pourcentage de grains pleins est le rapport entre le nombre de grains pleins et le nombre de grains total. L'analyse des différences entre les modalités du facteur fertilisation a montré que ce sont les plantes se développant dans les parcelles non fertilisées qui ont le plus faible nombre de grains par panicule et ce sont les plantes se développant dans les parcelles à niveau de fertilisation F2 qui en ont le maximum de grains par panicule. Le remplissage des grains est dû au mouvement des éléments nutritifs vers les grains. Les plantes se développant dans les parcelles à niveau de fertilisation F2 ont beaucoup plus d'éléments fertilisants à leur disponibilité donc théoriquement ce sont ces plantes qui doivent avoir le pourcentage de grains pleins maximum. Or les plantes se développant dans les parcelles non fertilisées arrivent à avoir ce même pourcentage de grains pleins (53.8 % pour les parcelles à niveau de fertilisation F0 contre 53.9 % pour les parcelles à niveau de fertilisation F2) même si la quantité d'éléments nutritifs y est faible. Le degré de remplissage des grains dépend du nombre de grains à remplir et du niveau possible d'alimentation de ces graines : « Moins il y a de grains, plus ils seront faciles à remplir ».

Le taux de survie des plantes explique aussi cette variation du pourcentage des grains pleins. Pour les parcelles non fertilisées le taux de survie est de 75 % contre 90 % pour les parcelles à niveau de fertilisation F2. Lorsque le taux de survie est faible la surface exploitable pour chaque plante est élevée donc la quantité d'éléments nutritifs disponibles est élevée. Par conséquent, le pourcentage de grains pleins est élevé.

### 3.2.8 EFFET SUR LE POIDS DE 1000 GRAINS

Le tableau suivant montre la variation du poids de 1000 grains à un taux d'humidité 14 % en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation.

Tableau 17 : Variation du poids de 1000 grains (g)

	D1	D2	D 3	D4
F0	25,5 ± 1,4	27,8±0,2	26,3±0,1	26,9±0,6
F1	26,8 ± 0,7	28,1 ± 0,4	26,7 ± 0,6	27 ± 0,5
F2	26,1 ± 1,1	26,6 ± 0,6	25,9 ± 0,8	25,6 ± 0,6

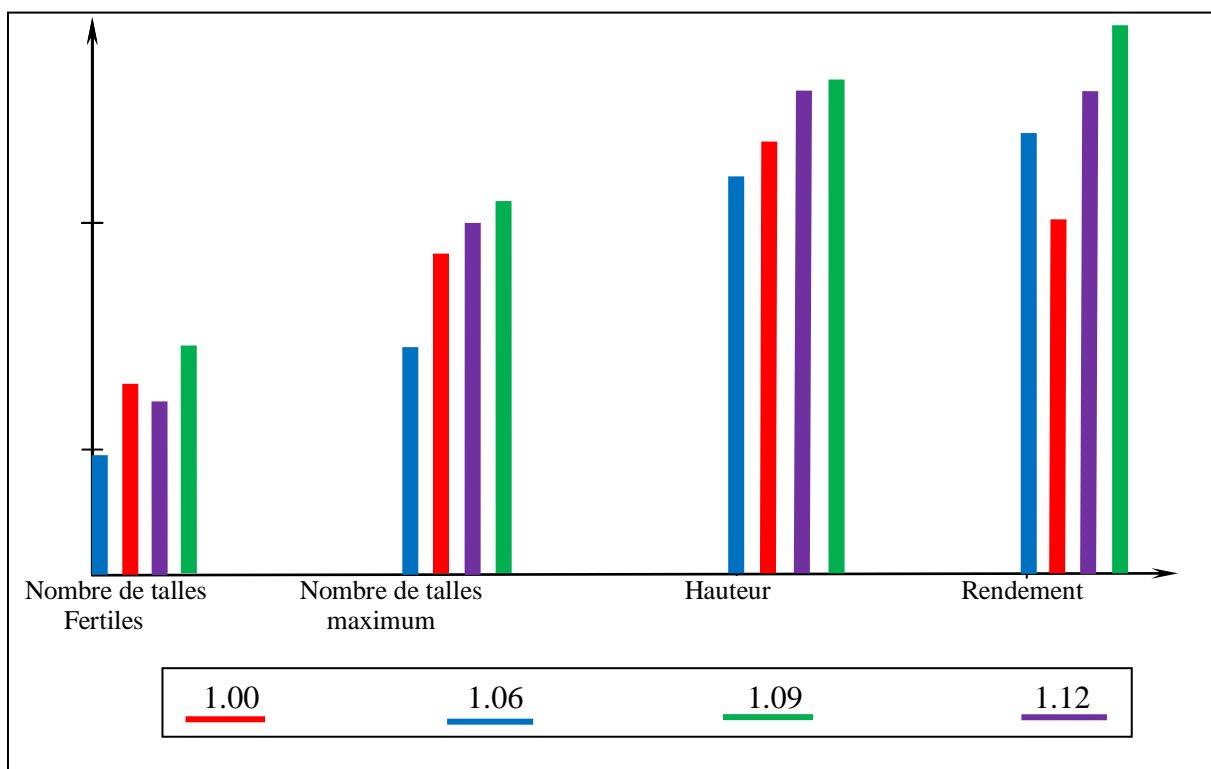
L'analyse de la variance permet de déterminer le poids des deux facteurs étudiés sur la variation du poids de 1000 grains. Le tableau ci-après montre les résultats de cette analyse de la variance :

Tableau 18 : Tableau d'analyse de la variance du poids de 1000 grains

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Densité	3	9,806	3,269	2,170	0,118
Fertilisation	2	7,123	3,561	2,364	0,116
Densité x Fertilisation	6	3,420	0,570	0,378	0,885

D'après ce tableau, les deux facteurs étudiés et l'interaction entre eux n'ont pas des effets significatifs sur la variation du poids de 1000 grains. Le poids de 1000 grains est un caractère variétal et il est difficilement influencé par les pratiques culturales (Parao, IRRRI).

Le schéma suivant résume la variation du nombre de talles fertiles, du nombre de talles, la hauteur et le rendement en fonction de la densité des semences :



**Figure 20** : Comparaison des plantes issues des différentes densités

Selon ce graphique les plantes issues des semences de densité 1.09 ont le nombre maximum de tiges émises, le maximum de tiges fertiles, la hauteur maximale et donnent le rendement le plus élevé.

**Conclusion partielle :**

La densité des semences a une grande influence par rapport à la fertilisation durant la phase végétative de la plante tandis que durant la phase reproductive c'est la fertilisation qui va influencer beaucoup plus les plantes. Les semences de densité comprise entre la fourchette [1.06-1.12] ont donné des rendements supérieurs à 2t/ha.

**3.3. ETUDE DE L'ASPECT ÉCONOMIQUE**

Le moyen financier constitue l'un des grands problèmes des Paysans pour la production agricole. Le prix des semences constitue aussi un des blocages qui limitent leur utilisation. Le but de cette étude économique est de comparer les bénéfices obtenus en utilisant des semences de différentes densités et de convaincre les Paysans de l'utilité du tri des semences.

La surface du site d'expérimentation est assez petite (5 m<sup>2</sup>), la quantité de main d'œuvre utilisée dans la réalisation de l'expérimentation n'est pas extrapolable à une surface importante. La quantité de main d'œuvre prise en compte pour chaque opération culturale est la quantité de main d'œuvre utile pour une surface de un hectare et ceci dans le but de refléter la réalité. La valeur ajoutée nette (VAN) correspond à la différence entre la valeur de toute la production obtenue et le coût de production, c'est-à-dire la valeur de toutes les charges relatives à l'exploitation notamment les dépenses en mains d'œuvres (MO), en semences et en engrais. Le tableau ci-dessous montre la variation de la valeur ajoutée nette en fonction de la densité des semences sur des parcelles non fertilisées.

**Tableau 19** : Variation de la VAN selon la densité pour le niveau de fertilisation F0

	F0			
	D1	D2	D3	D4
Quantité de semences utiles (kg)	21	23	25	28
Quantité utilisée (kg)	20	20	20	20
Perte (kg)	1	3	5	8
Rendement (kg/ha)	1 732	1 954	2 320	2 620
Valeur de la production (Ar/ha)	1 039 200	1 172 400	1 392 000	1 572 000
Coût de production (Ar/ha)	843 600	847 300	850 800	855 800
Valeur ajoutée nette (Ar/ha)	195 600	325 100	541 200	716 200

Selon ce tableau la VAN maximale est obtenue en utilisant les semences ayant une densité supérieure à 1.12 et la VAN minimale est obtenu en utilisant les semences de densité supérieure à 1.00. Même si la perte en semences est la plus élevée pour obtenir les semences de densité supérieure à 1.12, celle-ci est récompensée par l'augmentation du rendement.

En utilisant le fumier de parc comme engrais les résultats sont présentés par le tableau suivant.

**Tableau 20** : Variation de la VAN pour le niveau de fertilisation F1

	F1			
	D1	D2	D3	D4
Quantité de semences utiles (kg)	21	23	25	28
Quantité utilisée (kg)	20	20	20	20
Perte (kg)	1	3	5	8
Rendement (kg/ha)	1960	2330	3355	2260
Valeur de la production (Ar/ha)	1176000	1398000	2013000	1356000
Coût de production (Ar/kg)	968600	972300	975800	980800
Valeur ajoutée nette (Ar/ha)	207400	425700	1037200	375200

Dans le cas où le fumier est utilisé comme engrais, ce sera les semences de densité supérieure à 1.09 qui vont donner le maximum de rendement et vont générer le maximum de revenu.

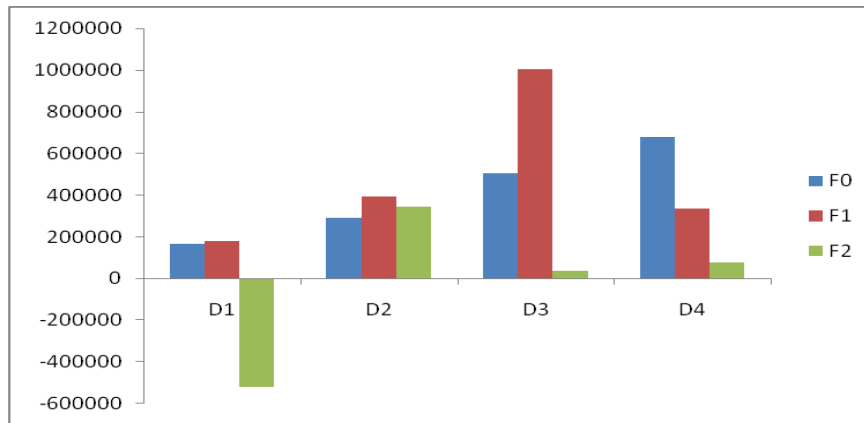
Le tableau suivant montre la variation de la VAN en utilisant le fumier et les engrais chimiques comme fertilisants.

**Tableau 21** : Variation de la VAN en fonction de la densité des semences pour le niveau de fertilisation F2

	F2			
	D1	D2	D3	D4
Quantité de semences utiles (kg)	21	23	25	28
Quantité utilisée (kg)	20	20	20	20
Perte (kg)	1	3	5	8
Rendement (kg/ha)	2061	3511	3012	3092
Valeur de la production (Ar/ha)	1 236 600	2 106 600	1 807 200	1 855 200
Coût de production (Ar/ha)	1 727 600	1 731 300	1 734 800	1 739 800
Valeur ajoutée nette (Ar/ha)	- 491 000	375300	72400	115 400

Le fait remarquable sur les résultats est la perte en utilisant des semences de densité supérieure à 1.00. La VAN la plus élevée est obtenue en utilisant les semences de densité supérieure à 1.06.

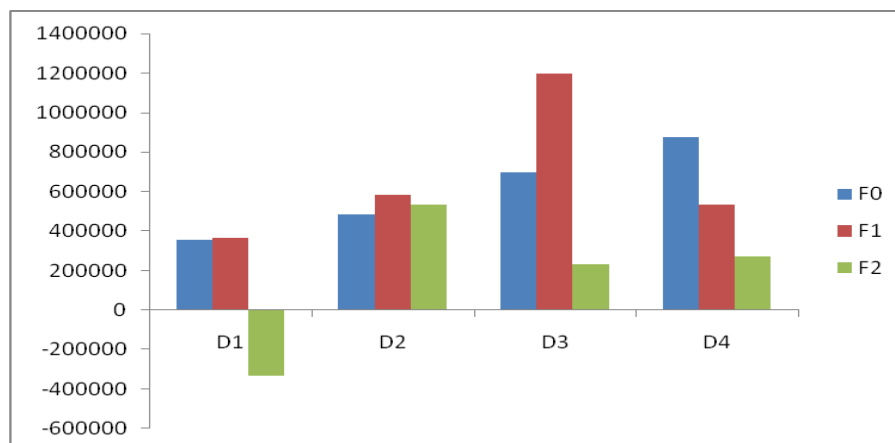
Le graphe résume la variation de la VAN en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation.



**Figure 21 :** Variation de la VAN en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation

La VAN la plus élevée est obtenue en utilisant des semences de densité supérieure à 1.09 et en utilisant le fumier comme engrais tandis qu'en utilisant les semences de densité supérieure à 1.00 sur des parcelles non fertilisées il y a perte c'est-à-dire que la valeur de la production n'arrive pas à combler les dépenses. Quels que soit le type de fertilisants utilisés la valeur de la VAN est supérieure à 72 400 Ar si on utilise des semences de densité comprise entre la fourchette [1.06-1.12].

Mais en réalité les paysans ne comptabilisent pas la valeur des mains d'œuvres familiales. En effet, la préparation de la pépinière, le semis, le hersage, planage et le sarclage manuel sont en général assurés par les mains d'œuvres familiales. Le graphe ci-dessous nous montre la variation de la valeur ajoutée nette en considérant cet aspect.



**Figure 22:** Variation de la VAN paysanne en fonction de la densité des semences et en fonction de la fertilisation

D'après ce graphe, même en utilisant la méthode de comptabilité des mains d'œuvres que plusieurs paysans adoptent, l'utilisation des semences de densité D1 en fertilisation F2 est toujours déficitaire. En utilisant des semences ayant une densité comprise entre [1.06-1.12], la valeur ajoutée nette obtenue est toujours supérieure à 229900 Ar quelque soit le niveau de fertilisation.

En résumé, les semences de densité comprise entre la fourchette [1.06-1.12] ont donné des rendements satisfaisants et leur utilisation sont économiquement rentables pour les deux types de calculs. Donc, l'hypothèse  $H_2$  qui stipule que les semences de densité élevée donnent un rendement meilleur et que leur utilisation permet d'avoir une valeur ajoutée nette élevée, est confirmée.

## PARTIE IV

### RECOMMANDATIONS



Le résultat d'analyse des rendements nous permet de dire que pour obtenir un rendement meilleur les semences utilisées doivent avoir une densité qui se trouve dans la fourchette [1.06-1.12].

Du point de vue économique, même si l'obtention des semences de densité élevée exige une perte en semences, cette perte est palliée par l'augmentation du rendement. Donc l'utilisation des semences ayant une densité comprise entre cette fourchette ci-dessus est rentable.

Concernant le type de fertilisant à utiliser, les résultats nous montrent qu'il n'y a pas beaucoup de différence entre le fumier et le fumier associé aux engrais chimiques et parfois le fumier arrive à dépasser l'association fumier-engrais chimiques en terme de rendement. Ceci s'explique par les antécédents cultureux de la parcelle utilisée. En effet, la parcelle appartient à la station FOFIFA et ils apportent des engrais chaque année. Pour mettre en évidence l'effet de la fertilisation, d'autres études doivent être menées en milieu paysan.

La répétition de l'expérimentation durant quelques années permet de confirmer les résultats obtenus durant cette étude.

## CONCLUSION

Principale culture vivrière à Madagascar, le riz occupe une place importante dans le secteur agricole. La riziculture occupe une grande proportion de la population malagasy et constitue l'aliment de base. La production n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population, donc pour assurer la sécurité alimentaire Madagascar ne peut pas se passer de l'importation. La qualité des semences est l'un des piliers sur lesquels les techniques d'amélioration de la productivité sont basées. La densité est un critère très important de la qualité des semences. L'effet de la densité des semences sur le développement des plantes et sur le rendement était mis en évidence dans cette étude. Les semences de densité élevée donnent des plantules vigoureuses qui ont un taux de survie élevé après le repiquage. La densité des semences a une influence sur les plants surtout durant la phase végétative tandis que l'influence de la fertilisation est surtout remarquée durant la phase productive. L'utilisation des semences à haute densité permet d'augmenter le rendement et augmenter ainsi le bénéfice.

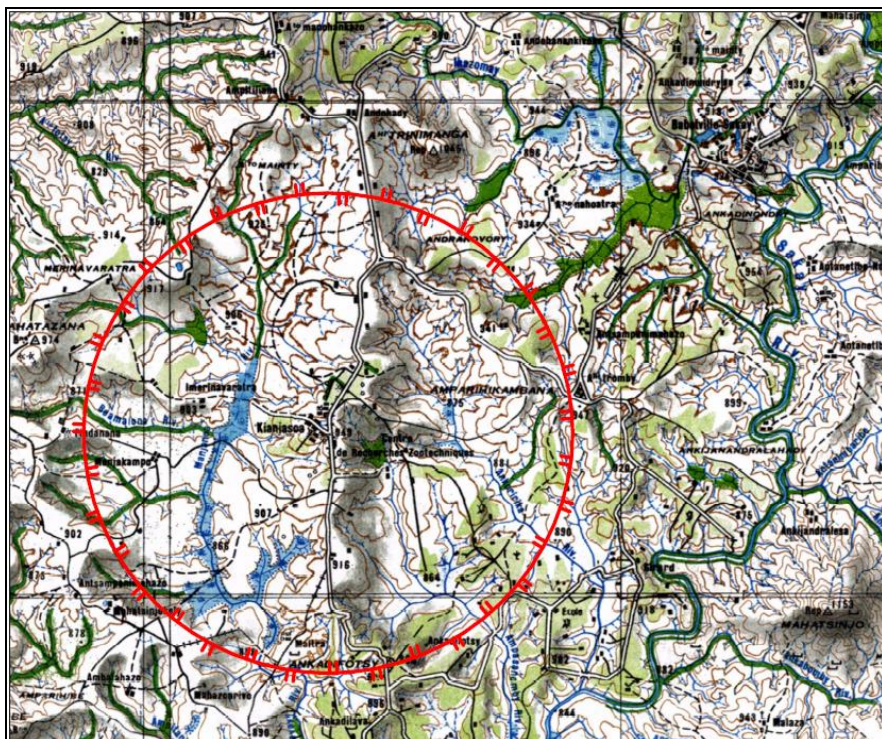
## BIBLIOGRAPHIE

1. BENITO S. VERGARA, 1992. Le manuel du riziculteur, IRRI. 215 p
2. BENITO S. VERGARA, raising the yield potential of rice, IRRI.
3. CHATTERJEE, B. N., & Maiti, S. 1981. Principles and Practices of Rice Growing. Calcutta, Inde : Oxford & IBH Publ.
4. CIRAD-GRET ; 2006, Mémento de l'agronome ;
5. Dabat M.-H., 2005. Diagnostic du marché du riz à Madagascar en 2004 et début 2005: commercialisation, importation et distribution, rapport d'expertise pour la Banque Mondiale
6. DOBELMAN J.P, 1976. Riziculture pratique 1, riz irrigué. Edition techniques vivantes. Presses universitaire de France.229 p
7. FAO ; Diagnostic et perspectives de développement de la filière riz à Madagascar ; 2004 Rome
8. FOFIFA- FIFAMANOR-JICA ; Catalogue national des espèces et variétés cultivées Madagascar 1<sup>ère</sup> édition 2010
9. Henri DELAULANIE ; 2003 ; Le riz à Madagascar
10. INSTAT ; 2010 Evaluation de la filière riz à Madagascar
11. INSTAT, 2009. Journée africaine de la statistique
12. IRRI ; Production of seedlings
13. ISTA ; 2010; Règles internationales pour les essais de semences
14. JICA –Centre international de formation agricole de Tsukuba ; Cours de production de riz
15. JICA-CFMAG ; Calendrier général des opérations pour la production du riz
16. M SIE, DOGBE, M Diatta ; Sélection variétale participative du riz Manuel du technicien 2009
17. MAEP ; Politique de développement rizicole 2003-2010
18. MOREAU D., 1987. L'analyse de l'élaboration du rendement du riz : les outils de diagnostic, GRET.126p
19. MUHAMMAD Arain ; 1990 ; Grain density in relation to seedling quality and crop establishment in *Oryza sativa*
20. Norman UPHOFF et Association TEFY SAINA ; Comment faire pour avoir des plants de riz qui croissent mieux et qui produisent plus ?
21. PARAO ; Yield components of rice

22. RAKOTOARISOA Tiaray Harimino, 2009 « Analyse des composants de rendement des variétés de riz pluvial Nerice sous diverses sources d'engrais phosphatés », Mémoire de fin d'études d'ingénieur, ESSA, Département Agriculture, 75 pages
23. RAMANANKAJA Landiarimisa, Cours d'expérimentation agricole, 5ème année ESSA, 2010
24. RAVOHITRARIVO Clet Pascal, RATSIMBARISON Rivo ; Mars 2011 ; Appui à la mise en place d'un système de production et de distribution de semences améliorées dans les zones d'intervention de PARECAM
25. RAZAFIMAHATRATRA Hery Manantsoa, 2003. « Optimisation des facteurs interactifs de productivité du riz et impacts de la maîtrise de l'eau, Cas du SRI sur les Hautes Terres malgaches », Mémoire de fin d'études d'ingénieur, ESSA, Département Agriculture, 95pages.
26. SHIBIAO Teng ; 1990 ; Grain characteristics and seedling vigor in rice (*Oryza sativa*)
27. SOC ; Juin 1999 ; Règlements techniques sur la production, le contrôle et la certification des semences
28. SOLTNER, 1992, les bases de la production végétale
29. Toon DEFOER, 2008 ; Marco C.S ; Manuel de facilitateur

## ANNEXE

## Annexe 1 : Carte de localisation de la zone d'étude



*Source : FTM, carte topographique 1/100 000<sup>ème</sup> (Feuillet L47)*

## Annexe 2 : Historique de la zone

Du temps de la Reine RANAVALONA, le lieu était une aire de pâturage du cheptel royal. En 1928, l'administration coloniale française y établissait une ferme sous la tutelle du Service des Haras et de l'Élevage, « service zootechnique de santé et de production », et dont le Docteur RANDRIAMBELOMA Jean Baptiste était le responsable. La ferme de KIANJASOA multiplie et améliore le zébu malgache, puis jusqu'en 1945 produit des métis Limousin X Zébu destinés à augmenter la production de viande. Si la précocité était améliorée, le gain était neutralisé par la perte de rusticité. En 1945, il est décidé d'améliorer le zébu malgache avec un autre zébu, l'Afrikander.

En 1946, la ferme devenue un centre de l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire Tropicale (IEMVT) procédait au premier croisement pour l'amélioration de la race bovine.

C'était en 1952, que les premiers essais de croisement entre ces différents métis furent entrepris, et une race alliant la conformation et la qualité de chair du limousin, le format et la

rusticité de l'Afrikander, la parfaite adaptation au pays du zébu malgache fut créée. Cette race appelée « Trois races » fut baptisée « RENITELO » par le Président de la République.

En 1956, des reproducteurs Brahman de Texas furent introduits et ont donné depuis des métis avec le zébu malgache adaptés aux conditions du milieu malgache.

En 1961, la ferme de KIANJASOA, devient un Centre de Recherches zootechnique, qui, par convention, est confiée à l'I.E.M.V.T. Depuis cette date, des recherches sont poursuivies et portent notamment sur l'amélioration des races à viande et l'étude de la création d'une race laitière par des croisements Frison X zébu.

En 1963, un Service de Recherches Fourragères est créé et l'étude des possibilités d'amélioration du pâturage naturel et la mise au point de pâturage artificiels est systématisée. Des recherches portent également sur l'amélioration du porc. Des reproducteurs sont chaque année cédés et permettent la diffusion en milieu paysan des résultats obtenus dans le Centre de Recherches.

En 1974, avec la création du FOFIFA ou Foibe Fikarohana ho Fampandrosoana ny Ambanivohitra ou encore « Centre de Recherche Appliquée au Développement rural » pour la gestion de la recherche à Madagascar, le centre devient un Centre de Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Fourragère » (CRZV) sous la tutelle du Département de Recherche Zootechnique et Vétérinaire » ou DRZV-FOFIFA. Et depuis 1991, suite à une restructuration organisationnelle du FOFIFA, la ferme est devenue une Station Régionale de Recherche relevant du Centre Régional de Recherche du Moyen Ouest.

### Annexe 3 : Détails de l'analyse statistique du taux de survie des plantules

- Coefficients d'ajustement

Observations	36,000
Somme des poids	36,000
DDL	24,000
R <sup>2</sup>	0,775
R <sup>2</sup> ajusté	0,672

- Analyse de la variance

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	11	4130,556	375,505	7,510	< 0,0001
Erreur	24	1200,000	50,000		
Total corrigé	35	5330,556			

- Analyse de type I Sum of squares

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
densité	3	2497,222	832,407	16,648	< 0,0001
fertilisation	2	1351,389	675,694	13,514	0,000
densité*fertil	6	281,944	46,991	0,940	0,485

- Regroupement des moyennes

Modalité	Moyenne	Groupes					
densité-D4*fertilisation-F2	100,000	A					
densité-D4*fertilisation-F1	96,667	A	B				
densité-D3*fertilisation-F1	91,667	A	B	C			
densité-D3*fertilisation-F2	90,000	A	B	C			
densité-D2*fertilisation-F2	88,333	A	B	C	D		
densité-D4*fertilisation-F0	86,667		B	C	D		
densité-D2*fertilisation-F1	86,667		B	C	D		
densité-D3*fertilisation-F0	81,667			C	D	E	
densité-D1*fertilisation-F2	76,667				D	E	F
densité-D1*fertilisation-F1	73,333					E	F
densité-D1*fertilisation-F0	66,667						F
densité-D2*fertilisation-F0	65,000						F

#### Annexe 4 : Analyse statistique du rendement par ANOVA

- Coefficient d'ajustement

Observations	36,000
Somme des poids	36,000
DDL	24,000
R <sup>2</sup>	0,332
R <sup>2</sup> ajusté	0,026



- Analyse de la variance

Source	DDL	omme des carr	enne des car	F	Pr > F
Modèle	11	11,490	1,045	1,085	0,413
Erreur	24	23,108	0,963		
Total corrigé	35	34,599			

- Analyse Type I Sum of squares

Source	DDL	omme des carr	enne des car	F	Pr > F
densité	3	4,760	1,587	1,648	0,205
fertilisation	2	3,492	1,746	1,813	0,185
densité*fertilisation	6	3,239	0,540	0,561	0,757

- Regroupement des moyennes

Modalité	Moyenne	Groupes	
densité-D2*fertilisation-F2	3,494	A	
densité-D3*fertilisation-F1	3,367	A	
densité-D4*fertilisation-F2	3,130	A	B
densité-D3*fertilisation-F2	3,003	A	B
densité-D4*fertilisation-F0	2,582	A	B
densité-D3*fertilisation-F0	2,362	A	B
densité-D2*fertilisation-F1	2,348	A	B
densité-D4*fertilisation-F1	2,274	A	B
densité-D1*fertilisation-F1	2,060	A	B
densité-D1*fertilisation-F2	2,028	A	B
densité-D2*fertilisation-F0	1,963	A	B
densité-D1*fertilisation-F0	1,698		B

## Annexe 5 : Analyse statistique du taux de maturation

- Coefficient d'ajustement

Observations	36,000
Somme des poids	36,000
DDL	24,000
R <sup>2</sup>	0,306
R <sup>2</sup> ajusté	-0,012

- Analyse de la variance

Source	DDL	omme des carr	enne des car	F	Pr > F
Modèle	11	2721,712	247,428	0,962	0,504
Erreur	24	6173,190	257,216		
Total corrigé	35	8894,902			

- Analyse de type I Sum of squares

Source	DDL	omme des carr	oyenne des car	F	Pr > F
densité	3	2210,627	736,876	2,865	0,058
fertilisation	2	31,129	15,564	0,061	0,941
densité*fertilisation	6	479,957	79,993	0,311	0,925

- Regroupement des moyennes

Modalité	Moyenne	Groupes	
densité-D2*fertilisation-F2	70,525	A	
densité-D2*fertilisation-F1	60,568	A	B
densité-D2*fertilisation-F0	60,549	A	B
densité-D4*fertilisation-F0	58,745	A	B
densité-D3*fertilisation-F1	56,587	A	B
densité-D3*fertilisation-F0	55,813	A	B
densité-D4*fertilisation-F2	54,874	A	B
densité-D4*fertilisation-F1	49,489	A	B
densité-D3*fertilisation-F2	46,952	A	B
densité-D1*fertilisation-F2	43,318		B
densité-D1*fertilisation-F1	41,254		B
densité-D1*fertilisation-F0	40,794		B

#### Annexe 6 : Analyse statistique du nombre de panicules

- Coefficient d'ajustement

Observations	36,000
Somme des p	36,000
DDL	24,000
R <sup>2</sup>	0,532
R <sup>2</sup> ajusté	0,317

- Analyse de la variance

Source	DDL	omme des carr	oyenne des car	F	Pr > F
Modèle	11	85,578	7,780	2,475	0,031
Erreur	24	75,430	3,143		
Total corrigé	35	161,008			

- Analyse de type I Sum of squares

Source	DDL	omme des carr	oyenne des car	F	Pr > F
densité	3	45,760	15,253	4,853	0,009
fertilisation	2	19,723	9,861	3,138	0,062
densité*fertil	6	20,095	3,349	1,066	0,410

- Regroupement des moyennes

Modalité	Moyenne	Groupes			
densité-D3*fertilisation-F1	14,133	A			
densité-D3*fertilisation-F2	13,600	A	B		
densité-D2*fertilisation-F2	11,900	A	B	C	
densité-D1*fertilisation-F0	11,600	A	B	C	
densité-D4*fertilisation-F2	11,533	A	B	C	
densité-D1*fertilisation-F1	11,333	A	B	C	
densité-D3*fertilisation-F0	11,183	A	B	C	D
densité-D1*fertilisation-F2	11,067		B	C	D
densité-D4*fertilisation-F1	10,733		B	C	D
densité-D4*fertilisation-F0	10,000			C	D
densité-D2*fertilisation-F1	9,550			C	D
densité-D2*fertilisation-F0	8,200				D

Annexe 7 : Calcul économique (en considérant les mains d'œuvres familiales)

**Pour les parcelles non fertilisées**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire (Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Préparation pépinière	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Semis	10	10	10	10	2500	25000	25000	25000	25000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Hersage	6	6	6	6	2500	15000	15000	15000	15000
Planage	7	7	7	7	2500	17500	17500	17500	17500
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage manuel	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
<b>SOUS TOTAL</b>	<b>324</b>	<b>329</b>	<b>332</b>	<b>334</b>		<b>810000</b>	<b>810500</b>	<b>810800</b>	<b>811000</b>
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fertilisants	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SOUS TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>28</b>		<b>33600</b>	<b>36800</b>	<b>40000</b>	<b>44800</b>
Coût de production						843600	847300	850800	855800
Production en paddy (kg)	1732	1954	2320	2620	600	1039200	1172400	1392000	1572 000
Valeur ajoutée nette						195600	325100	541200	716200

**Pour les parcelles à niveau de fertilisation F1 (fumier)**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire(Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Préparation pépinière	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Semis	10	10	10	10	2500	25000	25000	25000	25000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Epandage d'engrais	10	10	10	10	2500	25000	25000	25000	25000
Hersage	6	6	6	6	2500	15000	15000	15000	15000
Planage	7	7	7	7	2500	17500	17500	17500	17500
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage manuel	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
<b>SOUS TOTAL</b>	<b>334</b>	<b>339</b>	<b>342</b>	<b>344</b>		<b>835000</b>	<b>835500</b>	<b>835800</b>	<b>836000</b>
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fertilisants	20	20	20	20	5000	100000	100000	100000	100000
<b>SOUS TOTAL</b>						<b>133600</b>	<b>136800</b>	<b>140000</b>	<b>144800</b>
<b>Coût de production</b>						<b>968600</b>	<b>972300</b>	<b>975800</b>	<b>980800</b>
Production en paddy (kg)	1960	2330	3355	2260	600	1176000	1398000	2013000	1356000
Valeur ajoutée nette						207400	425700	1037200	375200

**Pour les parcelles à niveau de fertilisation F2 (fumier+ NPK)**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire(Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Préparation pépinière	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Semis	10	10	10	10	2500	25000	25000	25000	25000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Epandage d'engrais	12	12	12	12	2500	30000	30000	30000	30000
Hersage	6	6	6	6	2500	15000	15000	15000	15000
Planage	7	7	7	7	2500	17500	17500	17500	17500
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage manuel	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
<b>SOUS TOTAL</b>	<b>336</b>	<b>341</b>	<b>344</b>	<b>346</b>		<b>840000</b>	<b>840500</b>	<b>840800</b>	<b>841000</b>
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fumier	20	20	20	20	5000	100000	100000	100000	100000
DAP	98	98	98	98	3000	294000	294000	294000	294000
UREE	94	94	94	94	2500	235000	235000	235000	235000
K2SO4	90	90	90	90	2500	225000	225000	225000	225000
Coût de production						1727600	1731300	1734800	1739800
Production en paddy (kg)	2061	3511	3012	3092	600	1236600	2106600	1807200	1855200
Valeur ajoutée nette						-491000	375300	72400	115400

Annexe 8 : Calcul économique (en excluant les mains d'œuvres familiales)

**Pour les parcelles non fertilisées**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire (Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
SOUS TOTAL	324	329	332	334		652500	653000	653300	653500
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fertilisants	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOUS TOTAL	21	23	25	28		33600	36800	40000	44800
Coût de production						686100	689800	693300	698300
Production en paddy (kg)	1732	1954	2320	2620	600	1039200	1172400	1392000	1572 000
Valeur ajoutée nette						353100	482600	698700	873700

**Pour les parcelles à niveau de fertilisation F1 (fumier)**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire(Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Epannage d'engrais	10	10	10	10	2500	25000	25000	25000	25000
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
<b>SOUS TOTAL</b>	<b>334</b>	<b>339</b>	<b>342</b>	<b>344</b>		<b>677500</b>	<b>678000</b>	<b>678300</b>	<b>678500</b>
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fertilisants	20	20	20	20	5000	100000	100000	100000	100000
<b>SOUS TOTAL</b>						<b>133600</b>	<b>136800</b>	<b>140000</b>	<b>144800</b>
<b>Coût de production</b>						<b>811100</b>	<b>814800</b>	<b>818300</b>	<b>823300</b>
Production en paddy (kg)	1960	2330	3355	2260	600	1176000	1398000	2013000	1356000
Valeur ajoutée nette						364900	583200	1194700	532700



**Pour les parcelles à niveau de fertilisation F2 (fumier+ NPK)**

Opération culturale	Quantité				Coût unitaire(Ar)	Coût total			
	D1	D2	D3	D4		D1	D2	D3	D4
Préparation semences	1	1	1	1	2500	2500	2500	2500	2500
sel	0	5	8	10	100	0	500	800	1000
Labour	15	15	15	15	2500	37500	37500	37500	37500
Pulvérisage	20	20	20	20	2500	50000	50000	50000	50000
Epandage d'engrais	12	12	12	12	2500	30000	30000	30000	30000
Repiquage	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Sarclage1	100	100	100	100	2500	250000	250000	250000	250000
Sarclage2	50	50	50	50	2500	125000	125000	125000	125000
Récolte	25	25	25	25	2500	62500	62500	62500	62500
SOUS TOTAL	336	341	344	346		682500	683000	683300	683500
<b>CONSOMMATION INTERMEDIAIRES</b>									
Semences	21	23	25	28	1600	33600	36800	40000	44800
Fumier	20	20	20	20	5000	100000	100000	100000	100000
DAP	98	98	98	98	3000	294000	294000	294000	294000
UREE	94	94	94	94	2500	235000	235000	235000	235000
K2SO4	90	90	90	90	2500	225000	225000	225000	225000
Coût de production						1570100	1573800	1577300	1582300
Production en paddy (kg)	2061	3511	3012	3092	600	1236600	2106600	1807200	1855200
Valeur ajoutée nette						-333500	532800	229900	272900

# TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	
Sommaire	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
liste des annexes	
Résumé	
Abstract	
Introduction .....	1
Partie I : Contexte general de l'étude	
1.1. Situation actuelle de la filière semence .....	3
1.2. Catégories de semences .....	6
1.3. Cadre de l'étude .....	7
1.4. Problématique .....	8
1.5. Objectifs de l'étude.....	9
1.5.1. Objectif global .....	9
1.5.2. Objectifs spécifiques .....	9
1.6. Hypothèses .....	9
1.7. Présentation de la zone d'étude.....	10
1.7.1. Localisation de la zone d'étude .....	10
1.7.2. Situation climatique .....	10
Partie II : Materiel et methodes	
2.1. Materiels utilises .....	11
2.1.1. Matériel végétal .....	11
2.1.2. Outils utilisés .....	11
2.1.3. Intrants utilisés .....	11
2.2. Méthodes d'étude .....	12
2.3. conduite de l'expérimentation.....	12
2.3.1. Expérimentation sur terrain .....	12
2.3.2. Essai en laboratoire .....	13
2.4. Méthode de mise en place des dispositifs.....	13

2.4.1. Préparation des semences .....	13
2.4.2. Préparation de la pépinière .....	16
2.4.3. Semis .....	16
2.4.4. Préparation du terrain .....	16
2.4.5. Repiquage .....	17
2.4.6. Fertilisation et entretien.....	18
2.4.7. Récolte.....	19
2.5. Méthode de collecte.....	19
2.6. Méthodes d'exploitation des données .....	21
<b>Partie III : Resultats</b>	
3.1. Essai au laboratoire.....	22
3.2. Expérimentation sur terrain.....	22
3.2.1. Effet sur le taux de survie des plantules .....	22
3.2.2. Rendement .....	25
3.2.3. Effet sur la hauteur des plantes .....	28
3.2.4. Effet sur le nombre de talles maximum .....	30
3.2.5. Effet sur le nombre de talles fertiles .....	32
3.2.6. Effet sur le nombre de grains par panicule.....	33
3.2.7. Effet sur le pourcentage de grains pleins.....	35
3.2.8. Effet sur le poids de 1000 grains .....	37
3.3. Etude de l'aspect économique.....	38
<b>Partie IV : Recommandations</b>	
Conclusion.....	44
Bibliographie .....	i
<b>Annexe</b>	
<b>Table des matières</b>	