



**ATHENEE SAINT JOSEPH ANTSIRABE
(A.S.J.A)**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR**

**Filière : SCIENCES AGRONOMIQUES
Option : PRODUCTION VEGETALE**

**EVALUATION DE VARIETES DE RIZ
PLUVIAL DANS DIFFERENTES
CONDITIONS CLIMATIQUES**

**Soutenu par : RABARIJAONA Tsihafandrimirija
Devant le jury composé de :**

Président : Monsieur Léon RAHERIMANDIMBY, Ingénieur en Chef d'agriculture
Examineurs : Monsieur Jean Marie DOUZET, Ingénieur Agronome
Monsieur Damien RALAIVAOHITA, Docteur en économie rurale
Rapporteurs : Madame Julie DUSSERRE, Docteur en Ecophysiologie
Madame Sahondra ANDRIAMALAZA, Docteur en Pédologie

Présenté le : 06 Novembre 2009



ATHENEE SAINT JOSEPH
ANTSIRABE
ASJA
BP: 287
Telephone: 44 483 19/20
e-mail: asja@ds.mg



**ATHENEE SAINT JOSEPH ANTSIRABE
(A.S.J.A)**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR**

**Filière : SCIENCES AGRONOMIQUES
Option : PRODUCTION VEGETALE**

**EVALUATION DE VARIETES DE RIZ
PLUVIAL DANS DIFFERENTES
CONDITIONS CLIMATIQUES**

**Soutenu par : RABARIJONA Tsihafandrimirija
Devant le jury composé de :**

Président : Monsieur Léon RAHERIMANDIMBY, Ingénieur en Chef d'agriculture
Examineurs : Monsieur Jean Marie DOUZET, Ingénieur Agronome
Monsieur Damien RALAIVAOHITA, Docteur en économie rurale
Rapporteurs : Madame Julie DUSSERRE, Docteur en Ecophysiologie
Madame Sahondra ANDRIAMALAZA, Docteur en Pédologie

Présenté le : 06 Novembre 2009



**ATHENEE SAINT JOSEPH
ANTSIRABE
ASJA
BP: 287
Telephone: 44 483 19/20
e-mail: asja@dts.mg**

RESUME

Face à l'augmentation continue de la population malagasy et l'insuffisance des terres cultivables dans les bas fonds, la riziculture pluviale devient une alternative inévitable pour équilibrer la production rizicole et la croissance démographique. Néanmoins, cette culture nécessite une grande maîtrise surtout vis-à-vis des différents climats des régions de Madagascar.

Ainsi, cette étude effectuée sur les sites d'expérimentation de l'URP/SCRiD et intitulée «**Evaluation de variétés de riz pluvial dans différentes conditions climatiques**» a ~~X~~ pour l'objet d'évaluer les comportements de quelques variétés au changement climatique. Dix variétés étaient étudiées sur trois sites d'altitudes différentes : Andranomanelatra, Ivory et Ankepaka et l'objectif principal est de définir les caractéristiques climatiques de chaque site et les réponses des variétés face à ces caractéristiques. L'étude a été faite pour trouver une nouvelle stratégie de culture pour chaque niveau d'altitude des régions de Madagascar. Elle fait ressortir des points essentiels concernant la variation du climat de chaque altitude et la variation des potentialités génotypiques des variétés étudiées. Cette dernière a été faite par l'analyse des rendements et ses composantes.

Selon les résultats obtenus, le climat d'Ivory est plus adéquat à la culture pluviale par rapport à ceux des deux autres sites. Les semis faits en Novembre et Décembre ont été plus productifs. Les températures plus basses d'Andranomanelatra limitent les variétés cultivables sur ce site. Les meilleurs rendements sont espérés pour des semis plus avancés, même pour les variétés d'altitude. Pour Ankepaka, son climat n'affecte pas la culture pluviale, sauf les éventuels cyclones.

Toutes les variétés d'altitude ont été plus productives à Andranomanelatra et à Ivory et celles de basse altitude ont été plus remarquables à Ankepaka.

Mots clés : **riz pluvial, variétés, climat, Andranomanelatra, Ivory, Ankepaka, rendement**

ABSTRACT

Upland rice is an unavoidable alternative to swing the production of rice and the increase of the malagasy population. Nevertheless, this survey especially requires a big mastery on the different climates of the regions of the island.

Thus, this survey done on the sites of experimentation of the URP/SCRiD and titled "Assessment of varieties of upland rice in different climatic conditions" pretended to value the behaviors of some varieties to the climatic change. Ten varieties were studied on three different altitude sites: Andranomanelatra, Ivory and Ankepaka whose main objective is to define the climatic features of every site and the answers of the varieties face to these features. It has been made here to find a new strategy of culture for every level of altitude of the regions of Madagascar. It makes take out again essential points concerning the climate variation of every altitude and the variation of the varieties' potentialities.

According to the gotten results, the climate of Ivory is more adequate to the upland rice than those of the two other sites. The seedlings made in November and December were more productive. The lower temperatures of Andranomanelatra limit the arable varieties on this site. The best yields are hoped for more advanced seedlings, even for the varieties of altitude. Except the cyclones, Ankepaka's climate doesn't affect the upland rice.

All varieties of altitude were more productive in Andranomanelatra and in Ivory and those of low altitude were more productive in Ankepaka.

Key words: ~~pluvial~~ rice, varieties, climate, Andranomanelatra, Ivory, Ankepaka, yield. ㄨ

REMERCIEMENTS

Nous rendons grâce à Dieu tout puissant pour sa bienveillance, sa bénédiction de nous avoir donné la force et la santé durant ces cinq ans d'études à l'ASJA et l'élaboration de ce présent mémoire.

A part notre connaissance, ce mémoire est le fruit d'une collaboration de plusieurs personnes à qui nous rendons nos vifs et sincères remerciements :

✚ Particulièrement à :

❖ Père **Mario Giuseppe CUOMO**, **Directeur Général de l'ASJA** pour sa bonne volonté d'avoir créé cette université pour aider les jeunes à suivre une formation professionnelle et d'avoir fait l'honneur de présider la soutenance de ce mémoire ;

❖ Madame **Laurence RALAMBORANTO**, **Recteur** de l'Athénée Saint Joseph Antsirabe, pour ses conseils tout au long de notre étude ;

❖ Madame **Julie DUSSERRE**, **Docteur en Ecophysiologie** d'avoir consacré son temps pour nous encadrer pendant ces cinq mois de stage. Nous vous rendons notre remerciement pour tout ce que vous avez fait ;

❖ Madame **Sahondra ANDRIAMALAZA**, **Docteur en Pédologie**, enseignante à l'université ASJA pour ses sacrifices pendant l'encadrement de notre travail. Malgré ses occupations, elle a consacré du temps à nous apporter ses connaissances pour l'efficacité de ce mémoire ;

❖ Monsieur **Jean Marie DOUZET**, **Ingénieur Agronome** du CIRAD d'avoir accepté d'examiner ce mémoire. Nous tenons compte vos remarques et suggestions pour l'amélioration de ce travail ;

❖ Monsieur **Damien RALAIVAOHITA**, **Docteur en Economie rurale** enseignant à l'ASJA d'avoir accepté d'être parmi les membres de jury pour examiner notre travail ;

✚ Nos remerciements s'adressent également à :

❖ Monsieur **Alain RAMANANTSOANIRINA**, **Phd en Amélioration des plantes** chercheur au FOFIFA de nous avoir accepté comme stagiaire et aussi pour ses appuis financiers pour le bon déroulement de la recherche ;

❖ Monsieur **Célestin RANDRIANARISOA**, **Ingénieur agronome ex- formateur** de l'ONG Tafa pour ses aides à la recherche bibliographique. Nous vous sommes entièrement reconnaissant pour l'étroite collaboration que vous avez montrée ;

- ❖ Tous les **Enseignants de l'ASJA** de nous avoir donné des connaissances durant les cinq ans d'études ;
- ❖ Aux **Equipes de l'URP/SCRiD**, Techniciens et Mains-d'œuvre pour leurs aides pendant le stage ;
- ❖ **Ma famille** pour le soutien moral et financier durant mes études ;
- ❖ Tous les **amis et collègues** de classe pour les sympathies qu'ils ont montrées pendant la formation à l'université ;
- ❖ Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

INDEX

Liste des sigles

ADRAO	: Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
ASJA	: Athénée Saint Joseph Antsirabe
CFAMA	: Centre de Formation et d'Application du Machinisme Agricole
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CITE	: Centre d'Information Technique et Economique
DGE	: Direction Générale de l'Economie
DRDR	: Direction Régionale du Développement Rural
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and Agriculture Organization
FIFAMANOR	: FIompiana FAmbolena MAlagasy NORvezianina
FOFIFA	: FOibem- pirenena momba ny Fikarohana ampiarina ho Fampandrosoana ny tontolo Ambanivohitra
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MEFB	: Ministère de l'Economie, des Finances et du Budget
RISOCAS	: Rice and sorghum crop adaptation strategies for climate change in vulnerable environment in Africa
TAFA	: TAny sy FAmpandrosoana
UPDR	: Unité Politique de Développement Rural
URP	: Unité de Recherche en Partenariat
SCRiD	: Systèmes de Culture et Rizicultures Durables
GTZ	: Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

Liste des abréviations

BD	: Base de Données
BP	: Boîte Postale
GP	: Grains Pleins
MRG	: Mini Rice Garden
Nbr Ep	: Nombre d'épillets

Nbr GP	: Nombre de Grains Pleins
Nbr pan	: Nombre de panicules
Nbr plt	: Nombre de plants
NPK	: engrais complexe composé d'Azote, de Phosphore et de Potassium
ONG	: Organisme Non Gouvernemental
PG	: Poids d'un grain
PIB	: Produit Intérieur Brut
PMG	: Poids de Mille Grains
PPN	: Produits de Première Nécessité
Rdt	: Rendement
SCV	: Semis Direct sous Couverture Végétale
SRI	: Système de Riziculture Intensive

Unités de mesure

%	: pourcentage
°C	: degré Celsius
cm	: centimètre
g	: gramme
h	: heure
ha	: hectare
j	: jour
J	: joule
kg	: kilogramme
km	: kilomètre
km²	: kilomètre carré
m	: mètre
m²	: mètre carré
t	: tonne

Liste des tableaux

Tableau 1 : Production et marché d'exportation de riz.....	4
Tableau 2 : Répartition des sources de revenus des ménages	6
Tableau 3 : Répartition de la surface occupée (en hectare) en riz pluvial par région selon le type de pratique.....	7
Tableau 4 : Rendement moyen (t/ha) par région selon le type de culture.....	8
Tableau 5 : Calendrier agricole général du riz pluvial et du riz irrigué	9
Tableau 6 : Comparaison riz pluvial avec riz aquatique	10
Tableau 7 : Calendrier agricole du riz pluvial dans les zones d'étude:	22
Tableau 8 : Classifications des dix variétés étudiées	35
Tableau 9 : Répartition des dates de semis pour les MRG.....	37
Tableau 10 : Récapitulation de la comparaison du climat des trois sites.....	47
Tableau 11 : Classification des variétés selon l'altitude et la meilleure saison de semis	64
Tableau 12 : Statistique de la variation des rendements en fonction des dates de semis	66

Liste des figures

Figure 1 : Répartition de la valeur ajoutée créée par les opérateurs économiques.....	5
Figure 2 : Les organes végétatifs du riz	14
Figure 3 : Cycle semis- récolte du riz pluvial.....	15
Figure 4 : Principe de tallage du riz	16
Figure 5 : Reconnaissance de l'initiation paniculaire	17
Figure 6 : Remplissage du grain de riz.....	18
Figure 7 : Différentes phases du cycle du riz et la formation des composantes du rendement	18
Figure 8 : Disposition des poquets.....	21
Figure 9 : Dispositif « Mini Rice Garden » à Ankepaka.....	36
Figure 10 : Dispositif « Mini Rice Garden » à Ivory	36
Figure 11 : Dispositif « Mini Rice Garden » à Andranomanelatra.....	36
Figure 12 : Carré de rendement pour les dispositifs	38
Figure 13 : Evolution des températures moyennes sur les 3 sites durant la campagne 2008-2009.....	43
Figure 14 : Evolution des températures minimales sur les 3 sites durant la campagne 2008-2009.....	44
Figure 15 : Evolution des températures maximales sur les 3 sites durant la campagne 2008-2009.....	44
Figure 16 : Evolution des précipitations sur les 3 sites durant la campagne 2008-09.....	45
Figure 17 : Evolution de l'humidité relative moyenne sur les 3 sites durant la campagne 2008-09.....	46
Figure 18 : Evolution du rayonnement global sur les 3 sites durant la campagne 2008-09..	46
Figure 19 : Evolution du vent moyen sur les 3 sites durant la campagne 2008-09	47
Figure 20 : Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Andranomanelatra en fonction des dates de semis	48
Figure 21 : Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Ivory en fonction des dates de semis	49
Figure 22 : Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Ankepaka en fonction des dates de semis	49
Figure 23 : Rendements obtenus pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis.....	50

Figure 24 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 51

Figure 25 : Rendements obtenus pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis 52

Figure 26 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 52

Figure 27 : Rendements obtenus pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis 53

Figure 28 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis 53

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis 54

Figure 29 : Rendements obtenus pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 54

Figure 30 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis 55

Figure 31 : Rendements obtenus pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 56

Figure 32 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis 56

Figure 33 : Rendements obtenus pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 57

Figure 34 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis 57

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis 58

Figure 35 : Rendements obtenus pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis..... 59

Figure 36 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis 59

Figure 37 : Rendements obtenus pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	60
Figure 38 : a) Relation Nombre de panicules produites par m ² – Nombre de plants par m ² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
b) Relation Nombre d'épillets produits par m ² – Nombre de panicules produites par m ² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m ² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	60
Figure 39 : Rendements obtenus pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	61
Figure 40 : a) Relation Nombre de panicules produites par m ² – Nombre de plants par m ² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
b) Relation Nombre d'épillets produits par m ² – Nombre de panicules produites par m ² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	61
c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m ² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis	62
Figure 41 : Rendements obtenus pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis	62
Figure 42 : a) Relation Nombre de panicules produites par m ² – Nombre de plants par m ² pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
b) Relation Nombre d'épillets produits par m ² – Nombre de panicules produites par m ² pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis	
d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m ² pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis	63

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation des deux régions d'étude.....	24
Carte 2 : Localisation du site d'étude à Ankepaka	32
Carte 3 : Localisation du site d'étude à Ivory.....	33
Carte 4 : Localisation du site d'étude à Andranomanelatra	34

Liste des photos

Photo 1 : Pyriculariose paniculaire.....	12
Photo 2 : Pyriculariose foliaire.....	12
Photo 3 : Station météorologique à Andranomanelatra.....	39

TABLE DES MATIERES

RESUME

ABSTRACT

REMERCIEMENTS

INDEX

Liste des sigles

Liste des abréviations

Unité de mesure

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des cartes

Liste des photos

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....1

PREMIERE PARTIE: CONTEXTE DE L'ETUDE

CHAPITRE PREMIER : **LE RIZ DANS LE MONDE ET A MADAGASCAR**.....4

I- Importance du riz.....4

II- Place du riz pluvial dans la production rizicole.....7

III- Les contraintes de la production du riz pluvial11

CHAPITRE II- **CONNAISSANCE SUR LA CULTURE DE RIZ PLUVIAL**.....13

I- Morphologie et croissance des plants.....13

II- Les phases de développement et l'élaboration du rendement16

III- La culture de riz pluvial19

CHAPITRE III- **PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE**.....24

I- La région du Vakinankaratra24

II- La région de Vatovavy Fitovinany26

DEUXIEME PARTIE : PRESENTATION DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

CHAPITRE PREMIER : **PRESENTATION DE L'ETUDE**.....28

I- Choix du thème, Problématique et objectif28

II- Cadre de l'étude29

III- Méthodologie de travail31

CHAPITRE II : EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE.....	32
I- Les trois sites d' experimentation.....	32
II- Le matériel végétal et dispositifs en place	35
III- Les itinéraires techniques.....	37
CHAPITRE III : MESURES ET COLLECTES DE RESULTATS	39
I- Caractérisation des conditions climatiques de chaque site.....	39
II- Mesure des composantes du rendement.....	39
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
CHAPITRE PREMIER : RESULTATS COMPARATIFS DES DONNEES CLIMATIQUES DES TROIS SITES	
SITES	43
I- Températures	43
II- Pluie	45
III- Humidité moyenne	45
IV- Rayonnement global.....	46
V- Vent moyen	47
CHAPITRE II : REPONSES DES VARIETES FACES AUX CONDITIONS CLIMATIQUES DES SITES	
.....	48
I- Comparaison des rendements obtenus par les 10 variétés sur un site en fonction des dates de semis.....	48
II- Comparaison des rendements par variété sur les 3 sites	50
III- Discussion sur les réponses des variétés aux conditions climatiques des sites	64
CONCLUSION	68
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	
Annexe I: Importation de riz (en tonne) Juillet 2006-Juin 2008 à Madagascar.....	I
Annexe II: Les 22 régions de Madagascar.....	II
Annexe III: Fiche variétale	III
Annexe IV: Données climatiques des trois sites.....	VII
Annexe V: Résultat MRG Ankepaka.....	X
Annexe VI: Résultat MRG Ivory.....	XI
Annexe VII: Résultat MRG Andranomanelatra.....	XII

INTRODUCTION

Le riz (*Oryza sp.*) constitue la source principale d'alimentation pour environ 50 % de la population mondiale. La culture a une croissance estimée à 600 000 ha / an, et avec une production mondiale de 455,5 millions de tonnes de riz blanc cette année 2009; cependant 90% de la production mondiale en riz sont fournis par l'Asie Orientale et Méridionale avec 33% pour la Chine.

Les principaux pays exportateurs mondiaux sont la Thaïlande, le Vietnam, la Chine, l'Inde et les Etats-Unis tandis que les pays importateurs se situent surtout en Afrique subsaharienne et au Moyen-Orient. Dans divers pays d'Afrique tropicale, le riz tend à se substituer à d'autres céréales telles que le mil et le sorgho en particulier. La demande du riz en Afrique de l'Ouest et du Centre croît de 6 % par an. Cette demande est liée principalement à la croissance démographique et à l'accroissement de la part du riz dans le régime alimentaire. Cependant, 60 % des besoins en riz de l'Afrique sont couverts par les importations parce que la production locale reste largement insuffisante.

Actuellement, 840 millions de personnes environ souffrent de faim chronique dans le monde. Quelques 55% de ces personnes vivent dans les régions qui dépendent de la production en riz pour vivre, et c'est le cas de certaines régions à Madagascar. La majorité des Malagasy mangent du riz trois fois par jour, c'est la base essentielle de leur alimentation et aussi la première culture vivrière.

Dans les années 60 et 70, Madagascar était l'un des pays exportateurs de riz. Face aux problèmes de la riziculture (surexploitation des bas fonds, mauvaise maîtrise de la culture, insuffisance d'infrastructure) alourdis par la pression démographique, la filière n'arrive plus à satisfaire le besoin de consommation locale. Ce problème est prouvé par les grandes quantités d'importation de riz chaque année. En 2004, si la production totale en riz décortiqués est de 1,8 millions de tonnes (3 millions de tonnes de paddy) et que les besoins en riz décortiqués sont d'environ 2 millions de tonnes, 200 000 tonnes de riz décortiqués sont manquantes et devaient être comblées par des importations. Des recherches sont faites pour surmonter la situation et y figure le lancement de la culture pluviale avec les variétés améliorées. Une extension de la culture sur Tanety représente une solution certaine.

Dans les régions du Vakinankaratra et de Vatovavy Fitovinany, la culture de riz pluvial est déjà connue par les paysans mais présente encore certaines difficultés : l'ignorance des variétés adaptées figure parmi les plus importantes. Cette étude intitulée

« **Evaluation de variétés de riz pluvial dans différentes conditions climatiques** » est basée sur l'analyse de quelques variétés de riz pluvial dans divers environnements climatiques. Il s'agit d'analyser les comportements de ces variétés ainsi que leurs rendements face aux climats afin de trouver de nouvelles stratégies de culture pour chaque région. La recherche a été faite dans les stations d'expérimentation de l'URP/SCRiD dans la région du Vakinankaratra (à Andranomanelatra et Ivory) et aussi dans la région de Vatovavy Fitovinany (Ankepaka). Ce mémoire comporte :

- ❖ première partie : les contextes et domaines de l'étude ;
- ❖ deuxième partie : la présentation de l'étude et méthodologie;
- ❖ troisième partie : les résultats et discussion.

CHAPITRE PREMIER : LE RIZ DANS LE MONDE ET A MADAGASCAR

I- Importance du riz

I-1- Riz, céréale la plus cultivée et la plus consommée

Le riz était connu des anciens Grecs depuis les expéditions d'Alexandre le Grand en Perse. L'Homme a commencé à cultiver le riz il y a près de 10 000 ans lors de la révolution néolithique. Il se développe d'abord en Chine puis dans le reste du monde. *Oryza rufipogon*, dont est dérivé le riz cultivé, existe depuis moins de 680 000 ans. Parmi les céréales il est celle qui s'assimile le mieux et qui est la plus cultivée. Cette année 2009, la production mondiale de riz paddy s'est élevée à 770,9 millions de tonnes contre 765,9 en 2008 (FAO,2009).

Actuellement dans le monde, la Chine domine la production mondiale avec 16,86% de la production, suivi de l'Inde avec 12,39%, de l'Indonésie à 4,57%, du Vietnam et de la Thaïlande à 3%. En Amérique, le Brésil assure les 1,04% de la production mondiale (FAO & USDA, 2009). La répartition spatiale est montrée dans le tableau ci-dessous avec les meilleurs producteurs et exportateurs.

Tableau 1 : Production et marché d'exportation de riz

En millions de tonnes	Production (equiv. Riz blanc)		Exportations		Stocks*
	2008	2009	2008	2009	2009
Monde	440,0	455,5	30,8	31,0	118,0
Chine	128,4	133,4	1,0	1,3	63,7
Inde	96,4	98,0	2,9	2,3	18,0
Indonésie	35,8	36,2	-	-	4,6
Vietnam	24,0	25,8	4,5	5,2	4,1
Thaïlande	21,2	20,7	10,0	9,5	4,8
Brésil	8,2	8,3	0,3	0,3	1,2
USA	6,3	6,5	3,5	3,3	0,8
Pakistan	5,6	6,5	3,0	4,0	0,4

Source : FAO & USDA, Février 2009

*stocks = production – (exportés+consommés)

A Madagascar, le riz est la culture la plus importante. 90% des exploitants cultivent du riz (soit 2.200.000 exploitants) avec 1.330.000 ha cultivés (MAEP, 2009).

I-2- Le riz à Madagascar

La majorité des Malagasy mangent du riz trois fois par jour, c'est la base essentielle de leur alimentation et aussi la première culture vivrière. Les niveaux de consommation sont très variables: 109 kg/habitant/an dans les milieux urbains à Tuléar contre 131kg dans ceux de Fianarantsoa ; 114 kg/habitant/an dans les milieux ruraux de l'Est contre 145kg au Lac Alaotra, au Centre-Ouest et au Nord-Ouest (EPM, 2002).

La place du riz dans l'agriculture et même dans l'économie malgache est indéniable. La production de riz contribue à hauteur de 12% au PIB en termes courants et de 43% au PIB agricole (MEFB, 2004) Les performances de la filière déterminent donc de manière significative les performances du secteur agricole.

La contribution des activités rizicoles à la création et la distribution de valeur ajoutée est la suivante :

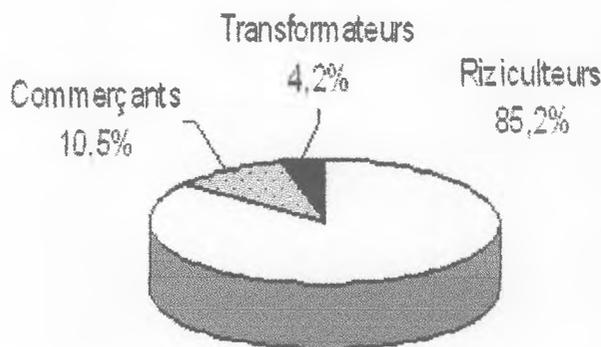


Figure 1 : Répartition de la valeur ajoutée créée par les opérateurs économiques

Source : MEFB, 2004

La culture crée plus de valeur ajoutée par rapport aux deux autres secteurs d'activité ce qui prouve que la plupart de la population active de Madagascar se consacre à l'agriculture, surtout la culture de riz.

I-3- Le riz et le budget des ménages malgaches

a) Part du riz dans les revenus des ménages

Le riz constitue la part la plus importante de revenus d'exploitation des ménages ruraux sauf dans les régions du Sud où les autres cultures et l'élevage dominent. Dans les

régions de la Côte Est, le revenu provient essentiellement des cultures de rente en particulier vanille, café, girofle, letchis (EPM, 2002).

D'après l'EPM (Enquêtes Permanentes auprès des Ménages), le paddy contribue le plus à la formation de revenus agricoles, puis viennent le manioc et les produits de rente et ensuite les parts des tubercules, les céréales et des légumes sont moindres. Le tableau ci-dessous montre la répartition des sources de revenus des ménages en fonction des produits récoltés

Tableau 2 : Répartition des sources de revenus des ménages

Source	Riz	Maïs	Manioc	Pomme de terre	Patate	Arachide	Haricot	Productions de rente	Autres
(%)	32	2	31	1	1	1	2	24	7

Source : EPM (INSTAT), 2009

Dans les zones productrices, l'impact économique régional de la riziculture est important. A titre d'exemple, dans la zone du Lac Alaotra, le revenu total des ménages de riziculteurs provient de la vente du riz à hauteur de 66%, dans le Centre-Ouest de 36% et au Nord-Ouest de 26% d'après l'étude FAO/UPDR en 2003.

b) Part du riz dans les dépenses des ménages

La structure des dépenses en produits de première nécessité (PPN) montre que le riz occupe la première place, soit 55,1% des dépenses en PPN pour l'ensemble des ménages dont 59,5% pour le milieu rural et 40,1% pour le milieu urbain. (EPM, 2000).

En milieu rural, 10% à 15% des dépenses totales servent aux dépenses agricoles (main- d'œuvre, locations de terres, frais de culture, etc.). Les dépenses liées à la main-d'œuvre sont beaucoup plus élevées que celles des intrants

En milieu urbain, les dépenses en riz représentent plus de 10% des dépenses totales et presque 50% dans les régions Est de l'île.

II- Place du riz pluvial dans la production rizicole

II-1- Statistique de la culture de riz pluvial à Madagascar

Le riz pluvial est cultivé dans presque toutes les 22 régions de Madagascar. Des données statistiques de cette culture ont été publiées par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP). Ces données sont les dernières publiées en Janvier 2008 en ce qui concerne la riziculture pluviale. Parmi les surfaces rizicoles représentant plus de la moitié de la surface physique totale de l'île, cette dernière représente les 25%. Le tableau ci-dessous montre la répartition de ces surfaces par région et selon le type de culture pluviale.

Tableau 3 : Répartition de la surface occupée (en hectare) en riz pluvial par région selon le type de pratique

Régions	Surface occupée (en hectare)		
	Tanety	Tavy	Total
Analamanga	2929	-	2929
Vakinankaratra	6543	-	6543
Itasy	3097	-	3097
Bongolava	8106	-	8106
Haute Matsiatra	1664	-	1664
Amoron'i Mania	2356	463	2819
Vatovavy Fitovinany	1761	61071	62832
Ihorombe	971	-	971
Atsimo Antsinanana	2682	1947	4629
Antsinanana	2793	49951	52744
Analanjirofo	5989	18606	24595
Alaotra Mangoro	4708	8943	13651
Boeny	3811	-	3811
Sofia	13523	1599	15122
Betsiboka	2766	184	2950
Melaky	716	-	716
Atsimo Andrefana	1363	-	1363
Androy	584	-	584
Anosy	3689	-	3689
Menabe	9630	-	9630
Diana	11578	1820	13398
Sava	13694	15521	29215
Madagascar	104950	160095	265058

Source: MAEP (Recensement de l'Agriculture, campagne 2004-2005), Janvier 2008

Selon ce recensement, la culture sur tanety est pratiquée dans toutes les régions de l'île, celles dans les hautes terres sont les plus occupées. La riziculture de tavy est représentée dans les régions de la cote Est.

Après le rapport des superficies cultivées, les rendements sont aussi recensés par région et par type de culture. Ils sont rapportés dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Rendement moyen (t/ha) par région selon le type de culture

Régions	Rendement en t/ha	
	Tanety	Tavy
Analamanga	2,52	-
Vakinankaratra	1,29	-
Itasy	2,60	-
Bongolava	1,36	-
Haute Matsiatra	1,62	-
Amoron'i Mania	1,75	3,27
Vatovavy Fitovinany	2,17	0,89
Ihorombe	2,34	-
Atsimo Antsinanana	1,59	1,60
Antsinanana	2,02	1,29
Analanjorofo	1,49	0,90
Alaotra Mangoro	2,54	1,81
Boeny	1,51	-
Sofia	1,68	2,34
Betsiboka	1,55	-
Melaky	1,39	1,15
Atsimo Andrefana	1,72	-
Androy	1,77	-
Anosy	2,84	1,65
Menabe	1,51	-
Diana	1,36	1,49
Sava	1,53	1,20
Madagascar	1,61	1,14

Source: MAEP (Recensement de l'Agriculture, campagne 2004-2005), Janvier 2008

II-2- Pertinence de la riziculture pluviale

❖ Une riziculture sans maîtrise de l'eau :

La riziculture pluviale est le seul système n'ayant pas besoin de maîtrise d'eau. L'irrigation en système aquatique est un peu coûteuse pour les paysans et limite leur potentialité en terme de production. Les variétés pluviales sont aptes à survivre aux manques d'eau sauf dans des extrêmes sécheresses (Jean-Luc Dzido et al, 2005)

❖ Possibilité d'association culturale :

En cas d'insuffisance de terrain, avec le riz pluvial des cultures peuvent être associées. Les plus pratiquées sont les légumineuses annuelles comme le haricot, le niébé, le petit pois...

Tableau 6 : Comparaison riz pluvial avec riz aquatique

% de consommateurs par avis et par critère	RP>RA	RP<RA
Fermeté du grain	84	7
Longueur à cuire		
Translucidité	69	16
Gonflement à la cuisson	65	20
Couleur blanche du grain	57	32
Forme longue du grain	45	19
Tenue au ventre	45	19
Cherté	43	28
Finesse du grain	42	33
Goût laiteux	41	39
Goût sucré	41	43
Rassasiement	34	21
Taux de brisures	21	48
Taux de grains verts	21	54
Contenu en paddy	20	36
Contenu en poussière de son	11	47
Taux de cailloux	10	54
Humidité	7	67
Fait le <i>mohaka</i> *	6	79
Taux de grains noirs	5	86
Disponibilité	1	89

* Phénomène de prise en masse du grain lors de la cuisson

(Le riz ne s'éparpille pas)

Source : Marie-Hélène Dabat et al, 2007 (enquête auprès de 250 consommateurs d'Antsirabe)

III- Les contraintes de la production du riz pluvial

III-1- Contraintes agronomiques

a) Les insectes

Les vers blancs sont les plus dangereux ravageurs des cultures pluviales à Madagascar. Ce sont généralement les larves qui détruisent les racines de la culture. La famille de DYNASTIDAE avec le genre *Heteronychus arator* domine surtout dans les tanety plus secs. Deux à trois larves peuvent détruire entièrement le système racinaire d'un plant. (PINFLAURIRA, 2005).

b) Les adventices

Les adventices constituent également une contrainte à la riziculture pluviale. Elles entrent en compétition avec la culture dès le début de la levée car elles croissent souvent plus vite que le riz. Elles servent aussi d'hôtes aux maladies et aux insectes qui peuvent à leur tour détruire la culture et réduire le rendement.

c) Maladies

Les maladies les plus connues en culture pluviale sont causées par des bactéries et des champignons

Maladie bactérienne : la plus redoutable est le flétrissement bactérien des feuilles. Elle est causée par *Xanthomonas campestris*. Les symptômes sont sur les plantules, une petite tache apparaît à la périphérie des feuilles inférieures pleinement développées. Les lésions peuvent se situer sur un ou sur les deux côtés de la feuille. Avec l'extension des taches, les feuilles jaunissent, sèchent et se fanent. Cette maladie est propagée par la rosée, la pluie, les vents violents (ARRAUDEAU, 1985).

Maladies fongiques :

- ❖ la pyriculariose (*Pyricularia grisea*) ;
- ❖ l'helminthosporiose (*Helminthosporium oryzae*);
- ❖ la pourriture de gaine (*Sarocladium oryzae*) ;
- ❖ l'échaudure des feuilles (*Rhynchosporium oryzae*).

Parmi eux, la pyriculariose est la plus importante pouvant provoquer un taux de stérilité important jusqu'à 100%. Deux types de cette maladie se distinguent :

- ❖ la pyriculariose foliaire
- ❖ la pyriculariose paniculaire

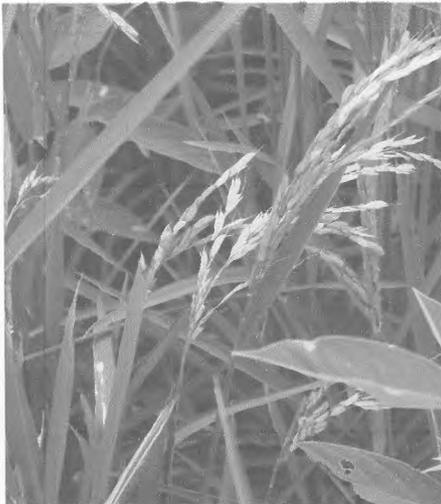


Photo 1 : Pyriculariose paniculaire



Photo 2 : Pyriculariose foliaire

III-2- Contraintes climatiques

Le climat intervient directement sur la culture pluviale. La sécheresse est un facteur limitant la production. Elle est récurrente dans certaines régions, surtout dans le Moyen Ouest. La variabilité des pluies (excès et déficits) est également un grand problème dans d'autres régions (cas de Vakinankaratra).

III-3- Contrainte sociale

La mentalité des paysans producteurs reste toujours un grand obstacle pour la riziculture pluviale à Madagascar. Ils ont tendance à exploiter les bas fonds pour les riz irrigués.

CHAPITRE II : CONNAISSANCE SUR LA CULTURE DE RIZ PLUVIAL

I- Morphologie et croissance des plants

I-1- Botanique

Dans la classification classique, le riz appartient à :

<u>Règne</u>	: VEGETAL
<u>Embranchement</u>	: SPERMAPHYTES
<u>Sous embranchement</u>	: ANGIOSPERMES
<u>Classe</u>	: MONOCOTYLEDONES
<u>Famille</u>	: Poaceae
<u>Genre</u>	: <i>Oryza</i>
<u>Espèces</u>	: <i>Oryza glaberrima</i> et <i>Oryza sativa</i>

Plus d'une vingtaine d'espèces appartiennent au genre *Oryza L.* dont deux sont cultivées :

Oryza sativa : provient de divers événements de domestication Le parent sauvage du riz cultivé est *Oryza rufipogon* (anciennement, les formes annuelles de *Oryza rufipogon* ont été nommées *Oryza nivara*). À ne pas confondre avec le riz nommé riz sauvage du genre botanique *Zizania*.

Oryza glaberrima : provient de la domestication de *Oryza barthii*

I-2- Morphologie du plant

Maintenant, l'espèce majoritairement cultivée est *Oryza sativa*. Cette espèce diffère de l'*Oryza glaberrima* par l'absence de branches secondaires partant des branches primaires de la panicule. Les variétés étudiées dans cette expérimentation appartiennent à l'espèce *sativa*. La plante est une herbacée annuelle avec une tige ronde et recouverte, des feuilles sessiles plates en forme de lame et une panicule terminale. Sous des conditions climatiques favorables et exceptionnelles, la plante peut pousser pendant plus d'une année.

Les racines sont constituées de racines secondaires et de leurs poils absorbants. La racine primaire, qui croît à partir de la semence au moment de la germination, ne vit qu'un court moment. Elle est rapidement remplacée par des racines secondaires.

La tige est constituée d'un certain nombre de noeuds et d'inter noeuds dans un ordre successif. Les noeuds portent une feuille et un bourgeon qui pourra donner naissance à une

talle secondaire puis aux tertiaires. La tige principale (talle primaire) développe le nombre le plus important de feuilles.

Les feuilles prennent naissance à un noeud de la tige et sont constituées de deux parties : la gaine foliaire et le limbe foliaire. La dernière feuille sous la panicule est appelée feuille paniculaire. La première feuille rudimentaire à la base du talle est le prophyllum. De chaque côté de la base du limbe foliaire, se trouve une paire de petits appendices poilus nommés les auricules. Juste à côté des auricules se trouvent des structures de forme triangulaire nommées ligules.

La panicule est un groupe d'épillets qui prend naissance sur le dernier noeud de la tige. Elle peut rester érigée mais souvent se courbe au fur et à mesure que les épillets arrivent à maturité et développent les graines.

La fleur est composée de six étamines et un pistil. Les étamines sont constituées de deux anthères soudées au bout d'un filament fin. Le pistil est constitué de l'ovaire, du style et du stigmate de structure plumeuse.

Le grain de riz est constitué de l'ovaire fécondé, des glumes et glumelles, du rachis, des glumes stériles et éventuellement de la barbe. L'embryon est fusionné avec l'endosperme. Les glumes et leurs structures associées constituent la balle et peuvent être séparées du grain par pression rotative. (Le décorticage).

Le grain décortiqué (le caryopse) est connu sur le marché comme du riz brun (ou entier) et doit son nom au péricarpe brun qui le couvre.

L'endosperme blanc contient les réserves alimentaires de la graine (protéines, sucres, graisses ...) (Marc Lacharme, 2001)

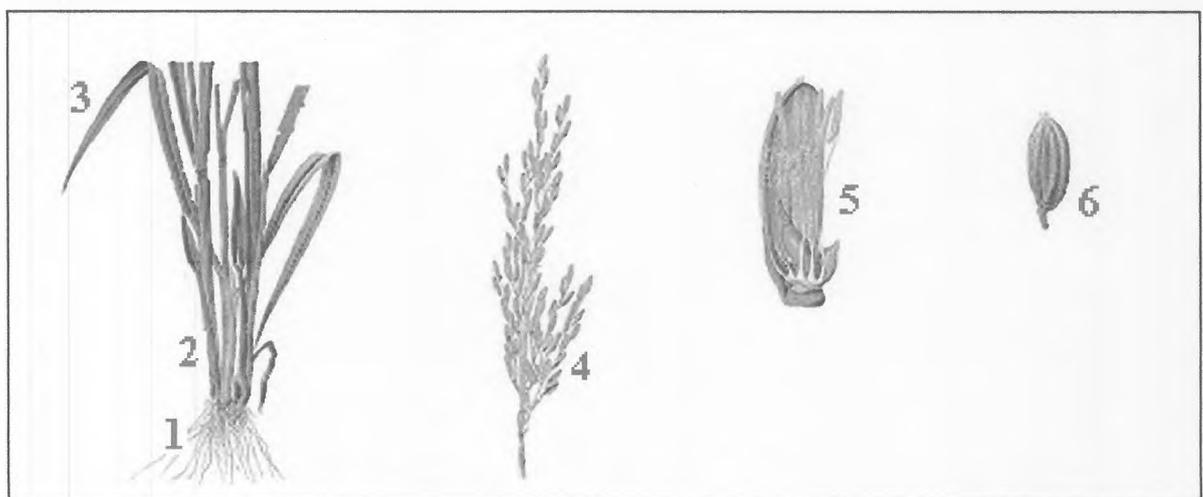


Figure 2 : Les organes végétatifs du riz (1 : racine ; 2 : tige ; 3 : feuille ; 4 : panicule ; 5 : fleur ; 6 : grain).

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Oryza>

I-3- Croissance du plant

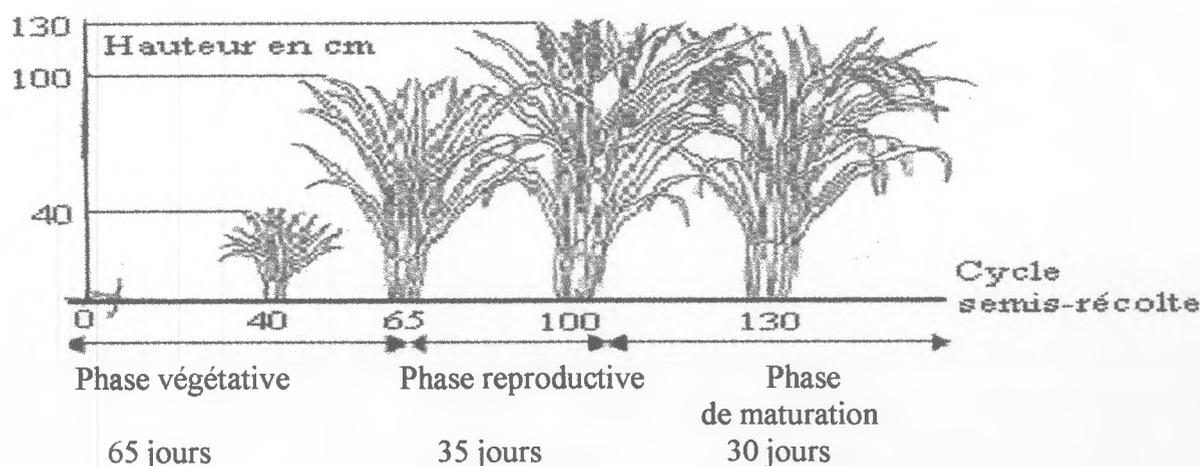


Figure 3 : Cycle semis- récolte du riz pluvial

Source : Hari K. Pande, 1997

La durée de la phase végétative varie suivant les variétés. Les phases de reproduction et de maturation ont des durées à peu près constantes pour la plupart des variétés. La phase reproductive dure environ 30 jours. Le cycle semis-récolte est de 80 à 180 jours, parfois plus.

Les différences de durée du cycle sont liées essentiellement à la durée de la phase végétative :

phase végétative	phases de reproduction et de maturation	Cycle
40 jours	60 jours	100 jours
55 jours	65 jours	120 jours
75 jours	65 jours	140 jours

La durée du cycle dépend essentiellement des conditions du milieu surtout le climat. La température, l'eau et la luminosité jouent un rôle, d'où la notion de stade critique (Hari K. Pande, 1997).

Pour le riz pluvial, tous les stades sont sensibles à la forte sécheresse ou au déficit hydrique et aussi aux excès d'eau mais la phase entre initiation paniculaire et maturation y est la plus sensible.

De mauvaises conditions de température, d'éclairement ou d'alimentation hydrique durant la période de formation des panicules (25 jours avant floraison) et la floraison entraînent un nombre important de fleurs stériles, donc réduisent le nombre de grains par panicule (Hari K. Pande, 1997).

Durant la phase de remplissage des grains, la plante a besoin d'eau pour assurer la circulation de la sève. Une mauvaise alimentation hydrique ou un fort coup de chaleur

provoquant un dessèchement de la plante pendant cette phase empêche les migrations des réserves vers les grains : on dit qu'il y a échaudage. Ce dernier entraîne la réduction du poids, moyen d'un grain et une grande proportion de grains vides (HUBERT P., 1970).

II- Les phases de développement et l'élaboration du rendement

II-1- Phases de développement

a) La phase végétative

Elle comprend la germination, la levée et le tallage. Elle dure du semis jusqu'à la phase de différenciation paniculaire (initiation paniculaire)

La levée va de l'émergence jusqu'au stade 4 feuilles. Durant cette phase, le plant acquiert progressivement son indépendance vis-à-vis des réserves alimentaires du grain. Le plant est totalement indépendant au stade 3 feuilles. La durée [germination + levée] est d'environ 21 jours pour les semis d'hivernage. Elle peut être rallongée jusqu'à près de 40 jours pour les semis de tout début de contre saison chaude (Marc Lacharme, 2001).

Le tallage commence à partir du stade 5 feuilles et a une durée variable qui dépend des conditions climatiques (température) et de la variété. C'est la longueur de cette phase qui différencie les variétés de cycle court, moyen et long (Hari K. Pande, 1997).

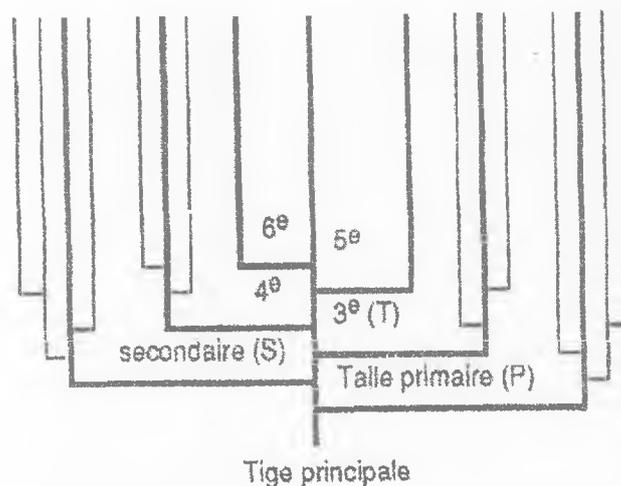


Figure 4: Principe de tallage du riz

Source : Hari K. Pande, 1997

La talle primaire (P) provient de la tige principale, la talle secondaire (S) se développe à partir de la talle primaire et la talle tertiaire (T) se développe à partir de la talle secondaire. Plus le point d'origine de la talle est bas, plus elle est âgée. A partir de l'initiation paniculaire, le tallage s'arrête (Hari K. Pande, 1997).

b) La phase reproductive

Elle va de l'initiation paniculaire à la fécondation. Elle dure de 19 à 25 jours. Elle comprend l'initiation paniculaire, la montaison, l'épiaison et la fécondation.

L'initiation paniculaire à l'intérieur des tiges des différentes talles peut être observée.

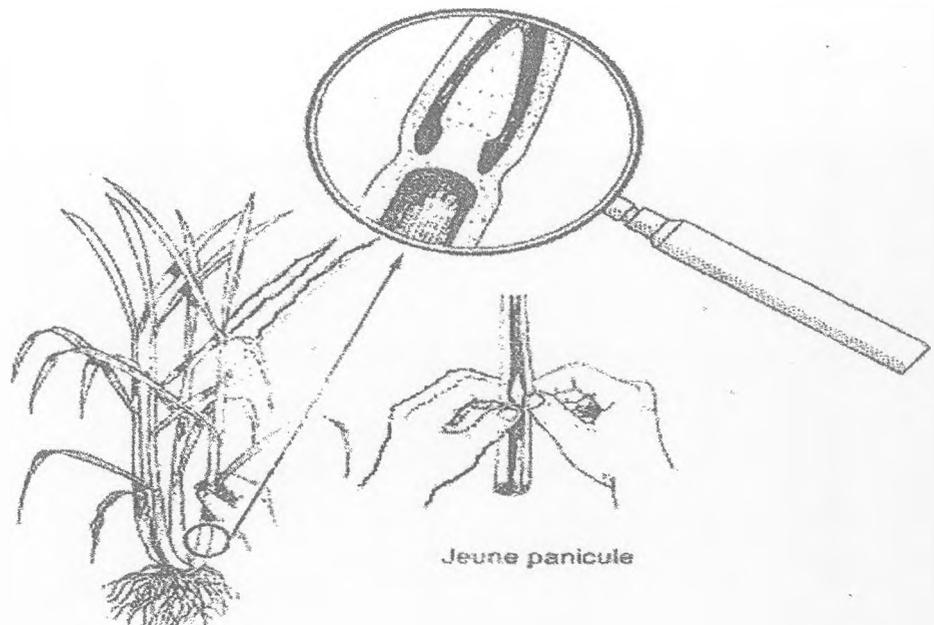


Figure 5 : Reconnaissance de l'initiation paniculaire

Source : Marc Lacharme, 2001

c) La phase de remplissage du grain et de maturation

Elle va de la fécondation des grains jusqu'à la maturité. Durant cette phase, on observe un remplissage des grains par un mouvement des éléments nutritifs de la plante vers les grains. Les grains passent par une phase de grain laiteux, puis grain pâteux et enfin de grain mature. Cette phase dure de 30 à 42 jours, selon les conditions de température et d'humidité du milieu. (Marc Lacharme, 2001). La phase débute par l'ouverture des anthères. L'élaboration de l'amidon dans l'épillet démarre après qu'une partie de la cellule mâle (pollen) ait fusionné avec l'ovule dans l'ovaire (fécondation). L'épillet atteint son poids maximal 21 jours après fécondation.

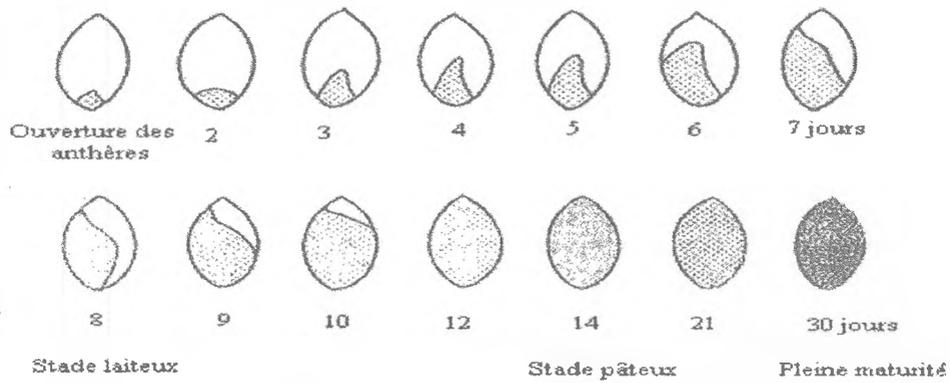


Figure 6 : Remplissage du grain de riz
Source : Hari K. Pande, 1997

II-2- Elaboration des composantes de rendement

Les composantes du rendement pour le riz sont :

- ❖ nombre de pieds/hectare = $NP/ha = NP/m^2 \times 10000$
- ❖ nombre de panicules/pied = NPa/P
- ❖ nombre de grains/panicule = NG/Pa
- ❖ pourcentage des grains pleins = $\%GP$
- ❖ poids d'un grain = PG

Chacune de ces composantes est élaborée à une période déterminée du cycle de la plante montré dans la figure ci-dessous :

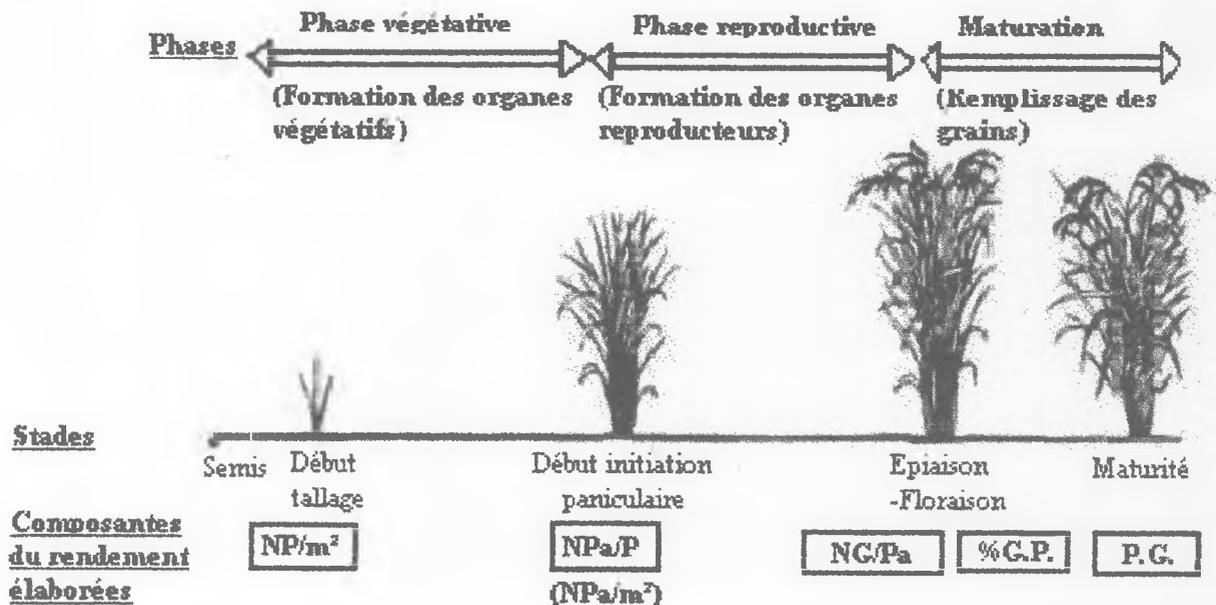


Figure 7 : Différentes phases du cycle du riz et la formation des composantes du rendement

Source : Moreau D., 1987

II-3- Le rendement

Le rendement (RDT) d'une culture est la production de grains par unité de surface. Il est généralement donné en quintaux par hectare ou tonnes par hectare. L'objectif de tout producteur est de maximiser le rendement à un coût économique acceptable.

Ce rendement peut être calculé comme suit :

RDT= Production/ha

$$\text{RDT} = \text{NP/m}^2 \times \text{NPa/P} \times \text{NG /Pa} \times \% \text{GP} \times \text{PG}$$

NP/ha = NP/m² * 10 000

III- La culture de riz pluvial

III-1- Les systèmes de culture

Parmi les 1.330.000 ha cultivés en riz, trois systèmes de cultures sont pratiqués :

- ❖ La riziculture aquatique (irriguée et à mauvaise maîtrise de l'eau) ;
- ❖ La riziculture pluviale ;
- ❖ La riziculture de « tavy » sur brûlis.

La riziculture aquatique est la plus pratiquée et presque dans toute l'île. Le semis direct (sans repiquage), le repiquage en foule, le repiquage en ligne (SRA) et le système de riziculture intensive (SRI) constituent le sous-système aquatique.

Le riz pluvial est l'ensemble des riz cultivés sans irrigation, comme le maïs. A Madagascar, il est généralement appelé « *vary tanety* » et se cultive surtout dans le Moyen Ouest, sur les cotes Est et depuis peu sur les Hautes Terres (Jean-Luc Dzido et al). Ainsi, trois systèmes de culture sont bien distincts :

a) Systèmes de culture itinérante « tavy »

Ce système est caractérisé par l'absence totale de travail du sol, d'apport d'engrais, d'entretien et de lutte contre les maladies du riz (ANGLADETTE, 1966). Un abattis-brûlis est effectué sur une terre forestière suivi du semis du riz. Ce système est très connu dans la région de la côte –Est de Madagascar, dans la région du Betsimisaraka. L'envahissement des mauvaises herbes après deux à trois ans oblige les paysans à quitter la terre pour y revenir après quelques années de jachère (DOUNIAS, 2001).

Ce système est jugé mauvais pour l'environnement car il favorise l'érosion du sol provoquant à son tour l'ensablement des bas fonds, et aussi contribue au changement climatique.

b) Système de riziculture pluviale avec travail du sol

C'est une riziculture sèche permanente qui est pratiquée traditionnellement sur les « baiboho » du Nord – Ouest et sur les Hautes Terres de Madagascar. C'est un système de culture conventionnel qui consiste à labourer et émietter le sol et il est le plus pratiqué à Madagascar. Ce système suit réellement la technique culturale conventionnelle dont fumure, sarclage et autres. Il se pratique sur les terrains fortement/faiblement en pente et peut occasionner l'ensablement des bas fonds par l'érosion.

c) Système de riziculture pluviale avec couverture végétale.

Connu sous le nom « SCV » ou système de culture avec couverture végétale, il n'est pratiqué à Madagascar que depuis peu (1990). Son principe est de semer directement sur un sol qui n'est jamais labouré. Le labour mécanique est remplacé par le labour biologique effectué par les racines des plantes de couverture (L. Seguy). Dans un cas, le riz est précédé d'une légumineuse. Cette dernière est fauchée avant la mise en place du riz pour une couverture morte. Dans un autre cas, une association de riz-légumineuse est plus pratiquée : c'est la couverture vivante.

Ce système est avantageux du fait que :

- ❖ il réduit le temps de travail (absence de labour, de sarclage...);
- ❖ il garde le sol loin de l'érosion (éolienne et hydrique);
- ❖ il maintient l'humidité permanente du sol ainsi que les matières organiques;

Mais il a des inconvénients par exemple la compétition entre culture et plante de couverture.

III-2- Technique culturale

Dans cette étude, toutes les cultures ont été faites en système de culture avec travail du sol dont l'itinéraire technique est comme suit :

a) Défrichage et préparation du sol :

Le défrichage est la première phase du travail. Il consiste à maîtriser les mauvaises herbes qui pourront entrer en compétition avec le riz.

b) Labour et affinage du sol :

Le riz pluvial nécessitant un sol meuble et aéré, le labour doit être bien affiné et bien profond pour assurer une bonne porosité du sol. Aussi, le sens du labour doit-il être impérativement perpendiculaire au sens de la plus grande pente et parallèle aux courbes de niveau. Le labour doit être entrepris aussitôt que l'état du sol le permet, c'est-à-dire dès les premières pluies.

c) Fertilisation

La dose de la fertilisation est variable suivant l'état du sol mais en général il est recommandé d'apporter :

- ❖ 5 à 10 t/ha de fumure organique au moment de labour ;
- ❖ 200 à 300 kg/ha de NPK 11-22-16 ;
- ❖ 35 kg/ha d'urée au premier sarclage ;
- ❖ 30 kg/ha d'urée au 2° sarclage.

d) Semis

Si possible, le semis doit être fait le plus tôt après un total de pluie de 60 mm et dans les 3 semaines après le début des pluies (DZIDO, 2005). Le semis peut être à la volée mais on pratique souvent le semis en ligne pour faciliter les travaux d'entretien dont :

- ❖ 5 à 6 grains par poquet ;
- ❖ 20 à 40cm d'interligne ;
- ❖ 10 à 25cm entre poquet.

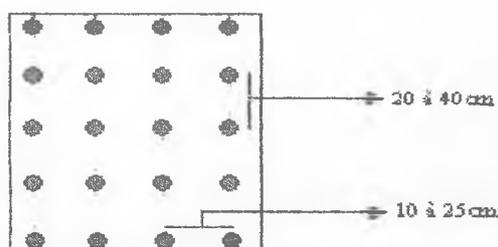


Figure 8 : Disposition des poquets

Source : Auteur

Les grains sont placés 3 à 4 cm de profondeur avec une dose de semis de 100 à 150 kg/ha pour le semis à la volée et 70 à 90 kg/ha pour le semis en lignes ou en poquets.

e) Entretien

L'entretien consiste à lutter contre les mauvaises herbes. Il peut être fait manuellement avec l'angady ou chimiquement avec des herbicides.

f) Récolte

La récolte a lieu quand les grains arrivent à maturité. Elle dépend de la variété mais en général se situe entre le 95ème et le 150ème jour :

- ❖ 80 à 90 % du champ vire au jaune et la teneur en eau est voisine de 22%, c'est la maturité technologique ;

- ❖ 7 à 10 jours après la maturité technologique et la teneur en eau des grains est d'environ 19%, c'est la maturité physiologique (Marc Lacharme, 2001)

Le calendrier culturel du riz pluvial dans les 2 zones d'étude est détaillé dans le tableau ci-après :

Tableau 7 : Calendrier agricole du riz pluvial dans les zones d'étude

Regions	Spéculation	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI
Vakinankaratra	Riz Pluvial				←→	————					←→	
Vatovavy Fitovinany	Riz Pluvial					←→	————				←→	

- ←→ Préparation du sol
- Semis
- ←→ Récolte

Source : MAEP, 2003

Actuellement, des recherches sont faites pour améliorer la production de riz pluvial. Cette amélioration vise surtout à l'élargissement des surfaces rizicoles sur tous les différents niveaux d'altitude et aussi aux qualités des variétés.

III-3- Etat des connaissances sur l'amélioration variétale et la recherche d'adaptation variétale

Traditionnellement, les paysans cultivent le riz en irrigué partout où c'est possible, au prix d'admirables aménagements dans les bas fonds et de terrasses à flanc de colline. En revanche, faute de variétés adaptées, ils ne produisaient pas de riz pluvial sur leurs immenses étendues de terres non irrigables. Face au problème d'insuffisance de riz, des recherches sont conduites par des généticiens, des phytopathologistes, des sélectionneurs ainsi que d'autres spécialistes afin de trouver une voie s'ajoutant à l'intensification de la riziculture: celle de l'extension des superficies rizicoles. Les recherches sont faites avec la collaboration de FOFIFA, CIRAD, Université d'Antananarivo formant l'URP/SCRID.

Les objectifs sont :

- ❖ trouver une gamme de variétés productives pouvant être diffusées aux paysans
- ❖ produire des variétés tolérantes et/ou résistantes à la pyriculariose ;
- ❖ sélectionner les variétés pour toutes les régions de Madagascar.

a) Du riz à plus de 1 500 m d'altitude

La culture du riz pluvial était cantonnée à des altitudes inférieures à 1400 m. Cette frontière a été repoussée grâce aux travaux des généticiens et sélectionneurs. Une collection de riz tolérants au froid a été constituée avec des variétés locales (groupe *Latsika*) collectées à des altitudes proches de 1 800 m et des variétés introduites d'Asie. Puis, plusieurs dizaines de croisements ont été réalisés.

Leurs descendances ont été sélectionnées sur des sites de référence identifiés par les agronomes après une caractérisation minutieuse de la diversité des sols et du climat de la région. Dès 1995, un premier lot de variétés de riz pluvial tolérantes au froid était disponible. Elles ont été testées en milieu paysan pour être connues et diffusées. Depuis 1995, deux autres lots sont venus compléter la gamme. Aujourd'hui, on dispose d'une dizaine de variétés avec différents types de grain et différentes longueurs de cycle. Ces variétés, créées à Madagascar, ont été introduites avec succès dans plusieurs pays d'Amérique Latine et en Chine (DZIDO J. et al).

Variétés	Parent femelle	Parent mâle	Rendement moyen (t/ha)	
			Moyen	Maximal
Fofifa 133	Latsidahy	Fofifa 62	3.2	7.0
Fofifa 134	Latsidahy	Fofifa 62	3.3	7.0
Fofifa 151	Latsidahy	Shin Ei	3.0	5.6
Fofifa 152	Latsidahy	Fofifa 62	3.3	6.3
Fofifa 154	Latsidahy	Fofifa 62	3.3	9.0
Fofifa 157	Latsidahy	Fofifa 62	2.4	5.8
Fofifa 158	Fofifa 62	Shin Ei	3.1	7.1
Fofifa 159	IRAT 114	Fofifa 133	2.8	6.3
Fofifa 161	IRAT 114	Fofifa 133	2.8	6.6

b) Des variétés résistantes à la pyriculariose

A part la recherche d'adaptation, la pyriculariose est une maladie à surmonter à Madagascar. Des variétés résistantes et tolérantes sont disponibles grâce aux travaux des généticiens et des sélectionneurs:

❖ FOFIFA 159

Pyriculariose du cou : très résistante (2/9)

Pyriculariose foliaire : résistante (2/9)

❖ FOFIFA 161

Pyriculariose du cou : très résistante (1/9)

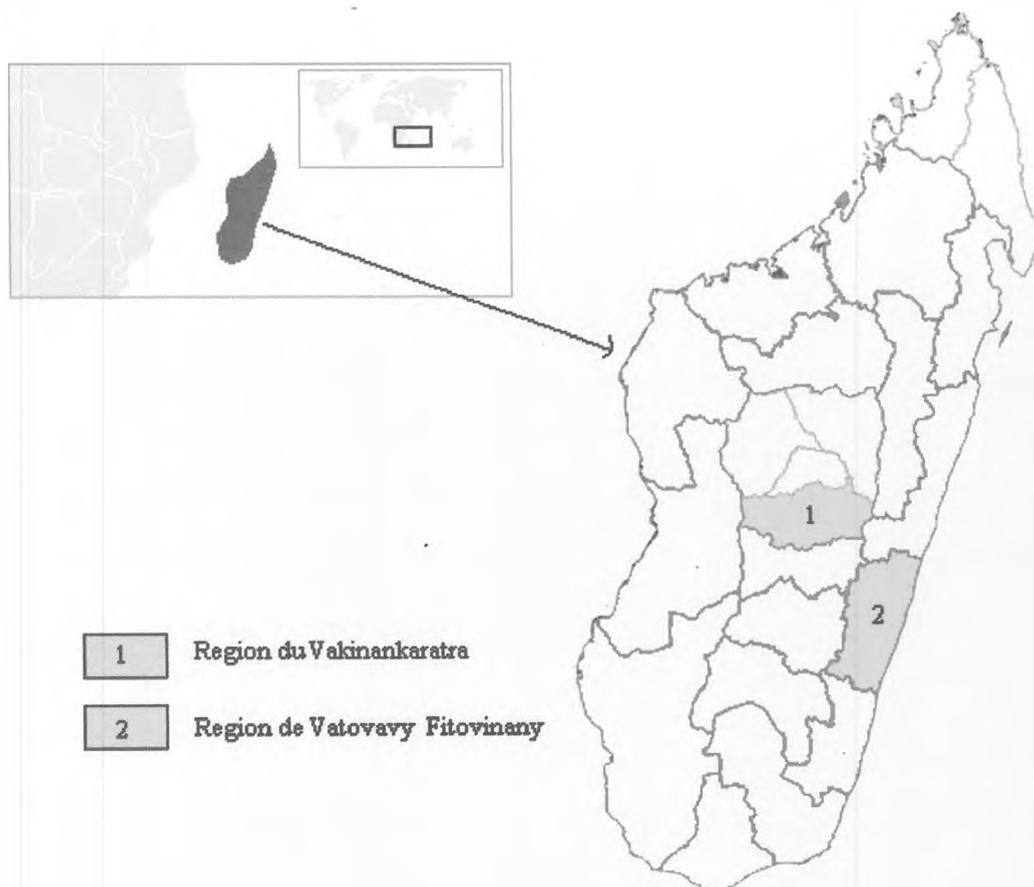
Pyriculariose foliaire : résistante (3/9)

❖ FOFIFA 172

Pyriculariose du cou : très résistante (2/9)

Pyriculariose foliaire : très résistante (2/9)

CHAPITRE III- PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE



Carte 1 : Localisation des deux régions d'étude

Source : Auteur

I-La région du Vakinankaratra

I-1- Géographie

La région du Vakinankaratra se situe dans les hautes terres centrales de Madagascar. Elle a une superficie de 17.496 Km² répartie sur sept districts dont Antsirabe-I, Antsirabe-II, Betafo, Antanifotsy, Faratsiho, Ambatolampy et Mandoto. 86 communes forment au total la région (RABARY C, 10 Avril 2008).

Elle est située entre 18°59' et 20°03' de latitude Sud et entre 46°17' et 47°19' de longitude Est (MAEP, 2003).

I-2- Relief et géologie

Le Centre est caractérisé par le massif volcanique de l'Ankaratra où se trouve la plus haute altitude de la Région qui culmine à 2 644 mètres, le Tsiafajavona ;

Au sud, la constitution de l'Ankaratra a provoqué dans la partie occidentale une série d'effondrements favorisant la formation de dépression à fond alluvial et présentant de nombreux cratères et lacs. La zone méridionale, dominée par la chaîne de l'Ibity est constituée d'une succession de petites cuvettes au sol sableux, jonché de blocs de quartzite de toute taille ;

Le Moyen Ouest du Vakinankaratra est constitué par la pénéplaine de Mandoto-Anjomà Ramartina, où l'altitude s'abaisse à 1 000 m.

La géologie de la Région du Vakinankaratra, est généralement constituée de :

- ❖ Volcanisme néogène à quaternaire de l'Ankaratra ;
- ❖ Série schisto - quartzo - calcaire du Sud.

Les massifs granitiques, généralement dispersés sur la bordure occidentale du massif volcanique de l'Ankaratra dans l'Ouest et dans le Sud, le relief sur socle à sol ferrallitique squelettique.

Les cuvettes sont des zones d'alluvion lacustre qui sont généralement fertiles et jouent un rôle important dans l'occupation humaine (MAEP, 2003)

I-3-Climat

L'année comporte trois saisons bien individualisées :

- ❖ une saison pluvieuse et moyennement chaude, de Novembre à Mars ;
- ❖ une saison froide et relativement sèche de Mai à Septembre ;
- ❖ une saison fraîche et relativement froide de Avril en Octobre.

II-La région de Vatovavy Fitovinany

II-1- Géographie

La région de Vatovavy Fitovinany se situe dans la partie Est de Madagascar, plus précisément dans le Sud Est. Elle couvre une superficie de 20500 km² et regroupe les anciennes sous préfectures de Manakara (45 communes), Ikongo (14 communes), Vohipeno (20 communes), Mananjary (29 communes), Nosy Varika (18 communes), Ifanadiana (13 communes), et comprend 139 communes (ANDRIANAIVONIRINA Anny, 2008).

II-2- Relief et géologie

Le relief présente une succession de montagnes, de falaises, des collines et de plaine littorale relativement étendue et plus ou moins marécageuse. La région de « Vatovavy Fitovinany » est caractérisée par des sols ferrallitiques et des sols hydromorphes. Sur les hauts reliefs de la falaise, dominant les sols ferrallitiques rajeunis, mais très fragiles. Ils sont riches en humus dans les zones forestières, donc favorables à une mise en valeur agricole. Les sols des hautes et moyennes collines sont ferrallitiques, et caractérisés par des minéraux érodés et dégradés (ANDRIANAIVONIRINA Anny, 2008).

Les sols d'apports alluviaux et colluviaux de basses collines et de niveaux d'aplanissement sont très fertiles. Les dunes et cordons littoraux, irrigables pendant la saison pluvieuse, s'étendent le long de la côte sur une largeur inférieure à 5 km, et donnent des sols à mauvaises caractéristiques physiques. Les sols de pseudo steppes des plateaux à couvert graminéen ont de bonnes propriétés physiques. (MAEP, 2003)

II-3- Climat

Dans l'ensemble, le climat est chaud et humide ; il se caractérise par de notable différence entre la falaise et la région côtière à hiver et été chaud. Il est marqué par la proximité de la bordure occidentale de l'anticyclone de l'océan Indien. Par conséquent, un Alizé souffle constamment d'Est en Ouest, entraînant des masses d'air humides et chauds occasionnant une forte pluviométrie. Le nombre de jours, de pluies par année varie entre 140 et 175. La saison pluvieuse s'étale de Décembre à Avril.

Des cyclones tropicaux traversant l'Océan Indien frappent périodiquement la région, qui est ainsi parmi les régions ravagées fréquemment par les cyclones. Nosy Varika et Mananjary se trouvent dans le « couloir cyclonique », ce dernier s'étendant vers le Nord jusqu'à Maroantsetra. Le risque cyclonique diminue du Nord au Sud (ANDRIANAIVONIRINA Anny, 17 Avril 2008).



DEUXIEME PARTIE

PRESENTATION DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

CHAPITRE PREMIER : PRESENTATION DE L'ETUDE

I- Choix du thème, Problématique et objectif

I-1- Choix du thème

La riziculture à Madagascar rencontre différents problèmes pour se développer et le plus important est la saturation des bas fonds par la pression démographique. La culture pluviale peut aider à surmonter ce problème mais nécessite des stratégies bien définies, surtout sur le plan agronomique. L'URP/SCRID a proposé le thème suivant : « Evaluation de variétés de riz pluvial dans différentes conditions climatiques »

Les différentes conditions climatiques sont obtenues en travaillant sur plusieurs sites et avec plusieurs dates de semis. Il s'agit d'étudier la croissance des plantes ainsi que le rendement variant en fonction des conditions pour mettre en évidence les meilleures adaptations variétales. Cette étude permettra de donner des connaissances au programme de sélection et de création variétale face aux problèmes de changement climatique.

L'existence de différentes variétés de riz pluvial disponibles dans les centres de recherche, comme FOFIFA, est un atout pour notre étude car elle permet de fournir une large gamme de matériel végétal très contrastée vis-à-vis de ces caractères d'adaptation (longueur de cycle, tolérance au froid, à la sécheresse..).

Ce sujet s'intègre dans le projet RISOCAS « Developing rice and sorghum crop adaptation strategies for climate change in vulnerable environment in Africa », porté par l'Université d'Hohenheim en Allemagne, et qui a débuté en 2008.

La recherche est faite au sein de l'Unité de Recherche en Partenariat SCRiD, intégrant le CIRAD, le FOFIFA et l'Université d'Antananarivo

I-2- Problématique

Le riz pluvial est cultivé presque dans toutes les régions de Madagascar du fait que les *Tanety* sont exploités à cause de la pression démographique. Or il existe des conditions climatiques très hétérogènes en allant des côtes vers les hautes terres. Ces climats doivent être étudiés pour trouver les variétés les mieux adaptées à la culture pluviale. Ainsi, la question se pose : *Est ce que la variation d'altitude influence le potentiel variétal du riz pluvial ?*

I-3- Objectifs

Cette étude s'intéresse à l'influence des conditions climatiques des différentes zones sur la culture pluviale dont :

❖ **Objectif global :**

Évaluer les différents comportements des variétés étudiées ainsi que les composantes de rendement en relation avec le climat de chaque site.

❖ **Objectifs spécifiques :**

- connaître les conditions climatiques de chaque site ;
- connaître les impacts de ces conditions climatiques sur chaque variété (sur les rendements et ses composantes) ;

❖ **Objectif à long terme :**

- connaître les possibilités de cultiver telle ou telle variété dans une région donnée en fonction du climat ;
- mieux choisir une date de semis en fonction des données climatiques et du cycle des plantes ;
- choisir une variété en tenant compte des calendriers culturels pratiqués par les paysans ;
- analyser la possibilité d'introduction d'une variété dans une région

II- Cadre de l'étude

II-1- Cadre institutionnel

a) **L'URP-SCRiD :**

L'URP/SCRiD ou Unité de Recherche en Partenariat « Systèmes de Culture et Rizicultures Durables » regroupe les chercheurs du FOFIFA, du CIRAD et l'Université d'Antananarivo.

Cette unité regroupe des Agronomes, des Entomologistes, des Phytopathologistes, des Physiologistes et aussi des Economistes ainsi que d'autres spécialistes pour créer une dynamique de recherche et de formation sur l'amélioration des systèmes de culture à base de riz.

b) **Le FOFIFA :**

Le FOFIFA ou FOibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiarina ho Fampandrosoana ny tontolo Ambanivohitra est une institution nationale créée en 1974. Ses activités sont des recherches agronomiques et des participations au développement rurales. Ses domaines recouvrent l'Agriculture (riziculture, cultures d'exportation, machinisme agricole...), l'Élevage (production animale, pisciculture...), la Foresterie, les Technologies de

conservation et de transformation des produits agricoles, l'Hydraulique et les Etudes socio-économiques.

c) Le CIRAD :

Le CIRAD ou Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement est un organisme scientifique français créé en 1984. Son objectif est de participer au progrès scientifique, technique et au développement économique des pays tropicaux et sub-tropicaux. Ses activités couvrent les domaines de l'Agriculture, l'Elevage et Médecine vétérinaire, la Foresterie, la Gestion des ressources naturelles, l'Agroalimentaire, la Gestion, Recherche, documentation et Appui Technique. Le CIRAD travaille à Madagascar en étroite collaboration avec le FOFIFA, sur la riziculture pluviale en diffusant des systèmes de cultures et en créant des variétés pluviales cultivables sur les régions d'altitude.

II-2- Le projet RISOCAS

RISOCAS ou « Developing rice and sorghum crop adaptation strategies for climate change in vulnerable environment in Africa » (Développer des stratégies d'adaptation du riz et du sorgho pour faire face aux changements climatiques des environnements vulnérables en Afrique) est un projet financé par l'Allemagne (GTZ) et les centres internationaux de Recherches Agricoles dans le programme de recherche de l'adaptation de l'agriculture africaine aux changements climatiques. Son objectif est de trouver une méthodologie opérationnelle pour mesurer les impacts du changement climatique sur les cultures des céréales, base de la production en Afrique. Cela est fait afin de lutter contre la pauvreté et la faim.

Le projet vise à aider, d'une part, les opérateurs politiques à développer des stratégies pour adapter l'agriculture africaine au changement climatique et, d'autre part, les producteurs à adapter leur système de production à la variabilité climatique.

Ce projet existe dans trois pays africains, le Sénégal, le Mali et Madagascar avec la collaboration de l'ADRAO. Les partenaires associés au projet sont :

- ❖ L'Université d'Hohenheim (Stuggart Allemagne) ;
- ❖ ADRAO (Sénégal) ;
- ❖ CIRAD (Montpellier) ;
- ❖ IER (Mali) ;
- ❖ FOFIFA (Madagascar).

Les activités ont débuté à Madagascar depuis 2008 à savoir :

Activité 1 : caractériser et valider les caractères génotypiques et physiologiques pouvant réduire les pertes en eau sous les conditions incertaines de la disponibilité en eau en culture pluviale sur tanety.

Activité 2 : tester sur terrain un large nombre de géotypes et établir une base de données des réponses phénologiques et génotypiques sur un grand nombre d'environnements différents. Notre étude fait partie de cette deuxième activité.

III- Méthodologie de travail

III-1- Recherche bibliographique

Des études sur le riz pluvial ont été déjà faites et doivent être consultées pour se référer à la réalité. La recherche bibliographique est donc une des phases importantes pour celles-ci. Elle était faite avant, tout au long et après la phase d'expérimentation. En effet, des bibliothèques universitaires (ASJA, ESSA ...) et d'autres (CITE, DRDR, FOFIFA, CFAMA) ont été consultées durant le stage. Cette phase a été complétée par des entretiens avec des personnels compétents.

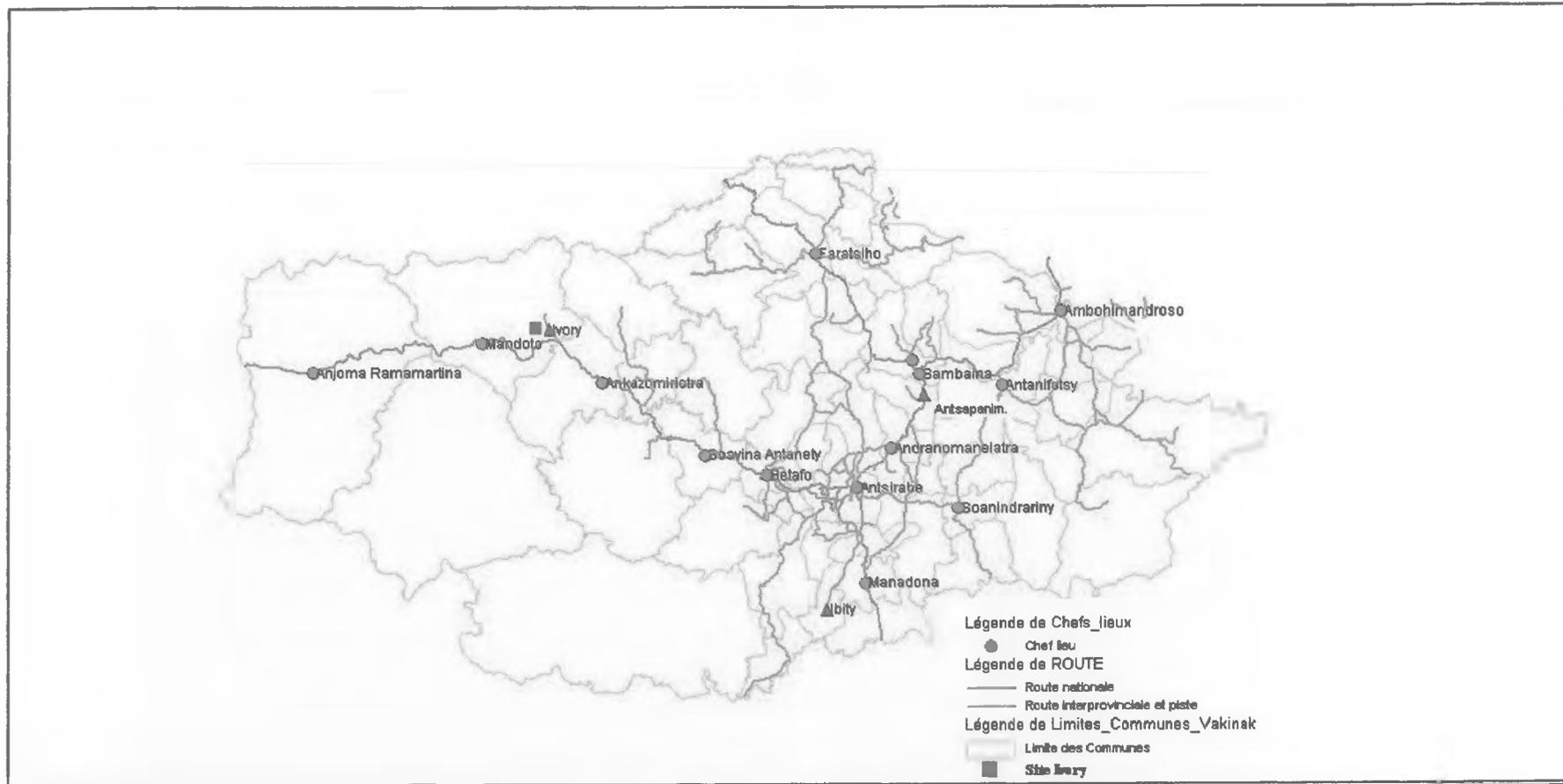
III-2- L'expérimentation

Du fait de la date de commencement du stage un peu tardive, d'autres phases ont été faites par un autre chercheur mais l'expérimentation a commencé depuis le mois de Septembre 2008. Une passation de relais en mois de Mai 2009 nous a introduit dans le domaine. L'expérimentation a débuté par la préparation des sols et est terminée par la récolte, et des suivis ont été faits tout au long du cycle.

Cette étude était menée dans des dispositifs de recherche de l'URP/SCRiD sur trois sites : Andranomanelatra, Ivory (Vakinankaratra) et Ankepaka (Manakara).

III-3-Traitements des données

Après avoir recueilli les résultats (climatiques et les rendements et ses composantes), une phase de traitement des données a clôturé la recherche (Août - Septembre). Il s'agissait de la classification des résultats et des analyses statistiques afin de pouvoir interpréter la réalité vue sur terrain. Les équations et les graphiques ont été tous traités avec le tableur Excel (Microsoft).



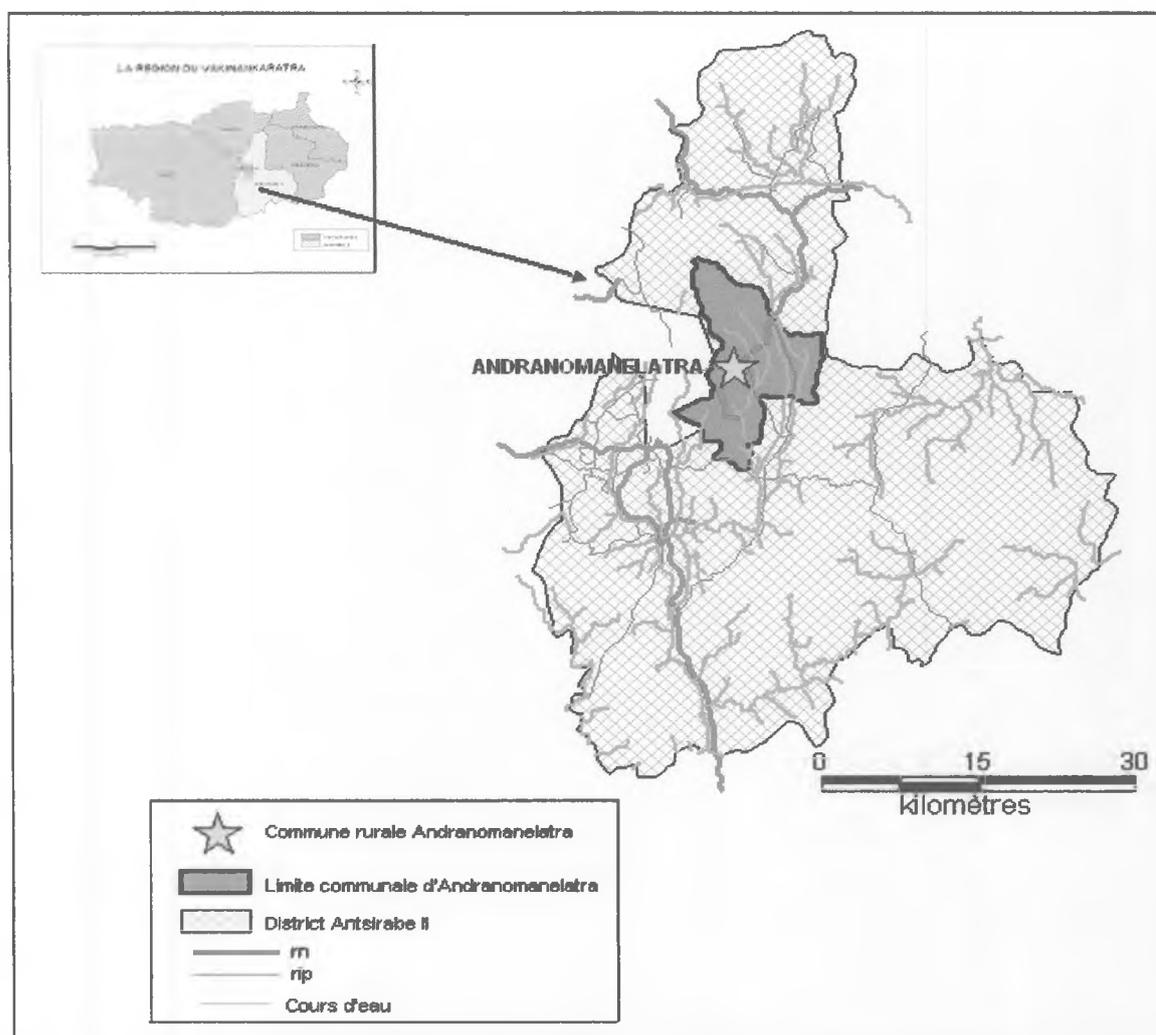
Carte : Localisation du site d'étude à Ivory

Source : BD500, Mapinfo

I-3-Andranomanelatra:

Le dernier site d'étude est celui d'Andranomanelatra qui se situe à 17km au Nord d'Antsirabe ville sur la RN7 vers Antananarivo. Il est dans la zone de haute altitude (1642m) et localisé à 19°46' de latitude Sud et 47°06' de longitude Est.

Le sol d'Andranomanelatra est de type ferrallitique (RAKOTOSON, 2003).



Carte 4 : Localisation du site d'étude à Andranomanelatra

Source : BD 500, Mapinfo

II-Le matériel végétal et le dispositif en place

II-1- Le matériel végétal

Dix variétés ont été étudiées selon la recommandation de l'atelier de lancement du projet. Elles sont classées suivant l'altitude car cette dernière fait varier les conditions climatiques, bases de cette recherche.

Tableau 8: Classifications des dix variétés étudiées

Variétés	Code	Caractéristiques
B 22	V1	brésilienne de moyenne altitude et a une large adaptation
Botramaitso	V2	locale de moyenne altitude, très tardive mais de vigueur importante
Chhomrong Dhan	V3	népalaise de très haute altitude
FOFIFA 161	V4	japonica de haute altitude
FOFIFA 167	V5	de haute altitude
FOFIFA 172	V6	japonica d'altitude très élevée
IRAT 112	V7	de basse et moyenne altitude
Nerica 4	V8	de basse et moyenne altitude
Primavera	V9	brésilienne de basse et moyenne altitude
WAB 878	V10	de basse et moyenne altitude

Source : FOFIFA, 2009

II-2- Le dispositif : les « Mini rice Garden » (MRG)

Les « Mini rice Garden » (petits jardins de riz) sont des dispositifs en bloc randomisé avec cinq dates de semis. Chaque bloc est constitué de dix parcelles de 1m² (1mx1m). Les dix variétés étudiées sont réparties au hasard pour chaque date de semis (fig. 9, 10 et 11). Ces dispositifs ont été mis en place sur les trois sites d'expérimentation.

Ankepaka

V5	V3	V3	V9	V5	V6	V4	V8	V2	V1
V8	V4	V5	V10	V7	V1	V2	V5	V3	V9
V1	V2	V2	V8	V4	V2	V1	V9	V10	V4
V9	V6	V4	V1	V3	V8	V3	V10	V5	V7
V7	V10	V7	V6	V10	V9	V7	V6	V6	V8
Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5					

V: variété

Figure 9 : Dispositif « Mini rice Garden » à Ankepaka

Source : Auteur

Ivory

V7	V10	V6	V9	V4	V9	V5	V7	V3	V6
V3	V5	V10	V2	V1	V3	V3	V1	V9	V1
V9	V6	V7	V8	V10	V2	V8	V10	V2	V10
V4	V1	V5	V3	V7	V5	V2	V4	V4	V8
V2	V8	V4	V1	V8	V6	V9	V6	V5	V7
Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5					

V: variété

Figure 10 : Dispositif « Mini rice Garden » à Ivory

Source : Auteur

Andranomanelatra

V2	V4	V4	V8	V6	V5	V1	V6	V10	V5
V10	V3	V6	V1	V7	V9	V8	V10	V1	V3
V7	V9	V5	V2	V1	V10	V7	V4	V8	V2
V6	V8	V10	V7	V8	V2	V3	V9	V4	V6
V5	V1	V9	V3	V4	V3	V5	V2	V7	V9
Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5					

V: variété

Figure 11 : Dispositif « Mini rice Garden » à Andranomanelatra

Source : Auteur

Les dates de semis pour chaque dispositif sont présentées dans ce tableau :

Tableau 9 : Répartition des dates de semis pour les MRG

Essai	Semis	Ivory	Ankepaka	Andranomanelatra
MRG	1	17/09/2008	22/10/2008	18/09/2008
MRG	2	17/10/2008	21/11/2008	15/10/2008
MRG	3	20/11/2008	10/12/2008	21/11/2008
MRG	4	19/12/2008	26/01/2009	17/12/2008
MRG	5	19/01/2009	26/02/2009	16/01/2009

Source : Auteur

III- Les itinéraires techniques

III-1- Intrants et semis :

Les mêmes doses de fertilisation ont été apportées à tous les dispositifs dont :

- ❖ 5t/ha de fumier apporté au moment de labour ;
- ❖ 300 kg/ha de NPK (11-22-16) pour la fumure minérale apportée au moment du semis en poquet

Pour le redressement du pH des sols, 500kg / ha de dolomie ont été épandus.

Les semences ont été traitées (avant le semis) avec l'Imidaclopride (2,5 g de Gaucho/kg de semences) qui est un insecticide contre les insectes terricoles ainsi que 12 kg de Furadan/ ha (Carbofuran) pour le traitement du sol (avant le semis) contre les insectes terricoles.

Les semis ont été réalisés manuellement, en poquet avec 20 cm entre poquets et 20 cm entre lignes, ce qui fait 25 poquets/m². Les graines sont distribuées à raison de six à huit par trou et placées à environ 4 cm de profondeur.

Durant les cycles, les parcelles des « Mini Rice Garden » étaient éventuellement arrosées d'une manière suffisante suivant la pluviométrie de chaque site.

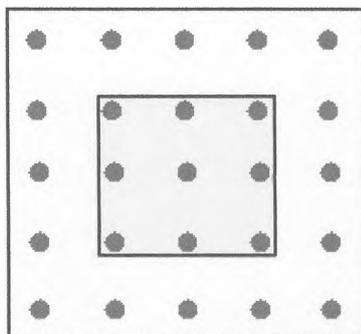
III-2- Entretien

Les entretiens sont simples : des sarclages manuels pour lutter contre les mauvaises herbes suffisaient pour donner aux plantes un environnement propice pour leur développement.

III-3- Récoltes

Les récoltes sont faites quand les grains arrivent à maturité physiologique. Elles sont faites sur neuf poquets dont le protocole est bien défini comme suit :

- ❖ repérer les neuf poquets centraux par placette ;
- ❖ compter le nombre de poquets réellement présents ;
- ❖ arracher les neuf poquets, les plants sont soit déposés sur une bâche pour éviter de perdre des grains, soit mis dans des grands sacs de récolte (Ivory et Ankepaka) pour envoi à Andranomanelatra ;
- ❖ enlever les panicules et égrainer ;
- ❖ après coupe aux ciseaux des racines, les pailles sont mises dans un sac pour les peser.



 : Carré de rendement

Figure 12 : Carré de rendement pour les dispositifs

Source : Auteur

CHAPITRE III : MESURES ET COLLECTES DES RESULTATS

I- Caractérisation des conditions climatiques de chaque site

Les données climatiques de chaque site sont les bases essentielles de cette étude afin d'interpréter les interactions climat - variété. Une station météorologique est présente dans chaque site pour enregistrer ces données, à savoir :

- ❖ la température minimale et maximale journalière ;
- ❖ la pluviométrie ;
- ❖ l'humidité relative minimale et maximale journalière ;
- ❖ la radiation solaire journalière (24 heures) ;
- ❖ la vitesse du vent.



Photo 3: Station météorologique à Andranomanelatra

II- Mesures des composantes du rendement

Les mesures des composantes du rendement ont été faites au moment de la récolte (à la maturité physiologique)

II-1- Nombre de pieds/hectare (NP/ha)

Sur le carré de rendement, le comptage du nombre de poquets réellement existant permet de calculer le nombre de poquets par hectare :

$$NP/ha = \frac{\text{Nombre } \overset{\text{pieds}}{\text{poquets réellement existant}}}{\text{surface du carré}} \times 10\,000$$

II-2- Nombre de panicules/plant (NP_a/P)

Le nombre de panicules par pied est obtenu tout simplement par comptage. Sur les neuf poquets, on compte le nombre de panicules qui donnera le :

$$NP_a/P = \frac{\text{nombre de panicules sur neuf poquets}}{\text{Nombre de plants sur neuf poquets}}$$

A partir de ce dernier calcul, on peut savoir le nombre de talles productives et non productives par comptage des nombres de talles. La différence entre nombre de panicules par pied et nombre de talles par pied donne le nombre de talles non productives.

$$\text{Nombre de talles}^{\text{non}} \text{productives/P} = \text{nombre de talles/P} - NP_a/P$$

II-3- Le nombre de grains par panicule (NG/P_a)

- ❖ NG/P_a peut être obtenu par comptage mais cela demande beaucoup de temps. Une autre méthode a été adoptée :
- ❖ Après égrenage des panicules, séparer les grains vides et grains pleins et les peser séparément après passage à l'étuve pendant 72 heures à 60°C ;
- ❖ Compter deux sous échantillons de 200 grains vides et 200 grains pleins et les repeser ;

Le poids de 1000 grains est obtenu par :

$$\text{Poids de 1000 grains vides} = \text{poids de 200 grains vides} \times 5$$

Même opération pour le cas des grains pleins.

Cette opération donne le :

$$\text{Nombre de grains vides} = \frac{\text{Poids des grains vides} \times 1000}{\text{Poids des mille grains vides}}$$

Même opération pour les grains pleins.

- ❖ Nombre de grains vides plus nombre de grains pleins donnent le nombre de grains sur les poquets arrachés et le nombre de grains par panicule est :

$$NG/P_a = \frac{NG \text{ vides} + NG \text{ pleins}}{NP_a \text{ des neuf poquets}}$$

II-4- Le pourcentage des grains pleins et poids moyen d'un grain

Après l'étuvage, le pourcentage de grains pleins s'obtient par le rapport entre grains pleins et la totalité des grains. Le rapport entre le poids sec de grains pleins et le nombre de grains pleins donne le poids moyen d'un grain.

II-5- Le rendement

Le rendement à l'hectare est extrapolé à partir du poids de grains produits dans un mètre carré de rendement suivant la formule suivante :

$$\text{Rendement} = \text{NPieds/m}^2 \times \text{Npan/Pied} \times \text{NGrains/Pan} \times \% \text{GP} \times \text{PG}$$

Le NPieds/m² doit être multiplié par 10000 pour trouver le rendement en t/ha.



TROISIEME PARTIE

RESULTATS ET DISCUSSION

Deux types de résultats sont présentés dans cette partie pour évaluer les potentiels variétaux des dix variétés étudiées en fonction des caractéristiques climatiques de chaque site d'expérimentation :

- ❖ premier résultat : les caractéristiques climatiques des trois sites depuis le début de culture jusqu'à la récolte des dernières dates de semis ;
- ❖ deuxième résultat : les réponses des variétés vis-à-vis de ces conditions, plus particulièrement sur les rendements et ses composantes.

CHAPITRE PREMIER : RESULTATS COMPARATIFS DES DONNEES CLIMATIQUES DES TROIS SITES

I- Les températures

La saison la plus chaude pour les trois sites est délimitée entre le mois d'Octobre et le mois de Mars, puis les températures diminuent progressivement et marquent ainsi la saison froide. Ces températures varient de la basse vers la haute altitude. On remarque une diminution considérable en allant d'Ankepaka vers Ivory puis Andranomanelatra. Le graphe ci après montre les moyennes mensuelles calculées à partir des données journalières enregistrées.

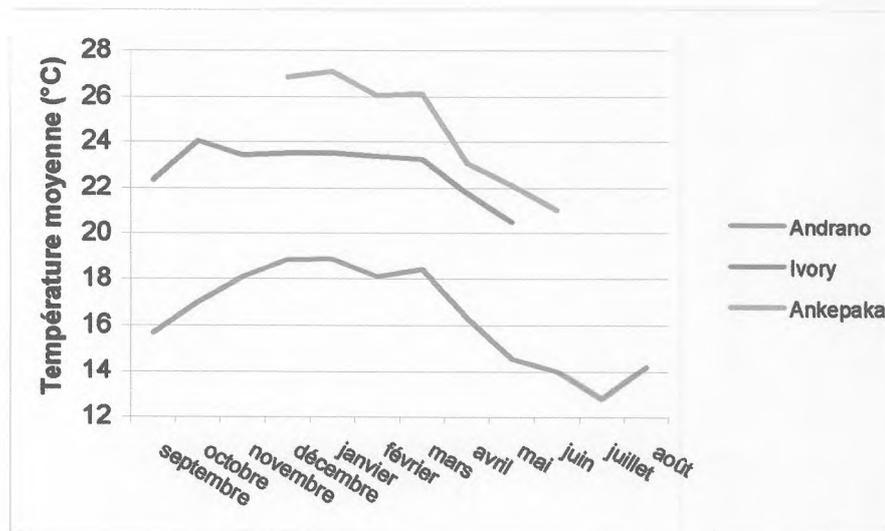


Figure 13 : Evolution des températures moyennes (en °C) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

En ce qui concerne les températures les plus basses, celles d'Andranomanelatra sont les plus remarquées, arrivant à 4°C au mois de Mai alors que pour les autres sites ces températures ne descendent pas en dessous de 11°C.

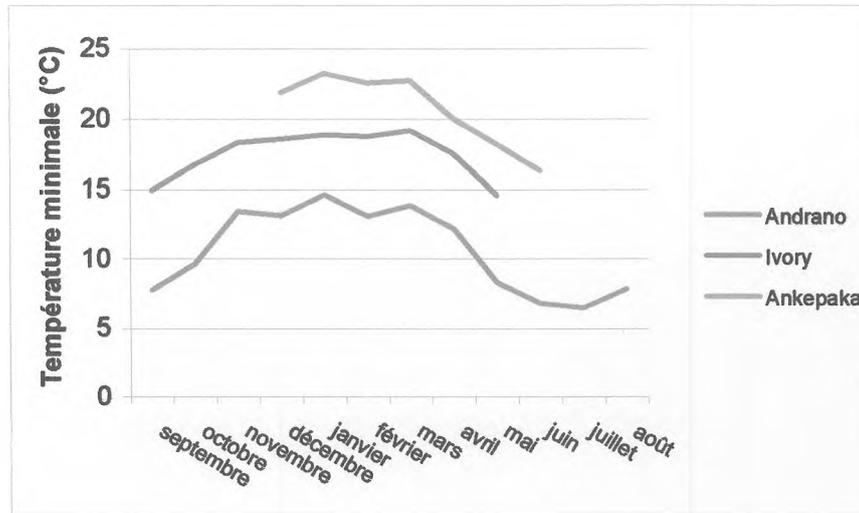


Figure 14 : Evolution des températures minimales (en °C) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

La plus haute température mensuelle enregistrée pendant cette campagne est celle d'Ankepaka avec une valeur de 33,8°C au mois de Décembre. Celle d'Ivory prend la deuxième place mais aucune valeur n'a pu dépasser ce 33°C. Une température de 26,6°C au mois de Décembre reste le plafond pour Andranomanelatra.

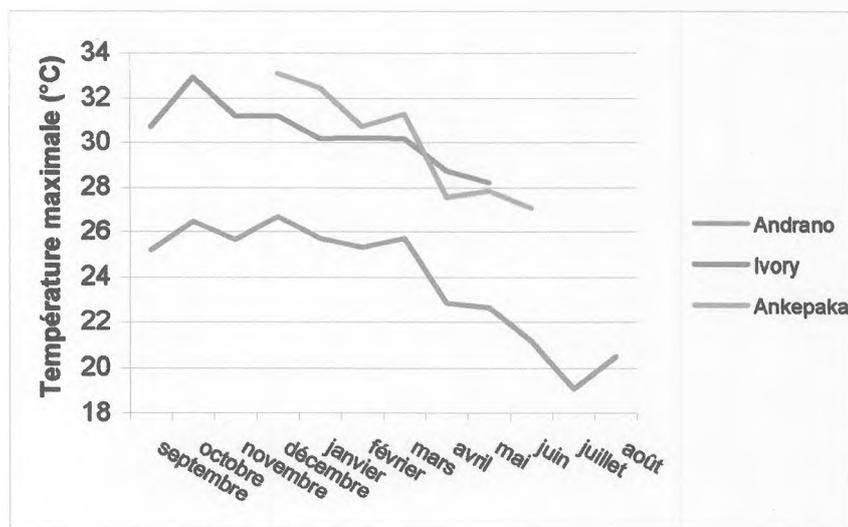


Figure 15 : Evolution des températures maximales (en °C) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

II- Pluie

Si le mois d'Octobre marque le début de pluie pour Andranomanelatra et Ivory, cette dernière n'a commencé qu'au mois de Novembre à Ankepaka. Les mois de Décembre et Janvier sont les périodes les plus pluvieuses de l'année. La précipitation était moins abondante à Ankepaka en comparaison avec les deux autres sites mais le passage du cyclone JADE a fait un pic au mois d'Avril. Le 05 Avril 2009, la station d'Ankepaka a enregistré 170mm de pluie. Nous avons pu enregistrer des pluies jusqu'au mois de Juillet dans ce dernier site si elles se sont arrêtées au mois d'Avril pour Ivory et au mois de Juin pour Andranomanelatra. Les pluies étaient très bien réparties pour chaque site d'étude pendant cette campagne 2008-2009.

Après avoir fait la moyenne mensuelle à partir des données journalières, la représentation graphique des données pluviométriques est la suivante :

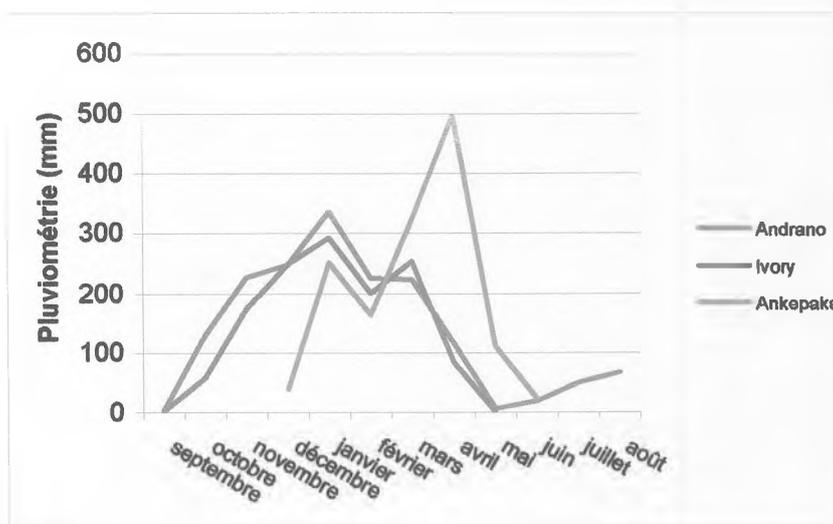


Figure 16 : Evolution des précipitations (en mm) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

Source : Station météo sur les trois sites

III- Humidité moyenne

L'humidité relative fait aussi une grande différence pour les conditions climatiques des sites d'étude. Présentée sur le graphe ci-dessous (moyenne mensuelle), celle d'Ankepaka est la plus accentuée. Celles d'Andranomanelatra et d'Ivory ne sont considérables qu'en période de pluie. Néanmoins, il faut insister sur le cas d'Ivory ayant une atmosphère plus sèche par rapport aux autres sites.

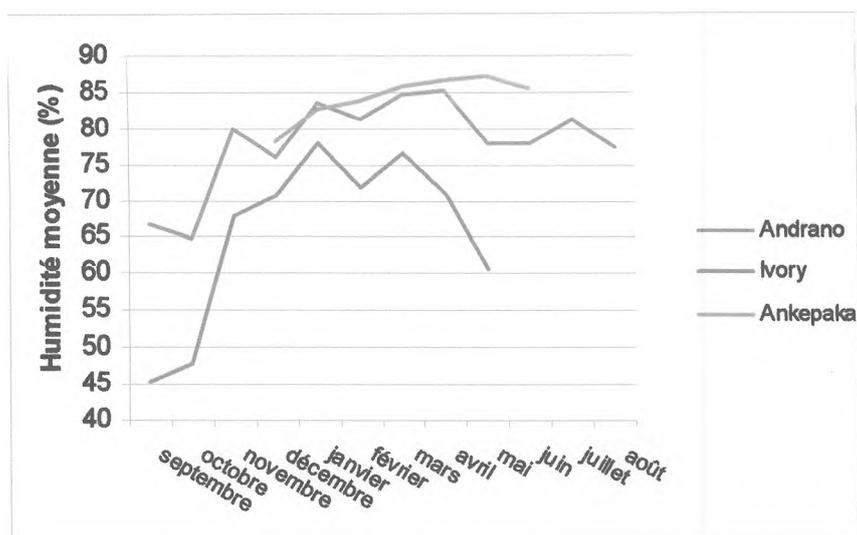


Figure 17: Evolution de l'humidité relative moyenne (en %) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

Source : Station météo sur les trois sites

IV- Rayonnement global

Cette donnée résulte de l'ensoleillement journalier durant la campagne. Il est irrégulier parce qu'il est fonction de la durée du jour et de la présence de nuages, mais après avoir fait les moyennes, un intervalle de temps distingue la période la plus ensoleillée sur les trois sites : de Septembre à Février. Ces rayonnements diminuent dès le mois de Février et atteignent les valeurs les plus basses pendant la période d'hiver. Les plus hautes valeurs ont été enregistrées à Ivory.

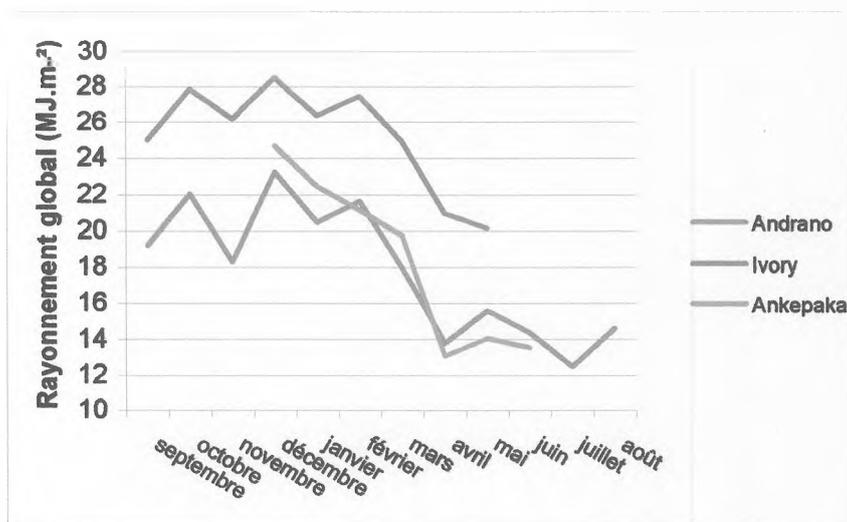


Figure 18 : Evolution du rayonnement global (en MJ par m²) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

Source : Station météo sur les trois sites

V- Vent moyen

Contrairement à la température, le vent souffle de plus en plus fort en allant du site de basse altitude vers celui de haute altitude, ce qui fait la différence entre les trois sites. Le mois d'Octobre est le plus marqué, Andranomanelatra a eu la plus haute valeur moyenne de 2,36m/s. Les vitesses des vents diminuent progressivement jusqu'au mois d'Avril. Elles ne sont pas distinctes pour Andranomanelatra et Ivory mais faibles à Ankepaka. Le passage du cyclone a fait un pic sur le graphe au mois d'Avril pour ce dernier site.

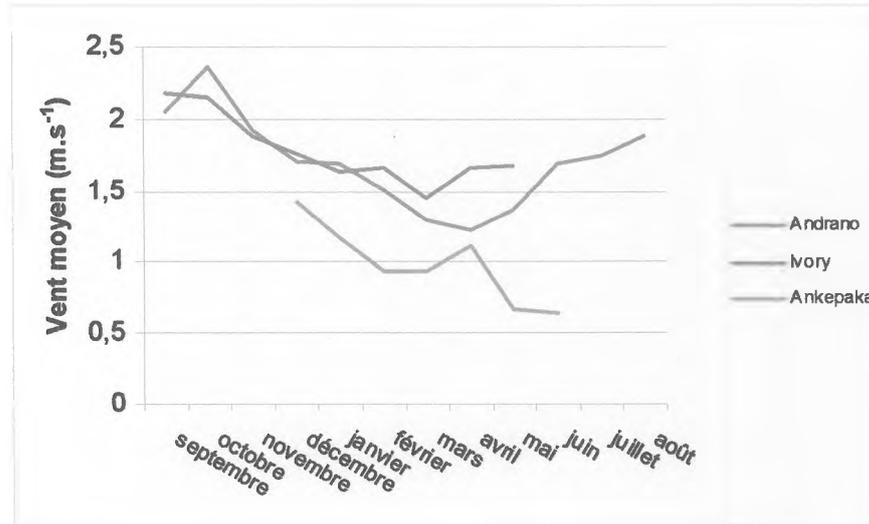


Figure 19: Evolution du vent moyen (en m par s) sur les 3 sites durant la campagne 2008-09

Source : Station météo sur les trois sites

Le tableau ci-dessous récapitule les comparaisons des caractéristiques climatiques des trois sites d'étude. La comparaison est faite en ordre décroissant suivant les valeurs des paramètres enregistrés.

Tableau 10 : Récapitulation de la comparaison du climat des trois sites

Paramètres climatiques	Classement par ordre décroissant des trois sites
Températures	Ankepaka - Ivory - Andranomanelatra
Pluie	Andranomanelatra - Ivory - Ankepaka
Humidité moyenne	Ankepaka - Andranomanelatra - Ivory
Rayonnement global	Ivory - Ankepaka - Andranomanelatra
Vent moyen	Andranomanelatra - Ivory - Ankepaka

Source : Auteur

CHAPITRE II : REPONSES DES VARIETES FACES AUX CONDITIONS CLIMATIQUES DES SITES

I- Comparaison des rendements obtenus par les 10 variétés sur un site en fonction des dates de semis

I-1- Andranomanelatra

Les variétés de haute et très haute altitude (FOFIFA161, FOFIFA167, FOFIFA172 et Chhomrong Dhan) ont pu donner des rendements considérables à Andranomanelatra surtout pour les trois premières dates de semis. La variété FOFIFA172 a donné le meilleur rendement sur ce site avec 4,58t/ha à la troisième date de semis. Par contre, aucune des variétés de basse altitude, surtout WAB 878 n'ont pu élaborer plus de 1,5t/ha.

La cinquième date de semis n'a donné aucun rendement pour toutes les variétés.

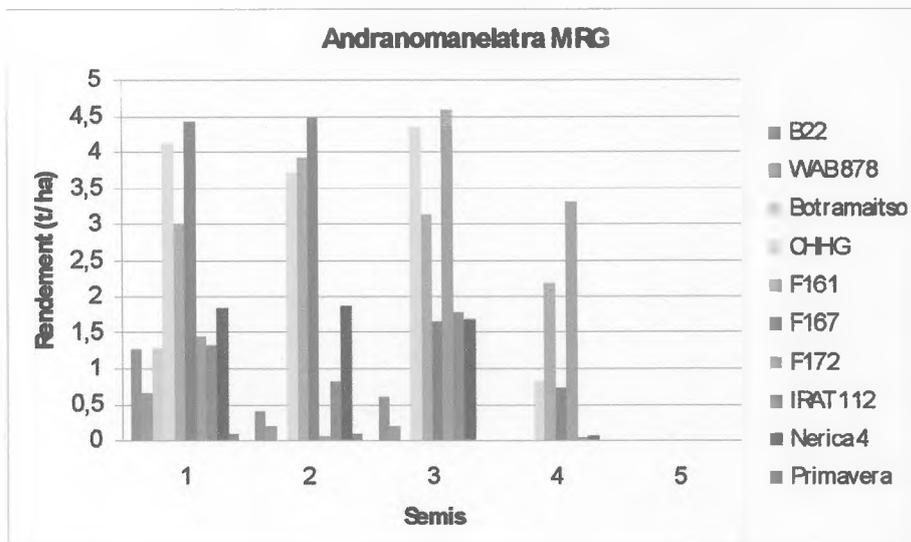


Figure 20 : Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Andranomanelatra en fonction des dates de semis

I-2- Ivory

En observant le graphe ci-dessous, l'évolution des rendements des dix variétés suit une courbe en forme de pic atteignant son maximum à la troisième date de semis, sauf pour la B22 dont le maximum de rendement est obtenu à la quatrième date. Certaines variétés de moyenne et basse altitude (Nerica 4 et Primavera) arrivent à donner plus de 6t/ha à Ivory mais le FOFIFA172 garde toujours le record avec 7,19t/ha.

Les troisième et quatrième dates de semis sont plus favorables pour les dix variétés à Ivory.

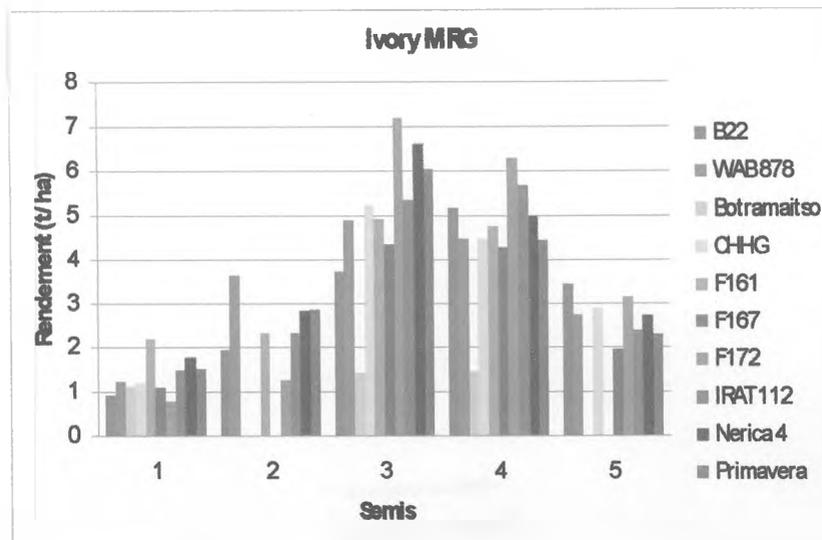


Figure 21: Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Ivory en fonction des dates de semis

I-3- Ankepaka

Des rendements très variables ont été obtenus à Ankepaka ce qui rend difficile l'analyse des potentialités des variétés, surtout pour les quatrième et cinquième dates de semis. JADE a dû perturber les comportements de ces variétés. Par contre, les deuxième et troisième dates ont fait des bons rendements surtout pour celles de basse altitude sauf pour FOFIFA172 qui a fait exceptionnellement 3t/ha (maximum) à la quatrième date. Aucune autre variété de haute altitude n'a pu dépasser les 2,5t/ha.

WAB878 est la plus productive à Ankepaka avec 3,5t/ha à la deuxième date de semis.

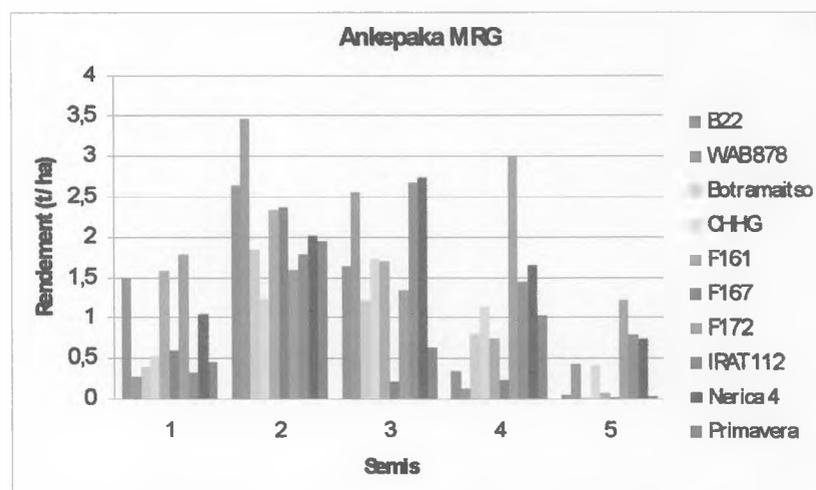


Figure 22: Rendements obtenus pour les 10 variétés sur le site d'Ankepaka en fonction des dates de semis

II- Comparaison des rendements par variété sur les 3 sites

Ce sous-chapitre étudie les potentialités des variétés à la production de grains sur les trois sites. Le rendement est décomposé en différentes composantes dont trois conditions expliquent au mieux sa variation :

- ❖ variations de rendement reliées aux variations du pourcentage des grains pleins (% G). Dans ce cas le rendement est alors fortement relié au nombre de grains pleins produits par m² ;
- ❖ variations de grains produits liées au nombre de panicules produites par m² (si oui, la relation est forte, si non c'est le nombre d'épillets par panicule qui explique les variations) ;
- ❖ variation du nombre de panicules par m² reliée à la variation de la densité du peuplement.

Pour les :

II-1- Variété B22

Le rendement est limité par le pourcentage de grains pleins produits (%GP) (fig. 24c). Le meilleur rendement est obtenu à Ivory à la 4^{ème} date de semis avec 5,17t/ha où le %GP est le plus fort. D'après les figures 24a et 24b, une meilleure installation du peuplement de cette variété observée à Andranomanelatra avec plus de panicules et d'épillets produits par m², mais la stérilité étant importante, les rendements ont été plus faibles à Andranomanelatra qu'à Ivory.

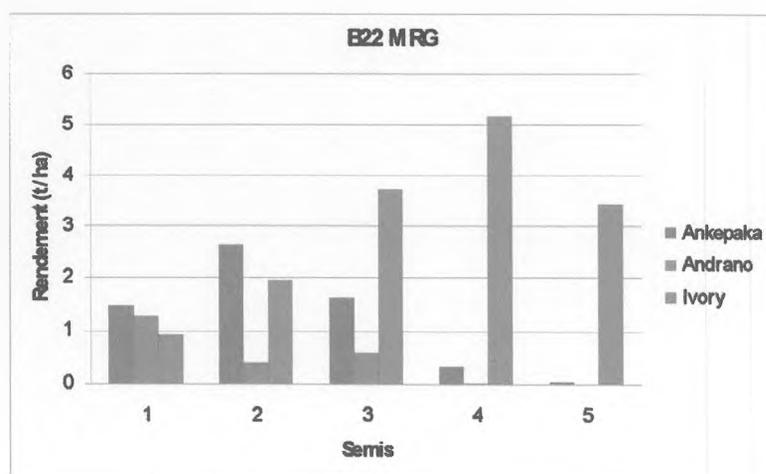


Figure 23 : Rendements obtenus pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

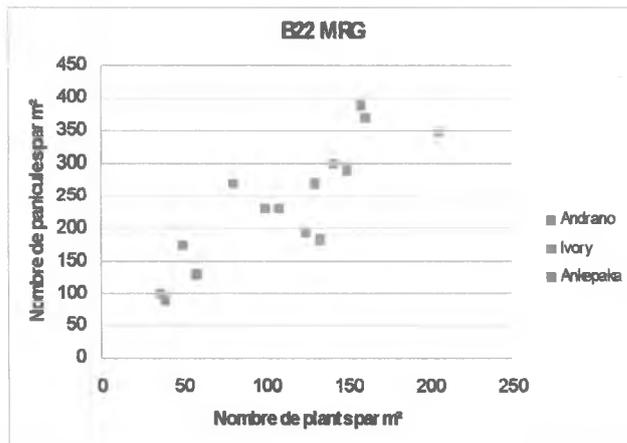


Figure 24a

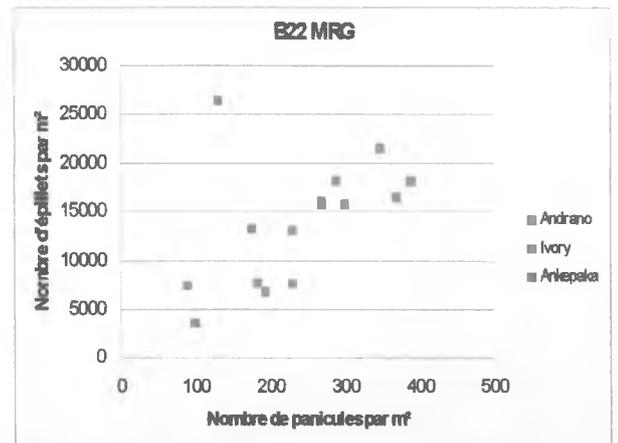


Figure 24b

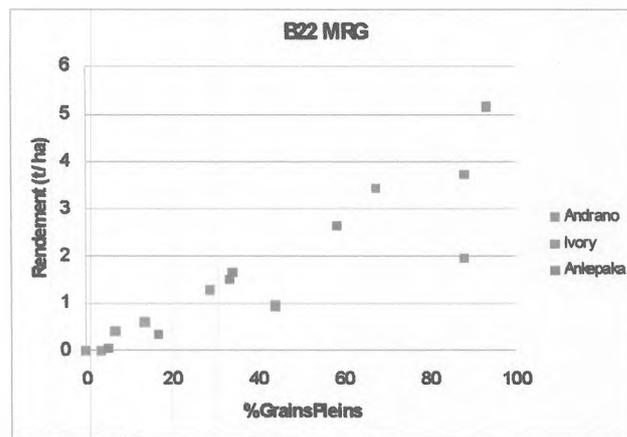


Figure 24c

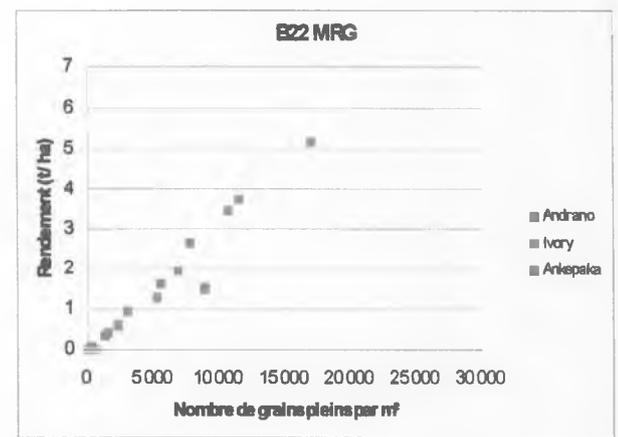


Figure 24d

Figure 24: a) Relation Nombre de panicules produites par m^2 – Nombre de plants par m^2 pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m^2 – Nombre de panicules produites par m^2 pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m^2 pour la variété B22 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-2- Variété WAB 878

Le meilleur rendement obtenu est de 4,90t/ha, à Ivory à la 3ème date. Il est limité par le nombre de grains pleins par m^2 (fig. 26d). Les 2ème et 3ème dates de semis ont presque les mêmes %GP mais c'est le nombre d'épillets produits qui les diffère, ce qui induit la différence entre les nombres de grains pleins/ m^2 . Un fort %GP à la 2ème date a donné ce rendement important à Ivory.

Bien que la densité du peuplement à Andranomanelatra est bonne avec des nombres d'épillets/ m^2 et de panicules/ m^2 forts, le %GP est faible ce qui induit moins de grains

pleins/m². A Ankepaka, la variété obtient un maximum de 58,3 plants/m² et cette faible densité affecte le rendement. Les 2ème et 3ème dates ont pu quand même faire un nombre d'épillets/m² important, mais faible au niveau du %GP.

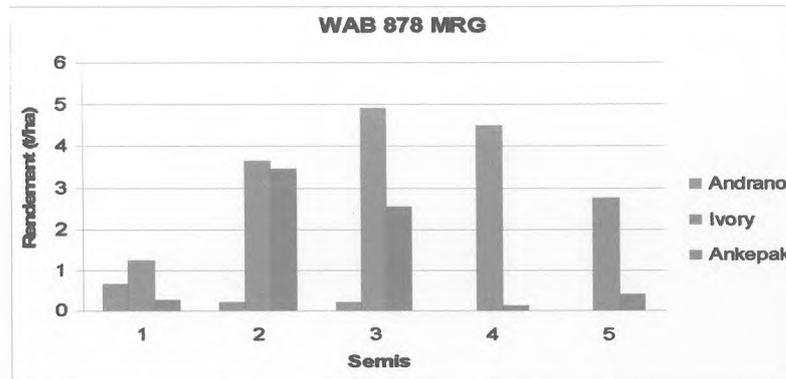


Figure 25 : Rendements obtenus pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

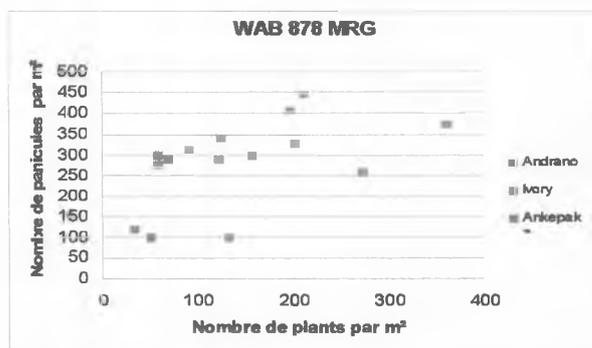


Figure 26a

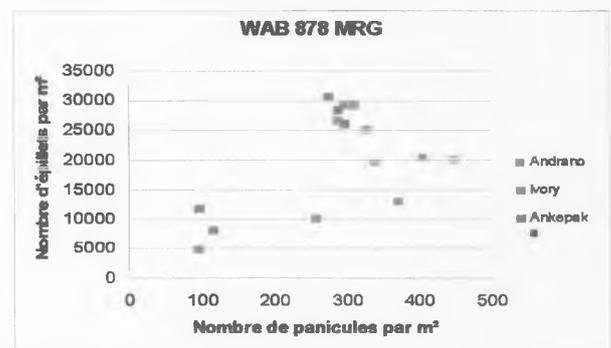


Figure 26b

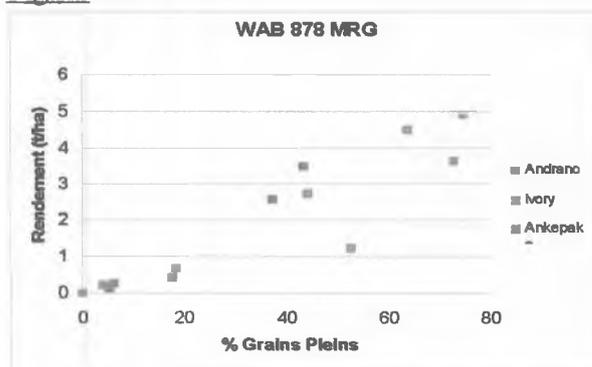


Figure 26c

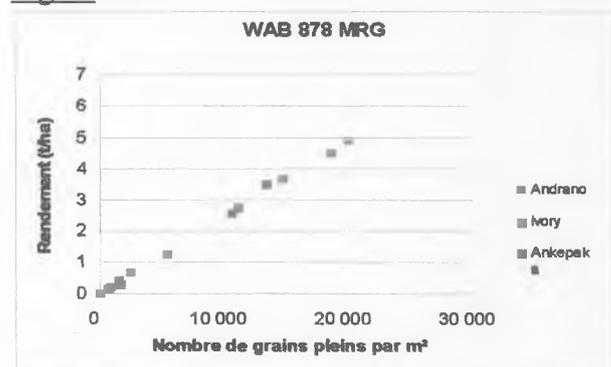


Figure 26d

Figure 26 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété WAB 878 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-3- Botramaitso

Le meilleur rendement est obtenu à Ankepaka avec 1,85t/ha en 2ème date de semis. Même si la densité du peuplement était faible, une bonne production de panicules, d'épillets et un fort %GP a fait ce meilleur rendement.

Un bon nombre d'épillets produits a été constaté à Andranomanelatra, surtout pour les 2ème et 3ème dates (fig. 28b) mais beaucoup de grains étaient vides, ce qui fait un %GP très faible. Sur ce même site, les 3ème et 4ème dates n'ont donné aucun grain plein car aucune panicule n'est apparue. Cette variété traditionnelle a un cycle trop long.

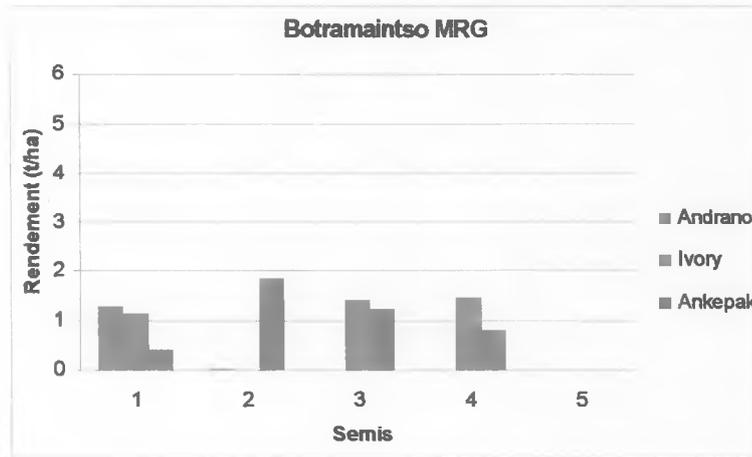


Figure 27 : Rendements obtenus pour la variété Botramaitso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

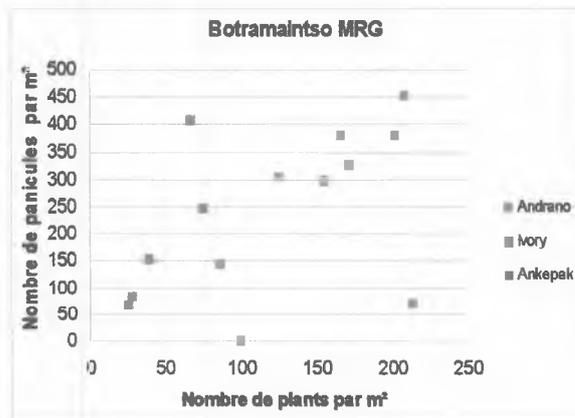


Figure 28a

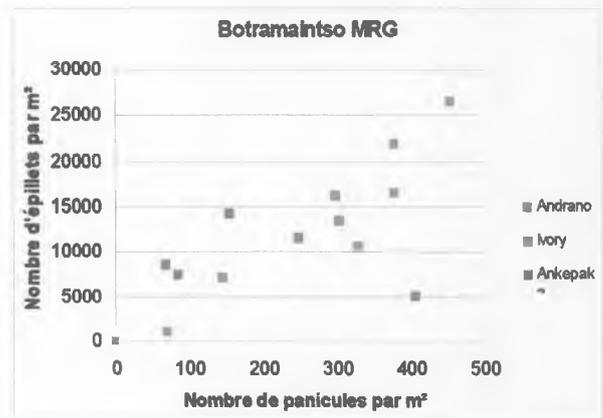


Figure 28b

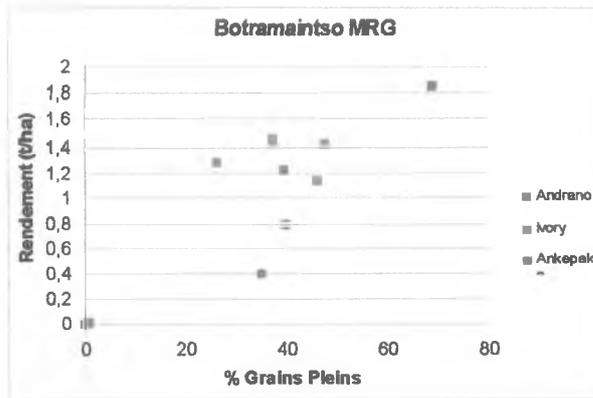


Figure 28c

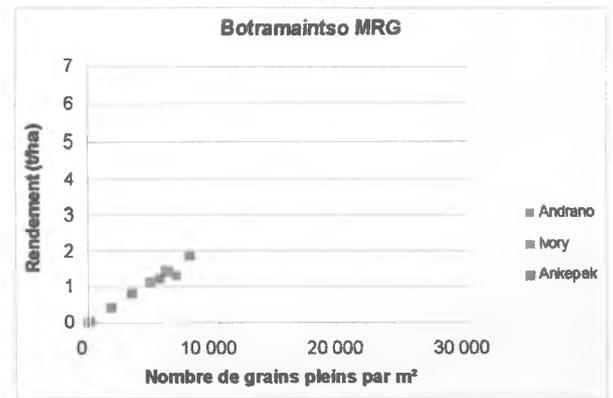


Figure 28d

Figure 28: a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété Botramaintso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété Botramaintso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Botramaintso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété Botramaintso sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-4- Chhomrong Dhan

5,32t/ha est le meilleur rendement obtenu à Ivory à la 3^{ème} date de semis. Il est limité par le %GP produits. Un bon nombre d'épillets/m² avec un fort %GP (fig. 30b et 30d) a induit ce meilleur rendement. En comparant avec Ivory, cette variété a produit un bon nombre de panicules et d'épillets à Andranomanelatra (fig. 30b) mais c'est au niveau du %GP qui a fait le moins de rendement. Aucun grain n'a été récolté à Andranomanelatra à la 5^{ème} date.

CHHG aurait pu élaborer un bon rendement à Ankepaka si elle avait une bonne densité de peuplement. Variété de très haute altitude, 61plants/m² était le maximum sur ce site.

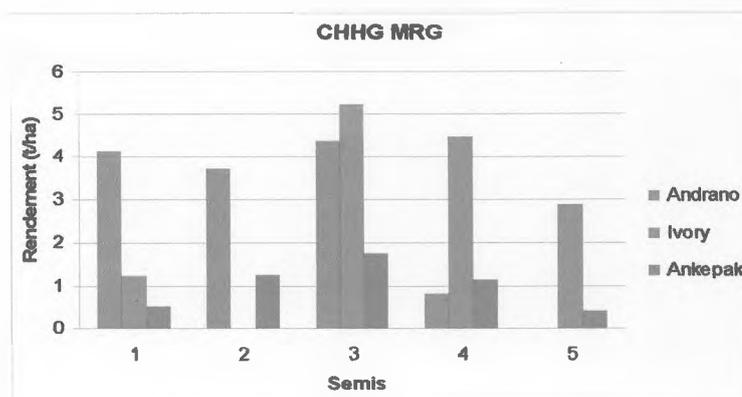


Figure 29 : Rendements obtenus pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

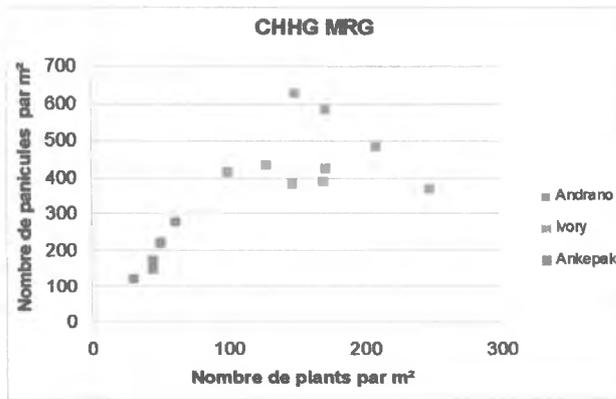


Figure 30a

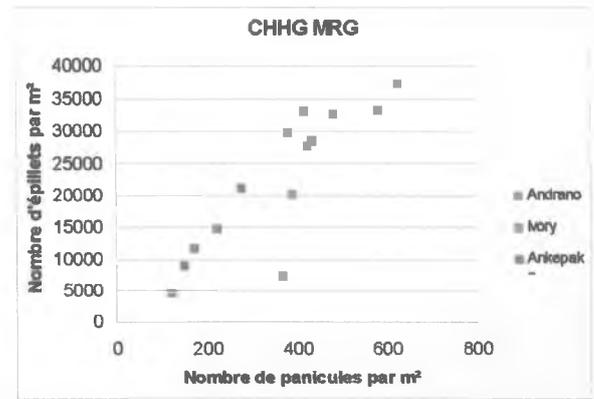


Figure 30b

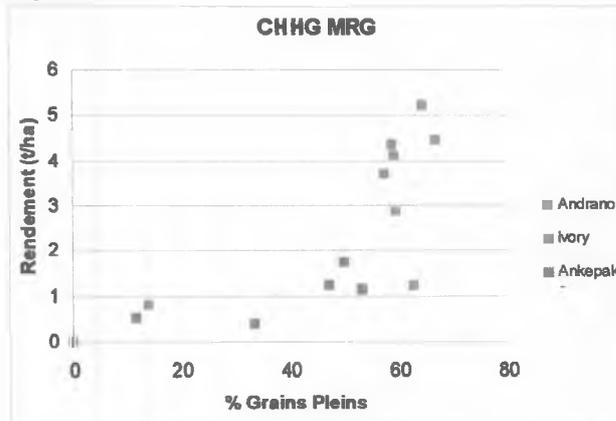


Figure 30c

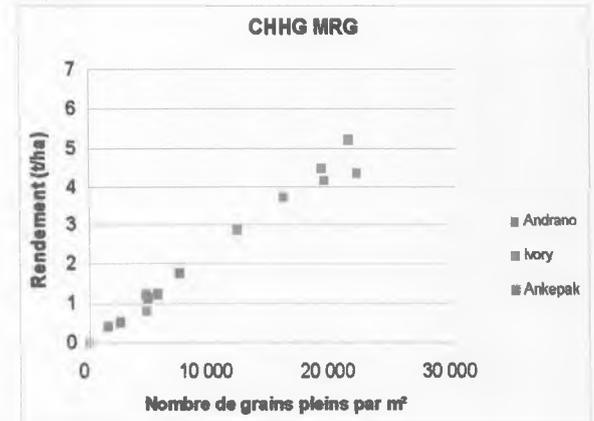


Figure 30d

Figure 30 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété CHHG sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-5- FOFIFA 161

Les meilleurs rendements pour cette variété ont été obtenus à Ivory pour les 3ème et 4ème dates avec 4,92 et 4,73 t/ha respectivement. Ce résultat est dû à un nombre important de grains pleins produits par m². D'après la figure 32b, les rendements plus faibles des dates 1 et 2 observés sur Ivory sont dus à moins d'épillets produits par panicule.

A Ankepaka, la faible densité du peuplement a fait le moins de rendement par rapport aux autres sites.

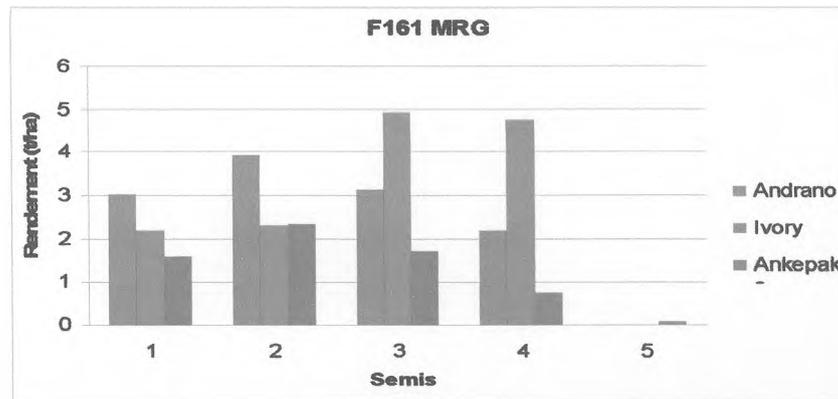


Figure 31 : Rendements obtenus pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

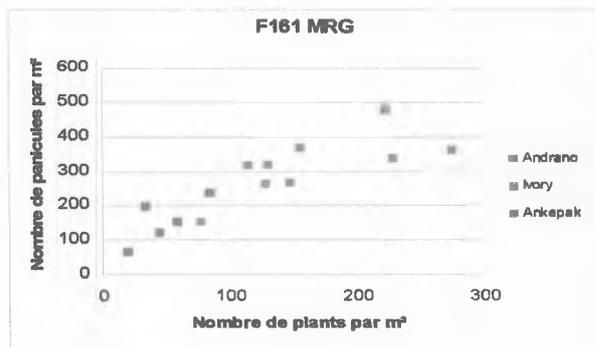


Figure 32a

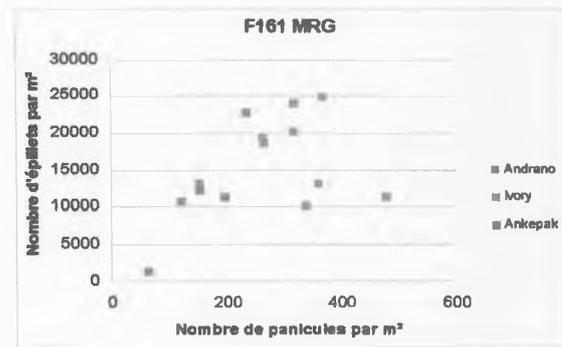


Figure 32b

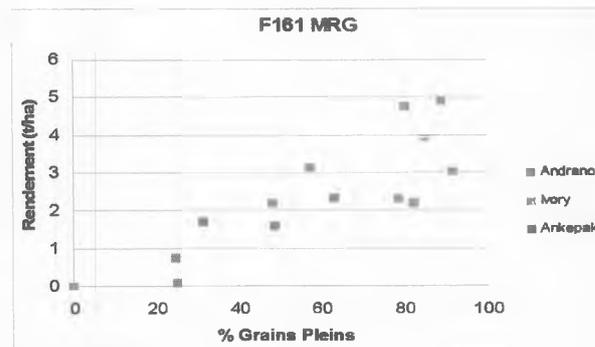


Figure 32c

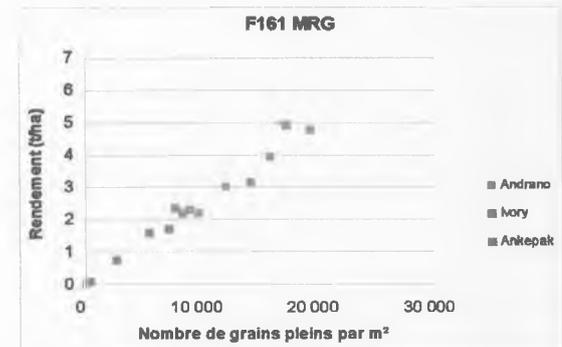


Figure 32d

Figure 32 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F161 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-6- FOFIFA 167

Les meilleurs rendements sont obtenus pour les 1ère et 2ème dates à Andranomanelatra et les 3ème et 4ème dates à Ivory. A la 5ème date, aucun rendement n'est obtenu à Andranomanelatra et Ankepak. Il est limité par le %GP (fig. 34c). Les variations de rendement pour cette variété sont essentiellement expliquées par les variations de densité de peuplement (fig. 34a, 34b et 34d).

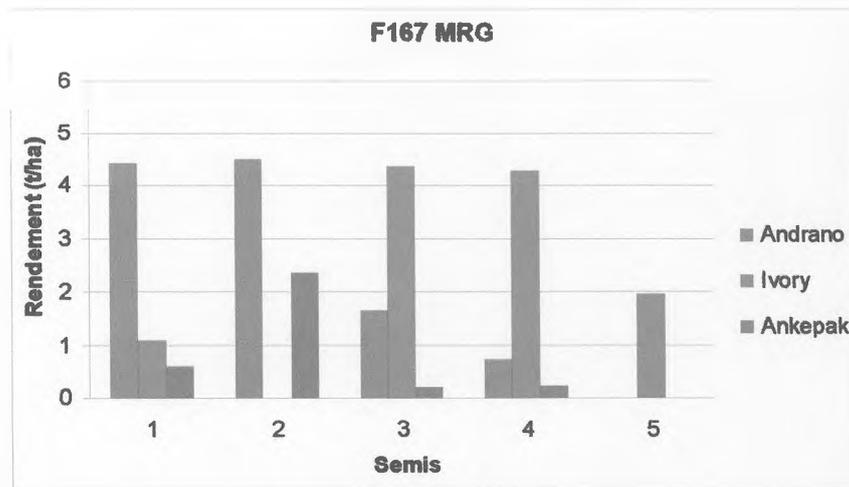


Figure 33 : Rendements obtenus pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

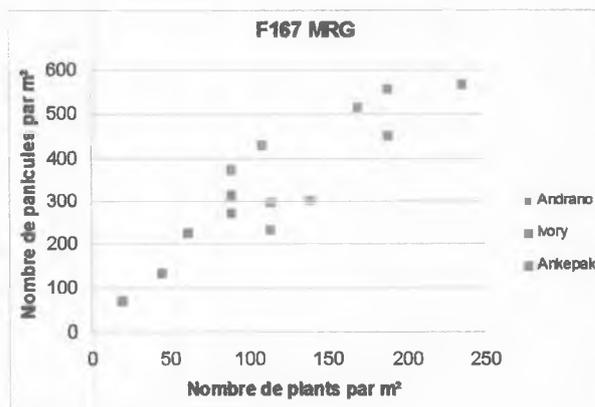


Figure 34a

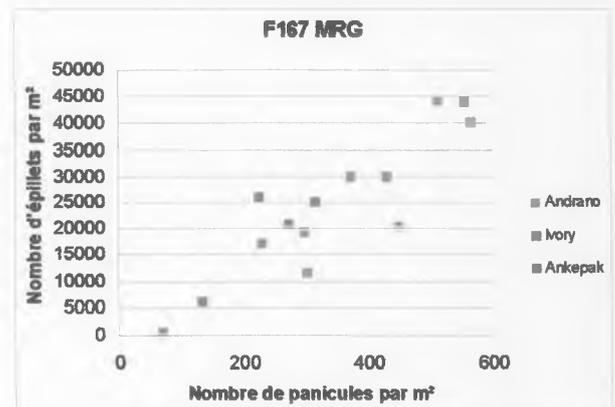


Figure 34b

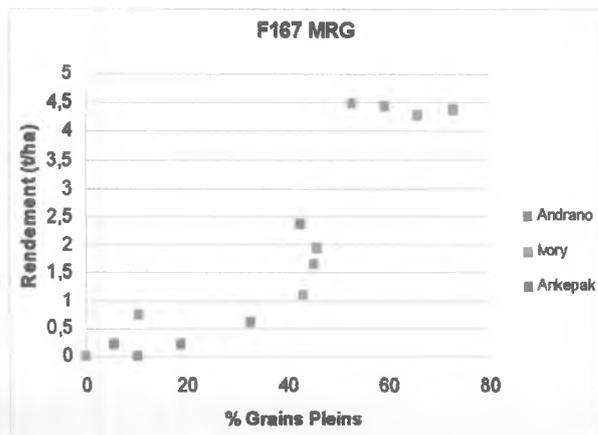


Figure 34c

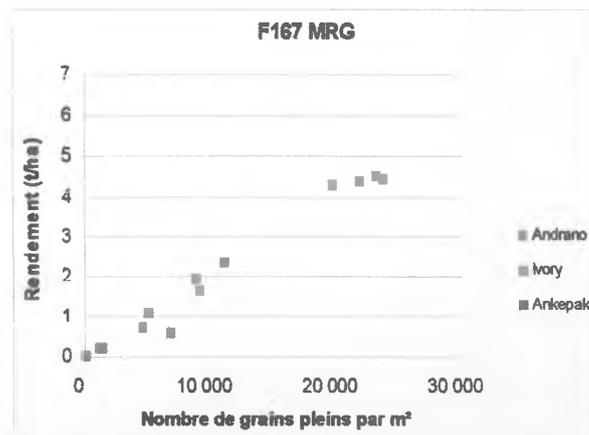


Figure 34d

Figure 34 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F167 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-7- FOFIFA 172

Un très bon rendement a été obtenu avec cette variété à Ivory à la 3ème date avec 7,19t/ha et 6,31t/ha à la 4ème date. Il est lié au nombre de grains pleins/m² (fig. 36d). Aucune des dix variétés n'a pu donner plus de 4,5t/ha pour les deux autres sites. Les variations de rendement sont surtout liées au nombre d'épillets produit par panicule (fig. 36b). Pour un même nombre de panicules par m², il a été observé une très grande différence de nombres d'épillets produits par m². Cette variété aurait pu faire un bon rendement à Ankepaka mais le problème se pose toujours sur l'installation du peuplement comme les autres variétés d'altitude (fig. 36a).

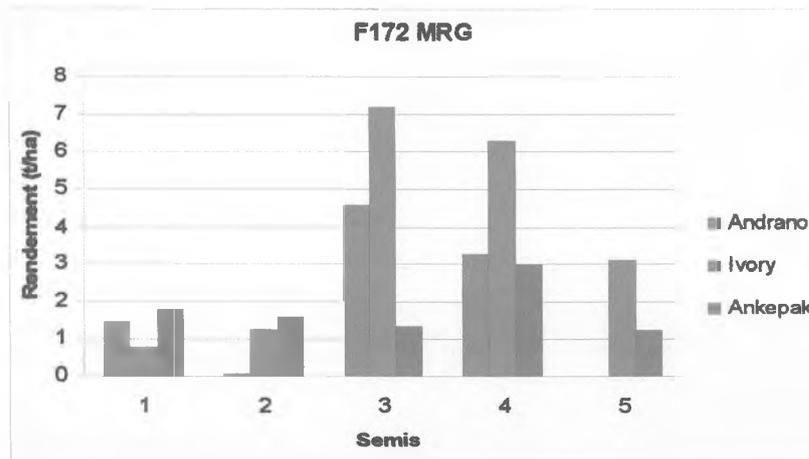


Figure 35 : Rendements obtenus pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

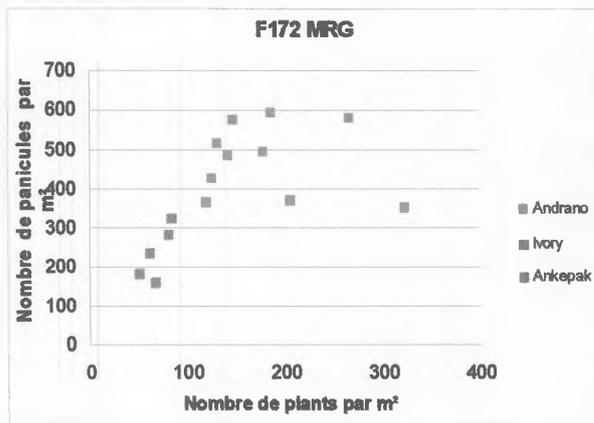


Figure 36a

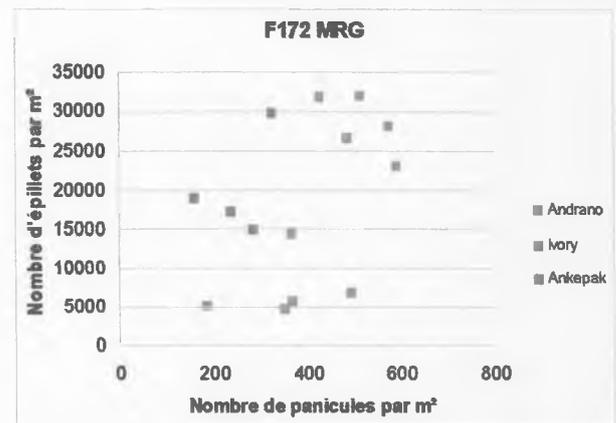


Figure 36b

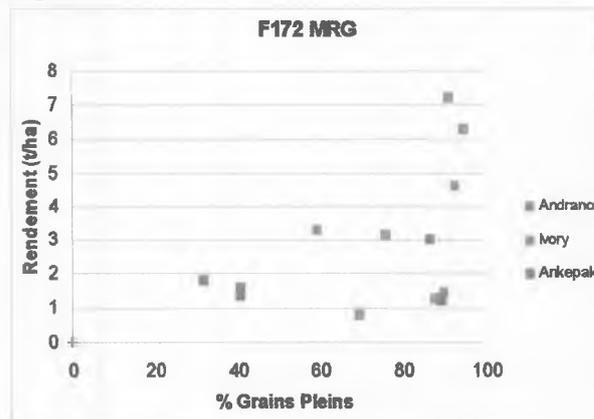


Figure 36c

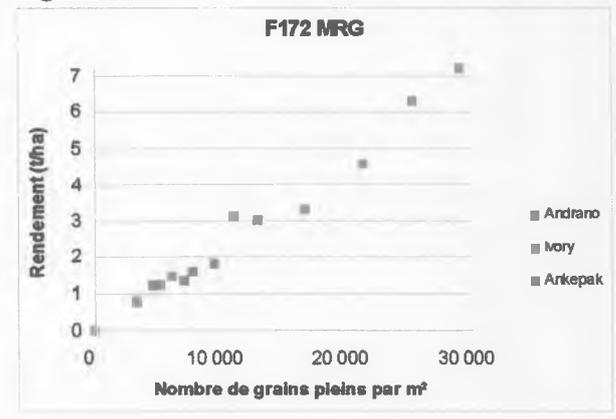


Figure 36d

Figure 36 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété F172 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-8- IRAT112

Le meilleur rendement est de 5,67t/ha obtenu à Ivory à la 4ème date, suivi de la 3ème date avec 5,34t/ha. Il est limité par le %GP produit (fig. 38c). Si elle a pu donner 2,6 t/ha à la 3ème date à Ankepaka, aucune n'a dépassé le 1,77t/ha à Andranomanelatra. C'est un faible nombre d'épillets par panicule qui explique les variations de rendements sur Ivory. Bien que le %GP ne soit pas tout à fait mauvais à Ankepaka, moins de plants ont levé, ce qui fait le moins de rendement qu'à Ivory.

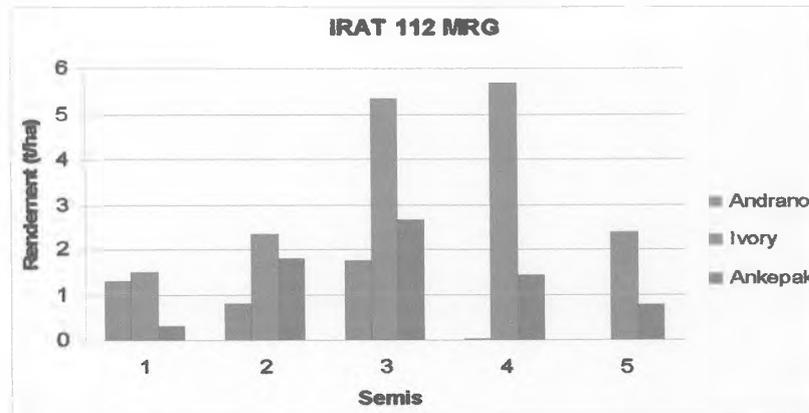


Figure 37 : Rendements obtenus pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

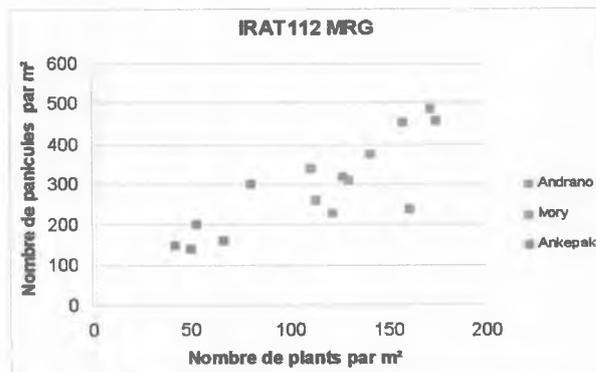


Figure 38a

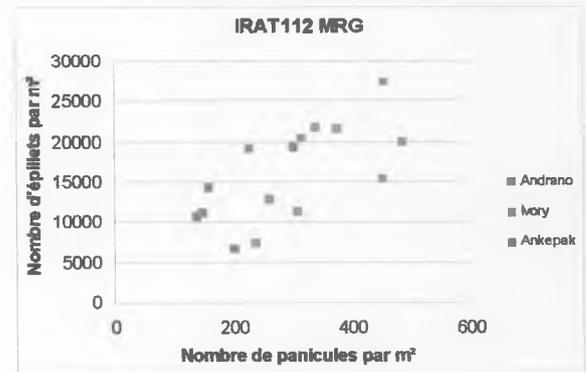


Figure 38b

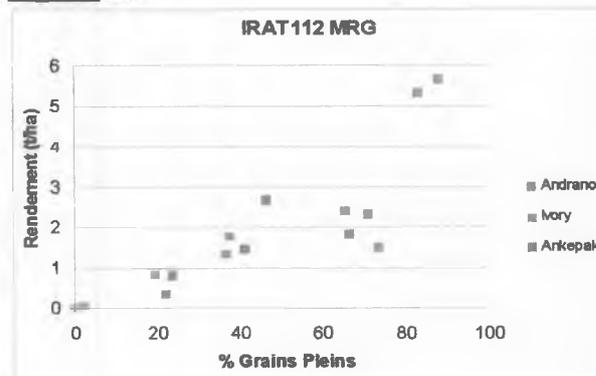


Figure 38c

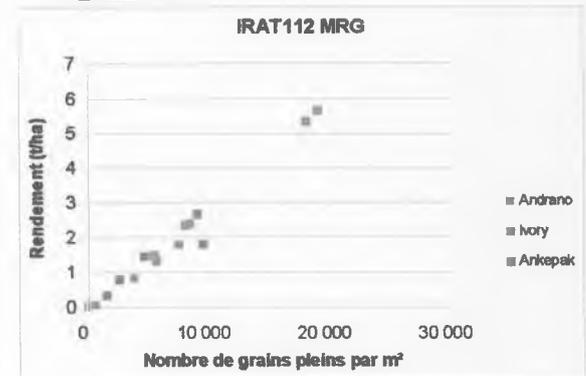


Figure 38d

Figure 38 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété IRAT112 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-9- Nerica 4

Après le FOFIFA172, un très bon rendement est aussi obtenu pour Nerica 4. Le meilleur est de 6,61t/ha obtenu à Ivory à la 3ème date qui est limité par le %GP. Ce %GP à la 3ème date à Ivory (fig. 40c) est très important ce qui a fait ce meilleur rendement même si le nombre d'épillets/m² est moins important qu'à Andranomanelatra. Par contre, de très bon tallage et un bon nombre de panicules et d'épillets/m² ont été observés à Andranomanelatra., surtout aux 1ère et 2ème dates (fig. 40a et 40b) mais il y a un faible %GP. L'insuffisance de plants/m² a fait le moins de rendement à Ankepak

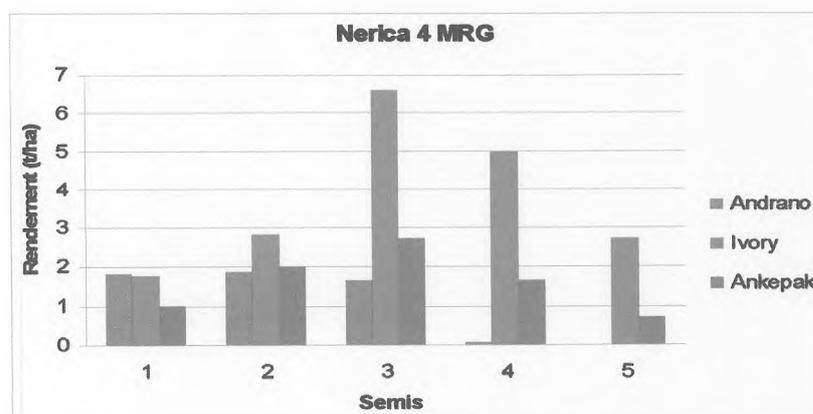


Figure 39: Rendements obtenus pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

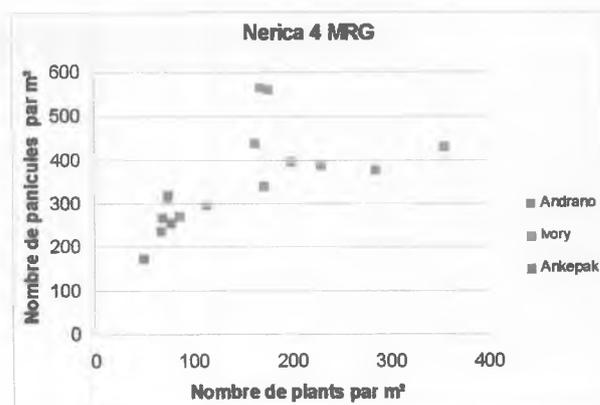


Figure 40a

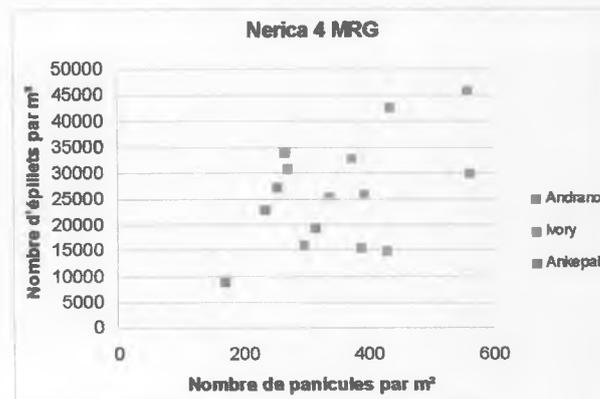


Figure 40b

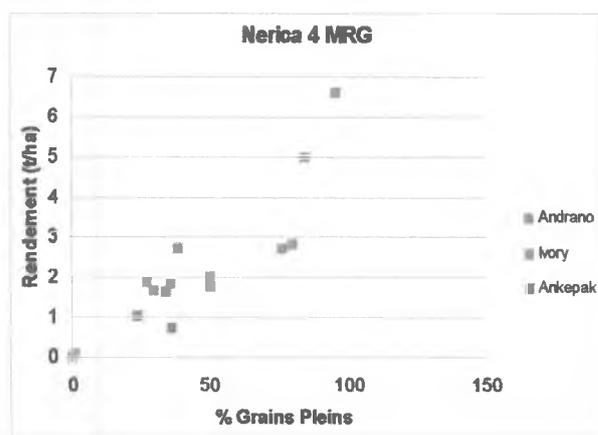


Figure 40c

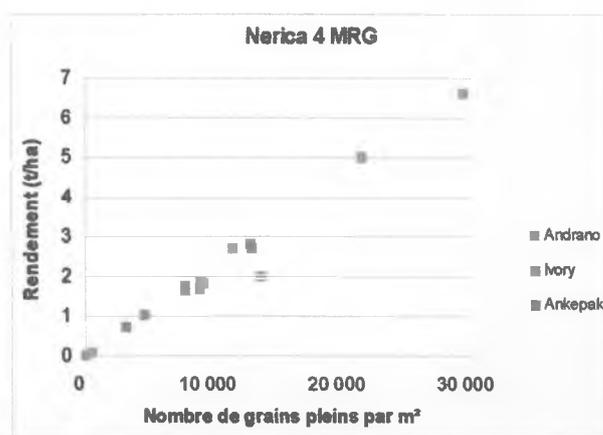


Figure 40d

Figure 40 : a) Relation Nombre de panicules produites par m² – Nombre de plants par m² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m² – Nombre de panicules produites par m² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m² pour la variété Nerica 4 sur les 3 sites en fonction des dates de semis

II-10- Primavera

6,03t/ha obtenus à Ivory à la date 3 marquent le meilleur rendement. Ce rendement est limité par le nombre de grains pleins/m². Ce meilleur rendement est obtenu grâce à un important nombre d'épillets/m² et un fort %GP (fig. 42b et 42c) ce qui causé un bon nombre de grains pleins/m². Contrairement, la stérilité est très forte à Andranomanelatra.

Elle a aussi élaboré moins de grains pleins à Ankepaka, le problème repose sur la stérilité car nous avons observé un nombre d'épillets/m² un peu important surtout aux 2ème et 3ème dates (fig. 42b)

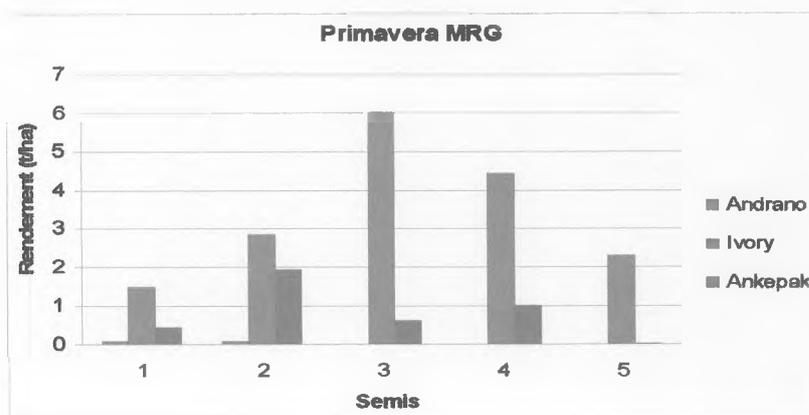


Figure 41 : Rendements obtenus pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis

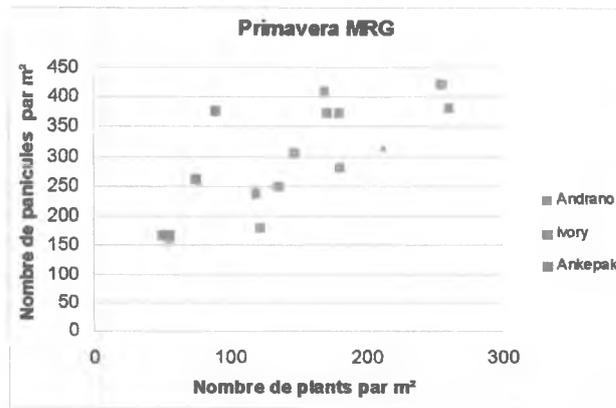


Figure 42a

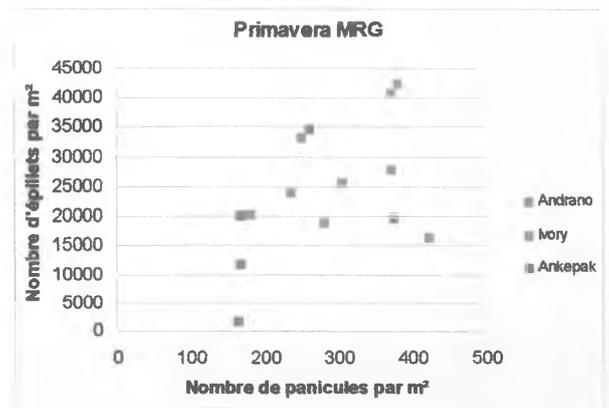


Figure 42b

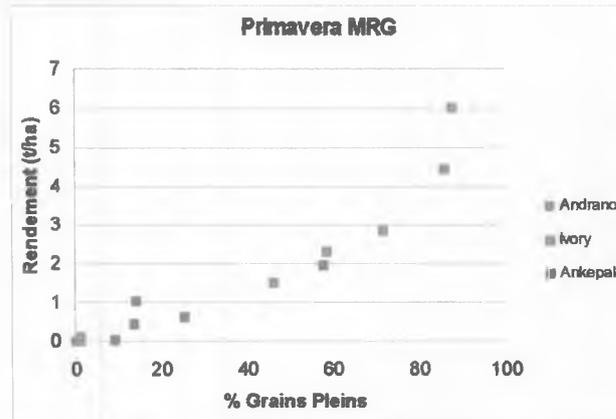


Figure 42c

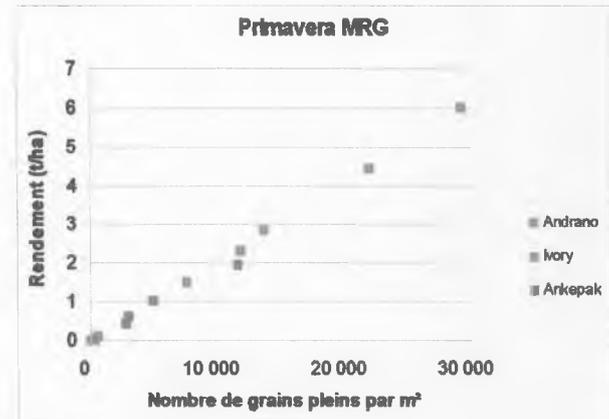


Figure 42d

Figure 42 : a) Relation Nombre de panicules produites par m^2 – Nombre de plants par m^2 pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis

b) Relation Nombre d'épillets produits par m^2 – Nombre de panicules produites par m^2 pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis

c) Relation rendement – Pourcentage de grains pleins pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis

d) Relation rendement – Nombre de grains pleins produits par m^2 pour la variété Primavera sur les 3 sites en fonction des dates de semis

Ces résultats obtenus peuvent être synthétisés pour l'utilisation de ce mémoire à l'élaboration des calendriers culturaux des dix variétés étudiées ainsi que les altitudes recommandées pour leur culture. Selon les rendements, nous allons classer les variétés dans le tableau ci après en fonction des altitudes et des dates de semis auxquelles les meilleurs rendements sont obtenus. Le choix de l'altitude est fait par ordre de préférence dans le tableau. La variété Botramaitso (V2) n'est pas classifiée puisqu'elle n'a pas pu élaborer de rendement considérable sur les trois sites.

Tableau 11 : Classification des variétés selon l'altitude et la meilleure saison de semis

Variété	Altitude appropriée	Meilleure saison de semis
V1	Moyenne	Décembre
V3	Moyenne	Mi- Novembre jusqu'à fin Décembre
	Haute	Mi- Septembre à mi- Novembre
V4	Moyenne	Novembre – Décembre
	Haute	Octobre
V5	Haute	Mi- septembre au fin Octobre
	Moyenne	Novembre - Décembre
V6	Moyenne	Novembre - Décembre
	Haute	Novembre
V7	Moyenne	Novembre - Décembre
	Basse	Décembre
V8	Moyenne	Novembre - Décembre
	Basse	Décembre
V9	Moyenne	Novembre - Décembre
V10	Moyenne	Novembre - Décembre
	Basse	Novembre

Source : Auteur

III- Discussion sur les réponses des variétés aux conditions climatiques des sites

III-1- Rendements variés en fonction du site et des dates de semis

Grâce à ces cinq dates de semis pour chaque site, nous avons obtenu des rendements très variables qui sont dépendants de la date de semis, des paramètres climatiques variant suivant les périodes de l'année. Chaque phase du cycle des variétés a donc son propre environnement faisant varier à son tour les rendements. Après avoir caractérisé les climats de chaque site et les rendements obtenus pour chaque variété en fonction des sites et des dates de semis, nous allons essayer d'expliquer ces variations.

Il est important de rappeler que toutes les cultures ont été menées avec les mêmes conditions et techniques de culture. Pour l'analyse de l'interaction, la pluviométrie ne sera pas prise en compte parce que les parcelles ont été arrosées.

Nous nous basons sur la théorie de HUBERT P (1970) qui affirme que :

- ❖ de mauvaises conditions de température et d'éclairement durant la période de formation des panicules (25 jours avant la floraison) et la floraison entraînent un nombre important d'épillets stériles, donc réduisent le nombre de grains pleins par panicule ;
- ❖ une basse température prolongée ralentit le développement de la plante et affecte le rendement ;
- ❖ un bon rayonnement du soleil pendant tous les cycles favorise une photosynthèse régulière et normale pour les plants. Cette photosynthèse est surtout nécessaire pour le développement des plants.

III-1-1- Concernant les sites

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que la plupart des meilleurs et bons rendements ont été obtenus sur le site d'Ivory. Sachant que la condition de productivité du riz pluvial se base aussi sur la température, celle d'Ivory est propice pour son bon développement. Si le zéro de végétation du riz pluvial est de 13°C (entre 8 et 14°C selon les variétés), cette valeur n'a jamais été enregistrée sur ce site. Les moyennes journalières enregistrées sont entre 20°C et 24°C. Nous pouvons dire que toutes les variétés ont pu pousser normalement à Ivory où un bon rayonnement du soleil pendant tous les cycles favorise une photosynthèse régulière et normale pour les plants. Presque toutes les variétés, qu'elles soient de haute ou de basse altitude, ont pu se développer normalement sur ce site.

En ce qui concerne le site d'Andranomanelatra, c'est surtout la température qui a limité la productivité des variétés. Les dix variétés étudiées ont pu se développer normalement mais c'est pendant la formation des organes producteurs que les mauvaises conditions ont joué un rôle surtout pour les variétés de basse altitude (WAB 878, Nerica 4, IRAT 112 et Primavera). Les plus grands pourcentages de grains vides ont été obtenus à Andranomanelatra avec ces variétés. C'est seulement avec les variétés d'altitude (F161, F167, F172 et CHHG) que des bons rendements ont été obtenus.

Pour les variétés installées à Ankepaka, vu les températures idéales pour elles, celle-ci ne son pas un facteur limitant pour le rendement. Celui-ci est plutôt lié à la densité de peuplement, plus faible pour ce site. Une mauvaise levée pourrait être expliquée par d'autres facteurs liés au sol. Le rayonnement a peut être aussi joué un rôle et ce qui a fait le moins de rendement qu'à Ivory.

III-1-2- Concernant les dates de semis

Pour tous les sites, la plupart des meilleurs rendements sont obtenus aux 3ème et 4ème dates de semis, sauf les cas de F161, F167 et CHHG dont les meilleurs rendements obtenus sont aux 1ère et 2ème dates à Andranomanelatra. Rappelons que les 3ème et 4ème dates ont été échelonnées entre 20 Novembre 2008 et 26 Janvier 2009. Les cultures installées à ces dates auraient pu bénéficier d'une bonne condition de climat, surtout la température pendant le cycle. Les baisses de température et de rayonnement n'affectent que celles installées aux 5èmes dates sauf pour Andranomanelatra où les températures sont toujours plus basses pendant la campagne. La variété Botramaitso en est très victime parce qu'avec son cycle plus long, elle entame les périodes froides dès le deuxième semis, c'est pourquoi le seul rendement obtenu est à la 1ère date à Andranomanelatra. Toutes les variétés installées sur ce site à la 5ème date ont vécu les très basses températures dès le début de la phase reproductive, ce qui n'a donné aucun résultat. Les graphes figurés précédemment montre les différences entre les variétés pour chaque date sur les trois sites ; mais pour expliquer les effets significatifs des dates de semis sur les rendements des variétés, il est nécessaire de les appuyer par calcul des variances. Le calcul est fait pour toutes variétés (confondues). Puisqu'il ne s'agit pas d'analyse comparative des rendements, nous avons calculé les moyennes obtenues sur trois sites et pour toutes dates de semis ce qui a donné 1,792t/ha. Le tableau ci-dessous donne les détails de l'analyse.

Tableau 12 : Statistique de la variation des rendements en fonction des dates de semis

Date de semis		1	2	3	4	5
Rendement en t/ha sur chaque variété (Moyenne des trois sites)	V1	1,2376	1,6701	1,9883	1,8372	1,1633
	V2	0,9391	0,6225	0,8816	0,751	0,0013
	V3	1,9594	1,6494	3,7758	2,1413	1,0978
	V4	2,265556	2,859815	3,255556	2,560648	0,026852
	V5	2,04713	2,285463	2,084167	1,747685	0,654259
	V6	1,349444	0,975185	4,373241	4,206389	1,45213
	V7	1,0474	1,6511	3,2617	2,3878	1,06
	V8	1,5441	2,2367	3,6694	2,2389	1,1534
	V9	0,6865	1,637	2,2246	1,8243	0,7811
	V10	0,72463	2,44324	2,55602	1,54194	1,05472
Total		13,8	18,03	28,07	21,24	8,445
Moyenne		1,3801	1,8031	2,807	2,1237	0,8445
Variance		0,3143	0,4576	1,0939	0,7942	0,2379
Ecart type		0,22887	0,27616	0,42699	0,36382	0,19911
Ecart à la moyenne		-0,411593	0,0113767	1,0153671	0,3320341	-0,947185

Source : Auteur

Ce tableau confirme que les dates de semis, avec leurs climats ont des effets significatifs sur les rendements de chaque variété.

III-2- Limites de l'étude

Si le climat joue un grand rôle sur le développement du riz pluvial, d'autres facteurs peuvent s'y ajouter et limiter les rendements à savoir :

- ❖ la mauvaise alimentation des plantes en éléments minéraux ;
- ❖ les maladies comme la Pyriculariose ;
- ❖ les éventuels dégâts causés par les insectes terricoles ;

Ils n'ont pas été étudiés pendant notre stage mais ils sont également des facteurs limitants la productivité d'une variété.

En plus, les dégâts causés par des rats et le cyclone JADE à Ankepaka nous ont fait beaucoup de pertes de rendement.

CONCLUSION

L'objectif principal de cette étude a été d'évaluer les variations des potentiels variétaux des dix variétés de riz pluvial en fonction du climat. Ainsi, l'expérimentation a été basée sur deux paramètres interdépendants : la définition des caractères climatiques des trois sites d'étude et la réponse des variétés définissant la variabilité de leurs potentialités d'un site à un autre de conditions climatiques différentes.

L'évaluation a révélé deux grandes synthèses :

Du point de vue climat, des températures très basses par rapport à celles des autres sites ont été très remarquées à Andranomanelatra pendant cette étude. Elles ont eu des impacts directs sur le développement des plants et évidemment sur les rendements. C'est seulement aux dates de semis 1 et 2 que nous avons pu obtenir de bons rendements sur ce site, pour lesquelles les température étaient viables pour le riz pluvial.

Par contre, le site d'Ivory a un bon caractéristique adéquat à la culture pluviale : des températures efficaces aux développements des plants, un bon rayonnement presque pendant toute l'année et des précipitations assez suffisantes. Les dates de semis 3 et 4 ont été meilleures pour la culture et presque pour toutes les variétés étudiées. C'est pendant ces dates que les conditions normales utiles aux développements des plants et à l'élaboration des rendements ont été atteintes.

Enfin, le climat d'Ankepaka n'offre aucun problème pour les variétés étudiées sauf pendant la période cyclonique où des engorgements en eau et de fort vent peuvent nuire à la culture. Le problème de bas rendement était lié au caractère physico-chimique du sol.

Du point de vue variété, nous pouvons dire que la culture à Andranomanelatra est très limitée, seulement avec les variétés d'altitude (FOFIFA161, FOFIFA167, FOFIFA172 et CHHG) que nous espérons à obtenir des bons rendements. Celles de basse altitude ne sont pas rentables sur ce site. A Ivory, presque toutes les dix variétés étudiées ont pu donner de bons rendements mais celles de haute altitude ont été très importantes. Celles de basse altitude sont bonnes à Ankepaka mais la variété WAB878 est très productive par rapport aux autres. Une exception a été aussi constatée sur la variété FOFIFA172 qui a pu donner 3t/ha sur ce site.

Ainsi, pour améliorer la culture pluviale nous avançons notre part de recommandation :

premièrement pour la culture à Andranomanelatra :

- ❖ bien choisir les variétés adaptées à des basses températures ;

deuxièmement pour la culture à Ivory :

- ❖ apporter suffisamment les conditions nécessaires à la culture, surtout la fertilisation des sols ;
- ❖ attendre un bon démarrage des pluies pour les semis, même avec irrigation ;

enfin pour la culture à Ankepaka :

- ❖ apporter une bonne dose de fumure aussi bien organique que minérale ;
- ❖ bien situer les dates de semis pour ne pas tomber à la période cyclonique avant la récolte ;
- ❖ avec ces sols hydromorphes, assurer un bon drainage pour éviter l'engorgement en eau.

Pour toutes les altitudes, la variété Botramaitsoⁿ est à ~~ne~~ pas recommandée. Avec sa vigueur importante, elle peut être exploitée en matière d'amélioration génétique des variétés. Cette amélioration devra être concentrée sur son cycle et sur sa productivité.

Vue la courte durée de recherche et quelques limites au cours de l'étude, ce thème n'est qu'une infime partie sur le développement de la culture pluviale mais il peut apporter quelques synthèses et recommandations pour l'amélioration de cette filière et surtout pour l'autosuffisance en riz à Madagascar.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANDRIANAIVONIRINA Anny. Connaissez les 22 régions, in MIDI Madagasikara, n°7506. Antananarivo. Jeudi 17 Avril 2008. page 18
2. ANGLADETTE A. Le riz V, VI, VII, Techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose. Paris, 1966. 930p.
3. ARRAUDEAU M. Problèmes en riziculture guide d'identification, IRRI, seconde édition. 1985. 172p.
4. DOUNIAS I. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales, synthèses bibliographiques. CIRAD –CNEARC. 2001. 139p+annexes.
5. DZIDO J., RAMANANTSOARINA A. Programme riz d'altitude Madagascar. URP/SCRID. 2005. 120p.
6. FAO – UPDR. Diagnostic et perspectives de développement de la filière riz à Madagascar. 2001. 91p.
7. FAO – UPDR. Le riz à Madagascar, Revue économique d'information, n° 17. 2004. 50p.
8. GUYOU Cécile. Analyse de la filière riz pluvial dans la région des hauts plateaux de Madagascar, DESS Développement Agricole. 2003. 40 p.
9. HARI K Pande. Systèmes améliorés de riziculture. Edition FAO. Rome, 1997. 121p.
10. HUBERT P. Recueil de fiches techniques d'agriculture spécial. Février 1968. sp
11. INSTAT. Enquête permanente auprès des ménages ruraux, 2000 – 2003. 2003. 13p.
12. INSTAT. Enquête permanente auprès des ménages ruraux, 2006 – 2008. 2008. 10p.
13. JACQUOT M. et COURTOIS B. Le riz pluvial. Maisonneuve & Larose et A.C.C.T. Paris. 1983. 134p.
14. MAEP. Enquête annuelle sur la production agricole, Campagne 2002 – 2003. Service statistique agricole. 2003. 12p.
15. MAEP. Monographie de la région du Vakinankaratra. 2003. 104p + annexes
16. MAEP. Recensement de l'Agriculture, campagne 2004-2005. Janvier 2008
17. MARC Lacharme. Le plant de riz : Données morphologiques et cycle de la plante, Fascicule 2. Juin 2001. 19 p.
18. Marie-Hélène Dabat, Brigitte Pons, Ramanoelina Panja, Randrianaivo Harison, Razafimandimby Simon, Touzard Soizic. Caractéristiques du riz pluvial en

comparaison du riz irrigué pour les agents de la filière à Antsirabe, Fiche n°5, URP/SCRiD. Septembre 2003. 2 p.

19. Marie-Hélène Dabat, Razafimandimby Simon, Violette Chauvigné. La riziculture pluviale dans les politiques de développement nationales à Madagascar, fiche n°11. CIRAD. Décembre 2005. 2 p.
20. MOREAU Didier. L'analyse de l'élaboration du rendement du riz : Les outils de diagnostic. G.R.E.T. Janvier 1987. 125p.
21. PATRICIO Méndez del Villar. Rapport mensuel du marché mondial du riz n°61. CIRAD. Mars 2009. 2 p.
22. PINFFLAURIRA M., Z. Le vers blanc-les scarabées noirs ravageurs de la riziculture pluviale. Rapport de stage. URP/SCRID. 2005.
23. PRIMOT Sophie, Etude de la décomposition du rendement de deux cultivars de riz en Camargue (Thaibonnet et Ariete) : Constitution d'un référentiel et diagnostic agronomique. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur agronome, spécialisation agronomie – environnement. I.N.A P-G. 2000. 56p + annexes.
24. RABARY C. Connaissez les 22 régions. in MIDI Madagasikara n°7500. Antananarivo. Jeudi 10 Avril 2008. page 10.
25. RAKOTOSON Laingotiana. Essai agronomique en vue de suivre les effets de la fertilisation et de la densité sur la physiologie et le statut azoté du riz pluvial. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en agronomie, option Agriculture. E.S.S.A. 2003. 73 pages + Annexes.
26. RAMAHANDRY Fidiniaina. Influence des conditions pédoclimatiques et de l'itinéraire cultural sur la phase végétative et l'élaboration du rendement de variétés de riz pluvial d'altitude: Recherche d'adaptation spécifique. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en agronomie, option agriculture. E.S.S.A. 2003. 100p + annexes.
27. RAMANANDRAIVONONA Jeannick Aimé, Elaboration du rendement du riz pluvial : Relations entre composantes du rendement sous différents systèmes de culture et niveaux de fertilisation azotée. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en agronomie, option agriculture. E.S.S.A. 2005. 93p + annexes.

28. RAVELOJAONA Haja Mathieu. Effet du semis sous couverture végétale permanente sur le stock en carbone dans le sol : cas du Sud-Est malagasy, Manakara. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en agronomie, option agriculture. ASJA. Novembre 2 006, 92p + annexes.
29. SEGUY L. et al. Semis direct du riz pluvial de haute technologie : Principes de base – systèmes de culture, 1998, CD.
30. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Oryza>

ANNEXES

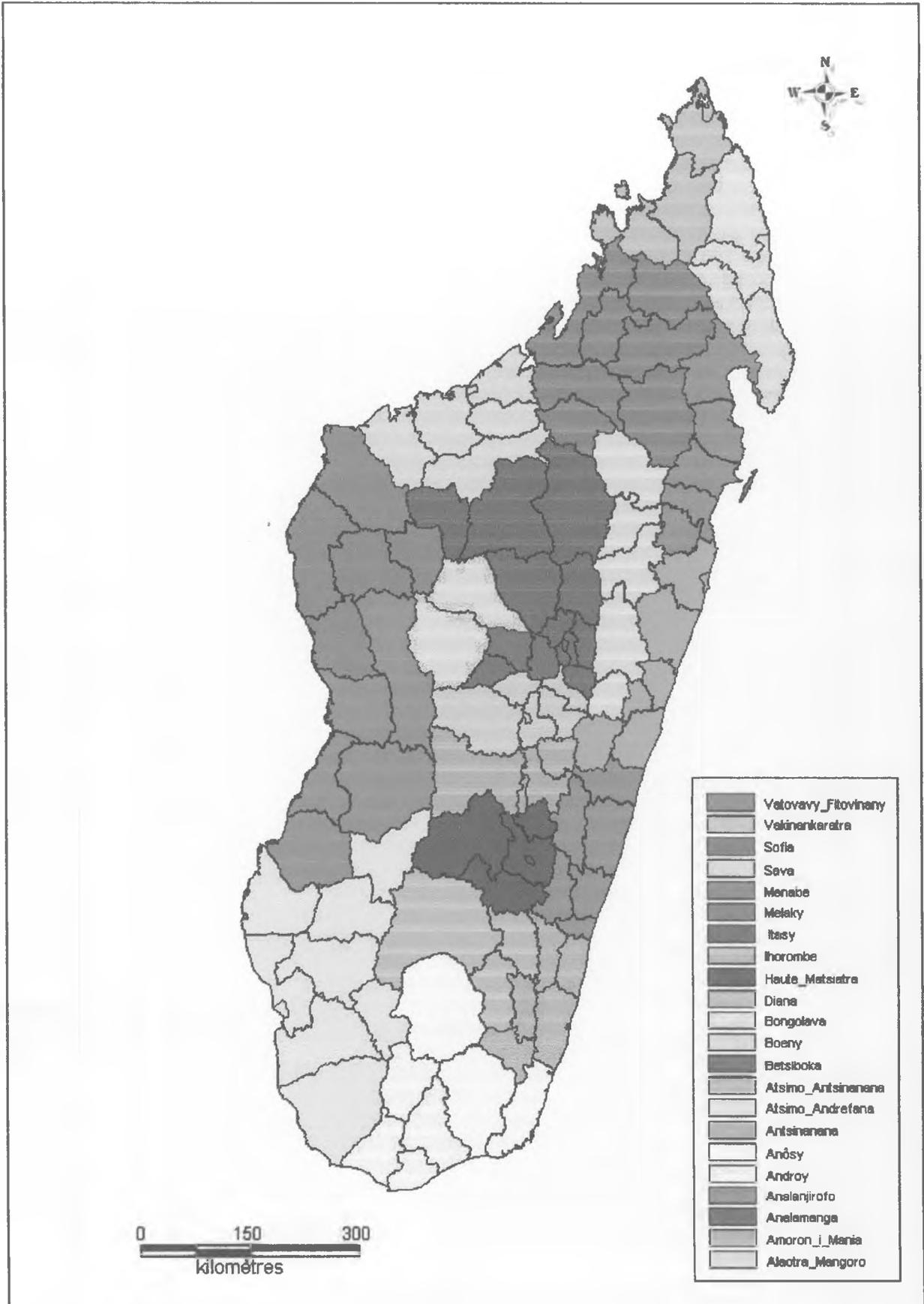
Annexe I : Importations de riz (en tonne) juillet 2006 – juin 2008 à Madagascar

	Banque Centrale	Direction des Douanes	Ministère du Commerce
Novembre 2006	31 139	18 895	12 775
Décembre 2006	14 179	20 020	71 563
Janvier 2007	18 676	2 990	1 650
Février 2007	12 090	2 923	2 900
Mars 2007	47340	7 604	11 990
Avril 2007	65 200	17 529	51 050
Mai 2007	11 760	46 323	18 450
Juin 2007	ND	10 884	14 487
Juillet 2007	ND	10 735	1 366
Août 2007	ND	11 135	9 948
Septembre 2007	ND	23 297	500
Octobre 2007	ND	24 743	25 971
Novembre 2007	ND	19 675	22 507
Décembre 2007	ND	23 370	18 781
Janvier 2008	ND	25 947	5 975
Février 2008	ND	24 822	10 648
Mars 2008	ND	35 777	20 022
Avril 2008	ND	8 762	5 543
Mai 2008	ND	2 158	3 047
Juin 2008	ND	7	0
Juillet 2008	ND	31	0
Août 2008	ND	16 817	23.500
Septembre 2008	ND	15 423	480
Octobre 2008	ND	ND	2 700
Total 12 derniers mois (tonnes)	----	231 964	139 674

Sources : BCM, Douanes, MECI

ND : non disponible

Annexe II : Les 22 régions de Madagascar



Source : BD 500, Mapinfo

Annexe III : Fiche variétale

a) CIRAD 488 / FOFIFA 161

N° dans le catalogue CIRAD-CA GERVEX : 9172	Année d'obtention : 2003
N° dans le catalogue FOFIFA : 4355	
Synonymes: Mahefa , Exp 103	Groupe morphologique : type pluvial
Origine géographique : Madagascar	Groupe enzymatique :
Origine génétique : IRAT 114 × FOFIFA 133 C546-F880-1-98-2-4-1	

CARACTERES DE LA PLANTE

- Longueur des feuilles : 12 cm
- Largeur des feuilles : cm
- Pilosité des feuilles : intermédiaire
- Couleur de la gaine foliaire : verte
- Port de la feuille paniculaire : intermédiaire
- Hauteur de la plante : 95 cm
- Aptitude au tallage : moyenne
- Port de la plante : semi-érigé
- Exsertion paniculaire : bonne
- Photosensibilité :
- Cycle semis-floraison : 115 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)
- Cycle semis-maturité : 155 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)

CARACTERES DU GRAIN

- Aristation : mutique
- Couleur de l'apex : non coloré
- Couleur des glumelles : paille / blanchâtre
- Pilosité des glumelles : poils courts
- Fermeture des glumelles : bonne
- Poids de 1000 grains : 28 g
- Longueur du grain vêtu : 8,1 mm
- Largeur du grain vêtu : 4,0 mm
- Réaction au phénol : non réalisé
- Taux d'amylase : 23,7 % M.S. (assez élevé)
- Translucidité : claire
- Test à l'alcali : non réalisé
- Gonflement à la cuisson : 300 % (élevé)
- Fermeté : non réalisé
- Recouvrance élastique :
- Température de gélification : 61-79 °C

CARACTERES AGRONOMIQUES

- Vocation culturale : culture pluviale
- Niveau d'intensification : traditionnel
- Aires de culture reconnues : zone de haute altitude, de 1000 à 1800 m, à Madagascar
- **Résistance à :**
 - la verse : moyenne (4/9)
 - l'égrenage : moyennement sensible (6/9)
 - la sécheresse :
- **Tolérance aux maladies :**
 - pyriculariose du cou : tolérante (5/9)
 - pyriculariose foliaire : sensible (7/9)
 - Sarocladium : moyennement sensible (6/9)
- **Autres tolérances ou résistances :** certaine tolérance au froid, rustique.
- **Caractères particuliers :** panicule compacte, grain rond, lourd et velu, de couleur presque blanchâtre.
- **Rendements obtenus en milieu contrôlé :**
 - moyen : 2,8 t/ha
 - maximum : 6,6 t/ha

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none"> • Tolérance à la pyriculariose • Certaine tolérance au froid • Bonne adaptation à la riziculture pluviale d'altitude à Madagascar • Fertilité • Rusticité • Panicules compactes • Homogénéité • Aspect sanitaire du grain • Grain apprécié 	<ul style="list-style-type: none"> • Tallage moyen • Certaine sensibilité à l'égrenage

b) FOFIFA 172

N° dans le catalogue CIRAD-CA GERVEX :

Année d'obtention : 2006

N° dans le catalogue FOFIFA : 4370

Synonymes: Exp 411

Groupe morphologique : type pluvial

Origine géographique : Madagascar

Groupe enzymatique :

Origine génétique : IRAT 265 57-2 x Jumli Marshi (C553 45-8-5-1-3)

CARACTERES DE LA PLANTE

- Longueur des feuilles : 30 cm
- Largeur des feuilles : 9 mm
- Pilosité des feuilles :
- Couleur de la gaine foliaire : VF
- Port de la feuille paniculaire : horizontal
- Hauteur moyenne de la plante : 95 cm
- Aptitude au tallage : très bonne (3/9)
- Port de la plante : ouverte
- Exsertion paniculaire : excellente (1/9)
- Longueur de la panicule : 19 cm
- Photosensibilité :
- Cycle semis-floraison : 112 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)
- Cycle semis-maturité : 150 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)

CARACTERES DU GRAIN

- Aristation : aristé
- Couleur de l'apex : violet
- Couleur des glumelles : bicolore (brun et paille)
- Pilosité des glumelles : faible (3/9)
- Fermeture des glumelles : bonne
- Poids de 1000 grains : 34 g
- Longueur du grain vêtu : 9,0 mm
- Largeur du grain vêtu : 3,4 mm
- Réaction au phénol : non réalisé
- Taux d'amylose : non réalisé
- Translucidité : très bonne (2/9)
- Test à l'alcali : non réalisé
- Gonflement à la cuisson : non réalisé
- Fermeté : non réalisé
- Recouvrance élastique : non réalisé
- Température de gélification : non réalisé
- Teneur en protéines : non réalisé
- Rendement à l'usinage : non réalisé

CARACTERES AGRONOMIQUES

- Vocation culturale : culture pluviale
- Niveau d'intensification : traditionnel à assez intensif
- Aires de culture reconnues : zone de haute altitude, de 1000 à 1850 m, à Madagascar
- **Résistance à :**
 - la verse : bonne (3/9)
 - l'égrenage : médiocre (6/9)
 - la sécheresse : ?
- **Tolérance aux maladies :**
 - pyriculariose du cou : très résistante (2/9)
 - pyriculariose foliaire : très résistante (2/9)
 - Sarocladium : résistante (3/9)
- **Autres tolérances ou résistances :** Aspect sanitaire du grain excellent, bon stay-green
- **Caractères particuliers :** grain médium à périsperme rouge, feuilles basses couvrantes (port horizontal), tiges et feuilles fines, bon tallage malgré précocité.
- **Rendements obtenus en milieu contrôlé :**
 - moyen : t/ha
 - maximum : 5 t/ha

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none"> • Résistance aux maladies • Adaptation à la très haute altitude • Grain rouge • précocité • tallage • Aspect sanitaire du grain • Port couvrant du feuillage • « stay-green » 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à l'égrenage

c) CHHOMRONG DHAN

N° dans le catalogue CIRAD-CA GERVEX :

N° dans le catalogue FOFIFA : 4368

Synonymes:

Origine géographique : Népal

Origine génétique :

Année d'obtention :

Groupe morphologique : type japonica

Groupe enzymatique :

CARACTERES DE LA PLANTE

- Longueur des feuilles : 37 cm
- Largeur des feuilles : 11 mm
- Pilosité des feuilles :
- Couleur de la gaine foliaire :
- Port de la feuille paniculaire : pendante
- Hauteur moyenne de la plante : 120 cm
- Aptitude au tallage : très bonne (3/9)
- Port de la plante : ouverte
- Exsertion paniculaire : excellente (1/9)
- Longueur de la panicule : 21 cm
- Photosensibilité :
- Cycle semis-floraison : 115 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)
- Cycle semis-maturité : 153 j
(Moyenne Antsirabe / 1600 m)

CARACTERES DU GRAIN

- Aristation : aristulé
- Couleur de l'apex : violet foncé
- Couleur des glumelles : bicolore (brun à brun foncé)
- Pilosité des glumelles : très faible (2/9)
- Fermeture des glumelles : bonne
- Poids de 1000 grains : 32 g
- Longueur du grain vêtu : 7,9 mm
- Largeur du grain vêtu : 3,7 mm
- Réaction au phénol : non réalisé
- Taux d'amylose : non réalisé
- Translucidité : bonne (3/9)
- Test à l'alcali : non réalisé
- Gonflement à la cuisson : non réalisé
- Fermeté : non réalisé
- Recouvrance élastique : non réalisé
- Température de gélification : non réalisé
- Teneur en protéines : non réalisé
- Rendement à l'usinage : non réalisé

CARACTERES AGRONOMIQUES

- Vocation culturale : culture pluviale et irriguée
- Niveau d'intensification : traditionnel à assez intensif
- Aires de culture reconnues : zone de haute altitude, de 1000 à 1850 m, à Madagascar
- **Résistance à :**
 - la verse : médiocre (6/9)
 - l'égrenage : assez bonne (4/9)
 - la sécheresse : ?
- **Tolérance aux maladies :**
 - pyriculariose du cou : bonne (3/9)
 - pyriculariose foliaire : bonne (3/9)
 - Sarocladium : sensible (7/9)
- **Autres tolérances ou résistances :** résistant au froid, aspect sanitaire du grain excellent
- **Caractères particuliers :** grain rond à péricarpe rouge, panicules longues et lâches, feuilles basses couvrantes (port horizontal), tige colorée plus ou moins rayée de violet, feuilles fines, bon tallage.
- **Rendements obtenus en milieu contrôlé :**
 - moyen : t/ha
 - maximum : 6,8 t/ha

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none"> • adaptation à la très haute altitude • résistance aux maladies • productivité • grain rouge • cycle semi précoce • Tallage • Aspect sanitaire du grain 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à la verse • Sensible au stress hydrique « panicules blanchies »

d) FOFIFA167

N° collection nationale : 4362

N° CIRAD : 489

N° GERVEX : 9173

N° expérimental : 933

Parents : CA148 et Shin Ei

Caracteristiques

DESCRIPTION	Principales caractéristiques physiques	
	Type de plante	Plante haute à tige pas trop grosse et blanche à la base
	Type de grain	Feuille fine
	Aristation	semi-pluvial
	Poids 1000 grains (g)	medium
Hauteur plante (cm)	mutique	
COMPORTEMENT	CYCLE	32
	Floraison (jours) 1600 m	115
	Maturité (jours) 1600 m	tardif
	Tallage	125
	Résistance verse	165
	Résistance égrenage	très bon
	Résistance Pyriculariose	moyenne
	Résist. Brunissure de Gaine	moyenne
	PRODUCTIVITE	médiocre (voir points faibles)
	Niveau indicatif (q/ha)	bonne
Maximum observé (q/ha)	très bonne	
	35	
	80	

Points faibles et/ou gênants	Points forts et/ou intéressants
<ul style="list-style-type: none"> • Tardif • Sensibilité à la pyriculariose (mais généralement évitée à cause longueur de cycle) • Sensibilité à la verse 	<ul style="list-style-type: none"> o Productivité Aspect végétatif : <ul style="list-style-type: none"> o Tallage o Vigueur au départ Bonne couverture du sol o Production masse végétale o Paille longue appréciée o Bon "stay-green"

Annexe IV : Données climatiques des trois sites

a) Ivory

Données									
mois	Moyenne de Tmin	Moyenne de Tmax	Moyenne de Tmoy24	Moyenne de HRmin	Moyenne de HRmax	Moyenne de HRmoy24	Moyenne de Vent	Moyenne de Rayon.	Somme de Pluie
1	18,88064516	30,18064516	23,51935484	46,38709677	95,30645161	78	1,63119773	26,37483871	292,5
2	18,76785714	30,22142857	23,36428571	41,35714286	91,33928571	71,98214286	1,663359788	27,47821429	201,5
3	19,17741935	30,18064516	23,24193548	45,58064516	94,38709677	76,69354839	1,454973118	24,91935484	254
4	17,54	28,72666667	21,77333333	41,33333333	91,25	71,13333333	1,66087963	20,978	84,5
5	14,60645161	28,22258065	20,48387097	30,75806452	85,43548387	60,77419355	1,670026882	20,15612903	0,5
6	14,01428571	28,34285714	20,32142857	29,07142857	84,39285714	58,82142857	1,766699735	18,395	2
9	14,95333333	30,72333333	22,34666667	19,28333333	73,71666667	45,33333333	2,172839506	25,00266667	2,5
10	16,76451613	32,90645161	24,0483871	19,82258065	77,85483871	47,88709677	2,155017921	27,87741935	59
11	18,31333333	31,21333333	23,42	34,91666667	91,23333333	67,88333333	1,884259259	26,18566667	174,5
12	18,58709677	31,21612903	23,51612903	36,74193548	92,79032258	70,74193548	1,759632616	28,53903226	249
Total général	17,33240418	30,30243902	22,73170732	34,80487805	87,95818815	65,24912892	1,78273003	24,93303136	1320

b) Ankepaka

Données							
mois	Moyenne de Min Temp	Moyenne de Max Temp	Moyenne de Avg Temp	Moyenne de Avg RH	Moyenne de Avg Wind Speed	Moyenne de Avg Solar Radiation	Somme de Rain (mm)
1	23,19135484	32,43883871	27,08906452	82,67983871	1,177419355	22,45173677	251,6
2	22,52775	30,73475	26,04021429	83,80232143	0,936785714	21,14516571	164,8
3	22,6876129	31,28548387	26,12732258	85,67148387	0,94	19,7482529	323,2
4	20,02126667	27,5741	23,0635	86,55926667	1,117666667	13,077216	497,2
5	18,21129032	27,856	22,125	87,09390323	0,668709677	14,0458529	111,8
6	16,3288	27,0846	21,02093333	85,47366667	0,639333333	13,526784	23
7	14,91833333	21,40233333	17,01866667	88,68633333	0,716666667	7,80768	29,6
11	21,1993125	29,7616875	24,74025	80,630125	1,51375	18,48366	22,4
12	21,84870968	33,07883871	26,83119355	78,22380645	1,423225806	24,67834839	39,6
Total général	20,64645455	29,89247619	24,52774459	84,0144329	1,020779221	18,25972364	1463,2

c) Andranomanelatra

	Données											
mois	Moyenne de Tmin	Moyenne de Tmax	Moyenne de Tmoy	Moyenne de HRmin	Moyenne de HRmax	Moyenne de HRmoy24	Moyenne de Vent moy	Moyenne de Rayon.	Somme de Pluie	Moyenne de Tmoy24	Moyenne de Vent max	
1	14,65	25,70	20,17	50,87	99,16	83,66	1,69	20,48	336	18,8483871	8,677419355	
2	13,12	25,31	19,21	48,38	99,14	81,43	1,51	21,64	226,5	18,10357143	7,535714286	
3	13,88	25,70	19,79	50,02	99,35	84,56	1,29	17,99	224	18,42258065	6,806451613	
4	12,21	22,86	17,54	56,68	99,38	85,30	1,22	13,79	116,5	16,33	6,1	
5	8,36	22,67	15,52	41,00	99,48	77,85	1,37	15,58	6,5	14,5516129	6,290322581	
6	7,90	22,01	14,95	40,34	99,78	79,50	1,56	14,01	18,5	13,95625	7	
9	7,80	25,17	16,49	25,65	97,22	66,88	2,06	19,22	4,5	15,68333333	8,233333333	
10	9,69	26,46	18,08	26,47	95,29	64,89	2,36	22,03	130,5	17,00322581	8,870967742	
11	13,47	25,65	19,56	44,27	98,55	79,92	1,92	18,31	227,5	18,10333333	8,366666667	
12	13,16	26,69	19,93	37,76	98,66	76,03	1,70	23,25	248	18,84516129	7,870967742	
Total général	11,59	24,97	18,28	42,17	98,54	77,90	1,68	18,85	1538,5	17,13321799	7,605536332	

Annexe V : Résultat MRG Ankepaka

Semis	Variété	Plot	Date	Nbr poq	Nbr pit	Nbr pan	PS GP	PS GV	PS 200 GP	PS 200 GV	Nbr plants/m²	Nbr pan/m²	Nbr pan/pit	Nbr ep/pan	Nbr ep/m²	% GP	Nbr GP/m²	PMG GP	PMG GV	Rdt GP 0% t/ha
1 no till	V1	3	9/3/09	8	21	47	53,89	18,01	3,38	0,57	58,3	130,6	2,24	202,30	26 411	33,54	8 858	16,90	2,85	1,50
2	V1	19	10/3/09	7	18	63	95,17	11,62	6,82	1,17	50,0	175,0	3,50	75,83	13 270	58,42	7 753	34,10	5,85	2,64
3	V1	27	18/3/09	9	29	97	58,81	18,24	5,96	0,96	80,6	269,4	3,34	59,52	16 037	34,18	5 482	29,80	4,80	1,63
4	V1	33	28/4/09	7	14	32	12,15	12,51	5,31	1,12	38,9	88,9	2,29	84,11	7 477	17,00	1 271	26,55	5,60	0,34
5	V1	46	18/6/09	6	13	36	1,85	5,54	1,85	0,92	36,1	100,0	2,77	38,32	3 532	5,27	186	27,81	4,60	0,05
1 no till	V10	10	9/3/09	6	21	107	9,8	24,21	3,41	0,55	58,3	297,2	5,10	87,85	26 051	6,13	1 597	17,05	2,75	0,27
2	V10	17	10/3/09	9	21	99	124,97	20,92	5,24	0,67	58,3	275,0	4,71	111,26	30 596	43,30	13 250	26,20	3,35	3,47
3	V10	25	18/3/09	8	25	104	92,16	15,67	4,87	0,49	69,4	288,9	4,16	97,89	28 280	37,18	10 513	24,35	2,45	2,56
4	V10	39	28/4/09	5	18	35	4,7	18,63	4,28	0,93	50,0	97,2	1,94	120,75	11 739	5,20	610	21,40	4,65	0,13
5	V10	43	27/5/09	7	12	42	15,07	11,84	5,91	0,99	33,3	116,7	3,50	69,09	8 061	17,57	1 417	29,55	4,95	0,42
1 no till	V2	8	9/3/09	7	24	146	14,39	3,52	4,48	0,59	66,7	405,6	6,08	12,57	5 099	35,00	1 784	22,40	2,95	0,40
2	V2	13	18/3/09	9	27	89	66,63	5,02	4,63	0,77	75,0	247,2	3,30	46,99	11 617	68,82	7 995	23,15	3,85	1,85
3	V2	28	31/3/09	4	14	55	43,84	11,16	4,35	0,72	38,9	152,8	3,93	93,01	14 210	39,40	5 599	21,75	3,60	1,22
4	V2	32	27/5/09	3	9	24	28,65	4,36	4,68	0,47	25,0	66,7	2,67	128,32	8 555	39,76	3 401	23,40	2,35	0,80
5	V2	41	18/6/09	6	10	30	0,14	8,82	0,14	0,66	27,8	83,3	3,00	89,66	7 471	0,63	47	8,24	3,30	0,00
1 no till	V3	6	9/3/09	5	22	100	18,81	21,61	4,25	0,64	61,1	277,8	4,55	76,38	21 218	11,59	2 459	21,25	3,20	0,62
2	V3	11	10/3/09	5	16	62	44,55	10,14	4,47	0,9	44,4	172,2	3,88	68,49	11 796	46,94	5 537	22,35	4,50	1,24
3	V3	24	18/3/09	6	18	80	62,67	10,28	4,75	0,77	50,0	222,2	4,44	86,36	14 747	49,70	7 330	23,75	3,85	1,74
4	V3	34	28/4/09	7	16	54	40,98	6,64	4,81	0,88	44,4	150,0	3,38	59,50	8 925	53,03	4 733	24,05	4,40	1,14
5	V3	42	27/5/09	7	11	44	14,62	5,38	5,38	0,99	30,6	122,2	4,00	37,05	4 829	33,34	1 510	26,90	4,95	0,41
1 no till	V4	7	9/3/09	3	12	71	56,85	10,1	5,81	0,97	33,3	197,2	5,92	56,89	11 221	48,45	5 436	29,05	4,85	1,58
2	V4	14	10/3/09	7	21	55	84,4	7,66	6,12	0,94	58,3	152,8	2,62	79,78	12 189	62,86	7 662	30,60	4,70	2,34
3	V4	23	18/3/09	8	30	85	61,5	18,9	4,82	0,67	83,3	236,1	2,83	96,40	22 760	31,14	7 089	24,10	3,35	1,71
4	V4	31	28/4/09	7	16	44	26,68	12,43	5,67	0,85	44,4	122,2	2,75	67,86	10 738	24,34	2 614	28,35	4,25	0,74
5	V4	48	18/6/09	6	7	23	2,9	1,87	2,9	1,1	19,4	83,9	3,29	19,85	1 256	24,78	311	25,89	5,50	0,08
1 no till	V5	1	9/3/09	8	32	98	21,54	17,87	1,77	0,71	88,9	272,2	3,06	76,20	20 744	32,59	6 761	8,85	3,55	0,60
2	V5	12	10/3/09	6	22	81	85,16	21,17	4,3	0,79	61,1	225,0	3,68	115,07	25 890	42,50	11 003	21,50	3,95	2,37
3	V5	21	31/3/09	7	32	113	7,84	20	3,23	0,47	88,9	313,9	3,53	79,61	24 989	5,40	1 348	16,15	2,35	0,22
4	V5	37	28/4/09	6	16	48	8,13	5,82	4	0,66	44,4	133,3	3,00	45,21	6 028	18,73	1 129	20,00	3,30	0,23
5	V5	44	18/6/09	5	7	25	0,25	0,41	0,25	0,41	19,4	69,4	3,57	4,00	278	10,00	28	25,00	4,56	0,01
1 no till	V6	9	9/3/09	9	30	117	64,74	17,92	3,82	0,49	83,3	325,0	3,90	91,49	29 733	31,67	9 415	19,10	2,45	1,80
2	V6	20	31/3/09	6	24	57	57,46	14,22	4,16	0,7	66,7	158,3	2,38	119,74	18 959	40,47	7 674	20,80	3,50	1,60
3	V6	26	31/3/09	5	22	85	48,47	9,04	3,84	0,49	81,1	236,1	3,88	73,11	17 262	40,82	7 012	19,20	2,45	1,35
4	V6	40	28/4/09	8	29	102	108,18	2,92	4,67	0,8	80,6	283,3	3,52	52,58	14 897	86,39	12 869	23,35	4,00	3,01
5	V6	45	27/5/09	9	18	66	43,93	1,06	5,37	1,06	50,0	183,3	3,67	27,82	5 100	89,11	4 545	26,85	5,30	1,22
1 no till	V7	5	9/3/09	9	19	72	11,62	8,22	4,45	0,88	52,8	200,0	3,79	33,20	6 640	21,85	1 451	22,25	4,40	0,32
2	V7	15	10/3/09	9	24	57	64,76	8,16	3,81	0,94	66,7	158,3	2,38	90,10	14 266	66,19	9 443	19,05	4,70	1,80
3	V7	22	18/3/09	9	29	108	96,02	19,03	5,97	1,02	80,6	300,0	3,72	84,33	19 300	46,30	8 935	29,85	5,10	2,67
4	V7	35	28/4/09	4	15	53	52,15	11,67	6,33	0,98	41,7	147,2	3,53	76,03	11 193	40,89	4 577	31,65	4,90	1,45
5	V7	49	27/5/09	8	18	50	28,29	11,89	6,31	0,81	50,0	138,9	2,78	78,65	10 646	23,40	2 491	31,55	4,05	0,79
1 no till	V8	2	9/3/09	8	27	114	37,22	22,18	4,54	0,84	75,0	316,7	4,22	60,71	19 224	23,69	4 555	22,70	4,20	1,03
2	V8	18	10/3/09	9	28	92	72,53	22,65	2,97	0,92	77,8	255,6	3,29	106,61	27 245	49,80	13 567	14,85	4,60	2,01
3	V8	29	18/3/09	7	25	96	98,45	24,08	4,25	0,64	69,4	266,7	3,84	126,65	33 772	38,11	12 869	21,25	3,20	2,73
4	V8	36	28/4/09	7	24	85	59,63	21,6	4,29	0,8	66,7	236,1	3,54	96,23	22 722	33,98	7 722	21,45	4,00	1,66
5	V8	50	27/5/09	9	18	62	26,21	5,14	4,63	0,51	50,0	172,2	3,44	50,77	8 744	35,97	3 145	23,15	2,55	0,73
1 no till	V9	4	9/3/09	9	32	135	16,13	27,28	3,3	0,89	88,9	375,0	4,22	52,65	19 744	13,75	2 715	16,50	4,45	0,45
2	V9	16	10/3/09	7	20	60	70,14	10,13	3,37	0,66	55,6	166,7	3,00	120,54	20 090	57,56	11 563	16,85	3,30	1,95
3	V9	30	18/3/09	6	18	60	22,64	12,67	4,24	0,8	50,0	166,7	3,33	70,59	11 765	25,21	2 966	21,20	4,00	0,63
4	V9	38	28/4/09	9	27	94	36,93	39,62	4,19	0,74	75,0	261,1	3,48	132,67	34 641	14,14	4 897	20,95	3,70	1,03
5	V9	47	18/6/09	9	20	59	1,21	1,97	1,21	0,76	55,6	163,9	2,95	9,67	1 585	9,12	144	23,27	3,80	0,03

Annexe VI : Résultat MRG Ivory

Semis	Variété	Plot	Date	Nbr poq	Nbr pit	Nbr pan	PS GP	PS GV	PS 200 GP	PS 200 GV	Nbr plants/m²	Nbr pan/m²	Nbr pan/pit	Nbr ep/pan	Nbr ep/m²	% GP	Nbr GP/m²	PMG GP	PMG GV	Rdt GP 0% t/ha
1	V1	P39	22/1/09	9	45	70	33,74	6,02	6,22	0,88	125,0	194,4	1,56	35,04	6 814	44,23	3 014	31,10	4,40	0,94
2	V1	P50	4/2/09	9	39	83	70,23	1,55	5,72	0,94	106,3	230,6	2,13	33,56	7 737	88,16	6 821	28,60	4,70	1,95
3	V1	P22	26/3/09	9	36	83	134,28	2,35	6,47	0,85	100,0	230,6	2,31	56,67	13 066	88,24	11 530	32,35	4,25	3,73
4	V1	P17	20/4/09	9	54	104	186,22	1,95	6,09	0,91	150,0	288,9	1,93	62,92	18 178	93,45	16 988	30,45	4,55	5,17
5	V1	P7	4/5/09	9	51	108	123,79	8,01	6,43	0,87	141,7	300,0	2,12	52,70	15 810	67,65	10 696	32,15	4,35	3,44
1	V10	P36	14/1/09	9	98	93	44,81	5,32	4,69	0,62	272,2	258,3	0,95	39,00	10 075	52,68	5 308	23,45	3,10	1,24
2	V10	P42	12/2/09	9	76	161	131,52	6,7	4,99	0,68	211,1	447,2	2,12	44,98	20 116	72,79	14 643	24,95	3,40	3,65
3	V10	P23	11/3/09	9	44	104	176,52	8,07	4,92	0,66	122,2	288,9	2,36	92,51	26 725	74,58	19 932	24,60	3,30	4,90
4	V10	P18	20/4/09	9	33	112	161,83	14,26	4,84	0,75	91,7	311,1	3,39	93,66	29 138	63,75	18 576	24,20	3,75	4,50
5	V10	P8	4/5/09	9	73	118	98,84	20,68	4,96	0,82	202,8	327,8	1,62	76,52	25 082	44,14	11 071	24,80	4,10	2,75
1	V2	P35	4/2/09	9	62	118	40,9	8,1	4,66	0,79	172,2	327,8	1,90	32,25	10 572	46,12	4 876	23,30	3,95	1,14
2	V2	P47							4,80	0,82								24,12	4,10	
3	V2	P28	14/4/09	9	45	109	51,37	8,83	4,46	0,7	125,0	302,8	2,42	44,28	13 407	47,73	8 399	22,30	3,50	1,43
4	V2	P14	4/5/09	9	56	107	52,46	13,52	4,8	0,74	155,6	297,2	1,91	54,58	16 222	37,43	8 072	24,00	3,70	1,46
5	V2	P3	15/5/09	9	31	52	0	8,7	0	0,67	86,1	144,4	1,68	49,94	7 214	0,00	0	0,00	3,35	0,00
1	V3	P32	22/1/09	9	89	133	44,1	3,29	2,66	0,66	247,2	368,4	1,49	19,96	7 375	62,45	4 605	26,60	3,30	1,23
2	V3	P49							4,84	0,61								24,20	3,05	
3	V3	P27	14/4/09	9	36	150	188,22	15,21	4,92	0,71	100,0	416,7	4,17	79,57	33 155	64,10	21 253	24,60	3,55	5,23
4	V3	P12	20/4/09	9	46	157	161,18	10,95	4,71	0,64	127,8	436,1	3,41	65,39	28 517	66,67	19 012	23,56	3,20	4,48
5	V3	P1	4/5/09	9	61	141	103,94	10,27	4,79	0,69	169,4	391,7	2,31	51,89	20 324	59,31	12 056	23,95	3,45	2,89
1	V4	P34	14/1/09	9	82	122	79,02	2,71	5,27	0,83	297,8	338,9	1,49	29,93	10 144	82,12	8 330	26,35	4,15	2,20
2	V4	P45	12/2/09	9	80	172	83,48	3,68	5,20	0,83	222,2	477,8	2,15	23,82	11 382	75,36	8 919	26,00	4,15	2,32
3	V4	P21	26/3/09	9	46	95	177,17	3,17	5,71	0,81	127,8	263,9	2,07	73,56	19 412	86,80	17 238	28,55	4,05	4,92
4	V4	P19	20/4/09	9	41	115	171,47	6,28	4,95	0,72	113,9	319,4	2,80	75,41	24 090	79,89	19 245	24,75	3,60	4,76
5	V4	P4	15/5/09																	
1	V5	P37	4/2/09	9	50	109	39,86	10,65	4,42	0,89	138,9	302,8	2,18	38,50	11 658	42,98	5 010	22,10	4,45	1,11
2	V5	P44							4,83	0,57								24,15	2,85	
3	V5	P29	14/4/09	9	32	134	157,52	6,75	4,01	0,46	88,9	372,2	4,19	80,53	29 975	72,80	21 823	20,05	2,30	4,38
4	V5	P11	20/4/09	9	39	155	154,35	9,93	4,36	0,54	108,3	430,6	3,97	69,41	29 883	65,81	19 667	21,80	2,70	4,29
5	V5	P5	4/5/09	9	41	107	70,41	11,85	4,43	0,63	113,9	297,2	2,61	64,87	19 280	45,80	8 830	22,15	3,15	1,96
1	V6	P38	14/1/09	9	116	127	28,86	1,68	4,86	0,64	322,2	352,8	1,09	13,49	4 757	69,35	3 299	24,30	3,20	0,80
2	V6	P41	12/2/09	9	74	133	45,2	0,85	4,90	0,65	205,6	369,4	1,80	15,84	5 851	87,58	5 125	24,50	3,25	1,26
3	V6	P30	14/4/09	9	45	154	258,92	3,65	4,97	0,7	125,0	427,8	3,42	74,43	31 839	90,90	28 943	24,85	3,50	7,19
4	V6	P20	20/4/09	9	51	175	227,11	1,69	5	0,65	141,7	486,1	3,43	54,86	26 679	94,59	25 234	25,00	3,25	6,31
5	V6	P6	4/5/09	9	43	132	112,9	4,99	5,72	0,78	119,4	366,7	3,07	39,60	14 520	75,52	10 965	28,60	3,90	3,14
1	V7	P31	14/1/09	9	58	86	54,01	2,82	5,56	0,80	161,1	238,9	1,48	30,79	7 355	73,37	5 397	27,80	4,00	1,50
2	V7	P43	4/2/09	9	47	111	84,36	4,64	5,84	0,78	130,6	308,3	2,36	36,75	11 330	70,83	8 025	29,20	3,90	2,34
3	V7	P24	11/3/09	9	40	122	192,37	6,02	5,94	0,9	111,1	338,9	3,05	64,06	21 708	82,88	17 992	29,70	4,50	5,34
4	V7	P16	20/4/09	9	51	135	204,18	4,6	5,98	0,98	141,7	375,0	2,65	57,54	21 576	87,91	16 969	29,90	4,90	5,67
5	V7	P10	4/5/09	9	41	94	86,19	8,12	5,73	1,02	113,9	261,1	2,29	48,94	12 779	65,99	8 357	26,65	5,10	2,39
1	V8	P40	24/1/09	9	83	140	63,94	9,85	4,59	0,71	290,6	388,9	1,69	39,72	15 446	50,10	7 739	22,95	3,55	1,78
2	V8	P48	4/2/09	9	41	107	101,66	4,3	4,40	0,74	113,9	297,2	2,61	54,05	16 064	79,80	12 836	22,00	3,70	2,82
3	V8	P25	11/3/09	9	31	98	237,89	1,52	4,5	0,62	86,1	272,2	3,16	112,89	30 731	95,57	29 369	22,50	3,10	6,61
4	V8	P13	20/4/09	9	62	122	179,77	5,22	4,66	0,73	172,2	338,9	1,97	74,96	25 404	84,36	21 432	23,30	3,65	4,99
5	V8	P9	4/5/09	9	128	155	98,36	5,59	4,8	0,88	355,6	430,6	1,21	34,64	14 913	76,34	11 384	24,00	4,40	2,73
1	V9	P33	22/1/09	9	92	152	54,49	8,22	4,00	0,52	255,6	422,2	1,65	38,72	16 350	46,29	7 568	20,00	2,60	1,51
2	V9	P46	12/2/09	9	65	101	103,11	8,16	4,21	0,84	180,6	280,6	1,55	67,73	19 003	71,60	13 606	21,05	4,20	2,86
3	V9	P26	26/3/09	9	49	90	217,18	4,79	4,13	0,65	136,1	250,0	1,84	133,23	33 308	87,71	29 214	20,65	3,25	6,03
4	V9	P15	20/4/09	9	53	110	160,09	4,25	4,05	0,65	147,2	305,6	2,08	83,76	25 593	85,81	21 960	20,25	3,25	4,45
5	V9	P2	15/5/09	9	44	65	83,15	9,75	3,91	0,65	122,2	180,6	1,48	111,59	20 148	58,64	11 814	19,55	3,25	2,31

Annexe VII : Résultat MRG Andranomanelatra

Semls	Variété	Plot	Date	Nbr poquets	Nbr plants	Nbr panicules	PS GP	PS GV	PS 200 GP	PS 200 GV	Nbr plants/m²	Nbr pan/m²	Nbr pan/plt	Nbr ep/pan	Nbr ep/m²	% GP	Nbr GP/m²	PMG GP	PMG GV	Rdt GP 0% t/ha
1	V1	P10	10/3/09	9	57	140	46.03	14.4	4.86	0.62	158.3	388.9	2.46	46.71	18.165	28.97	5.262	24.30	3.10	1.28
2	V1	P17	27/3/09	9	74	125	14.97	26.62	5.58	0.74	205.6	347.2	1.69	61.83	21.468	6.91	1.483	28.04	3.70	0.42
3	V1	P23	28/4/09	9	58	133	21.65	16.91	5.31	0.66	161.1	369.4	2.29	44.66	16.499	13.73	2.265	26.55	3.30	0.60
4	V1	P31	8/6/09	9	47	97	0.05	19.12	0.05	0.7	130.6	269.4	2.06	58.38	15.730	3.53	556	0.25	3.50	0.00
5	V1	P42	27/7/09	9	48	66	0	8.13	0	0.58	133.3	163.3	1.38	42.48	7.787	0.00	0	0.00	2.90	0.00
1	V10	P2	10/3/09	9	130	134	23.65	16.05	5.44	0.84	361.1	372.2	1.03	35.01	13.030	18.54	2.415	27.20	4.20	0.66
2	V10	P14	17/4/09	9	45	122	7.38	21.76	4.72	0.64	125.0	338.9	2.71	58.30	19.758	4.40	869	23.60	3.20	0.21
3	V10	P28	6/4/09	9	71	146	7.37	21.88	4.99	0.62	197.2	405.6	2.06	50.37	20.426	4.02	821	24.95	3.10	0.20
4	V10	P37	30/6/09	9	57	107	0	29.36	0	0.56	158.3	297.2	1.88	98.00	29.127	0.00	0	0.00	2.80	0.00
5	V10	P41	27/7/09	9	48	35	0	3.62	0	0.43	133.3	97.2	0.73	48.11	4.677	0.00	0	0.00	2.15	0.00
1	V2	P1	2/4/09	9	75	163	46.13	19.7	3.68	0.56	208.3	452.8	2.17	58.54	26.508	26.27	6.964	18.40	2.80	1.28
2	V2	P18	17/4/09	9	73	137	0.6	17.56	0.63	0.45	202.8	377.8	1.86	57.85	21.856	0.81	177	9.40	2.25	0.02
3	V2	P29	29/5/09	9	60	136	0	15.5	0	0.52	166.7	377.8	2.27	43.83	16.560	0.00	0	0.00	2.60	0.00
4	V2	P40	30/6/09	9	77	25	0	0.49	0	0.27	213.9	69.4	0.32	14.52	1.008	0.00	0	0.00	1.35	0.00
5	V2	P48	27/7/09	9	36	0	0	0	0	0	100.0	0.0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00
1	V3	P7	10/3/09	9	75	174	148.7	12.75	4.29	0.53	208.3	483.3	2.32	67.49	32.621	59.03	19.257	21.45	2.65	4.13
2	V3	P20	23/3/09	9	62	153	133.59	14.03	4.67	0.66	172.2	425.0	2.47	65.16	27.702	57.37	15.892	23.35	3.30	3.71
3	V3	P30	28/4/09	9	54	226	156.9	11.6	3.98	0.42	160.0	627.8	4.19	59.33	37.245	58.80	21.901	19.90	2.10	4.36
4	V3	P34	29/5/09	9	62	210	29.1	25.8	3.49	0.5	172.2	583.3	3.39	57.98	33.289	13.91	4.632	17.45	2.50	0.81
5	V3	P47	27/7/09	9	53	138	0	13.88	0	0.26	147.2	383.3	2.60	77.37	29.658	0.00	0	0.00	1.30	0.00
1	V4	P6	10/3/09	9	99	130	108.81	1.49	5.01	0.75	275.0	361.1	1.31	36.47	13.170	91.62	12.066	25.05	3.75	3.02
2	V4	P11	20/3/09	8	53	96	140.96	3.78	4.95	0.75	147.2	266.7	1.81	69.84	18.623	84.96	15.823	24.75	3.75	3.92
3	V4	P25	17/4/09	9	56	133	112.93	15.66	4.42	0.82	155.6	369.4	2.38	67.14	24.804	57.23	14.194	22.10	4.10	3.14
4	V4	P38	29/5/09	9	47	115	78.4	12.63	4.48	0.67	130.6	319.4	2.45	63.22	20.195	48.14	9.722	22.40	3.35	2.18
5	V4	P44	27/7/09	9	28	55	0	12.39	0	0.52	77.8	152.8	1.96	66.64	13.237	0.00	0	0.00	2.60	0.00
1	V5	P5	18/3/09	9	85	204	159.69	14.35	3.73	0.49	236.1	566.7	2.40	70.68	40.054	59.38	23.785	18.65	2.45	4.44
2	V5	P13	27/3/09	9	68	200	161.67	18.23	3.87	0.49	188.9	555.6	2.94	78.98	43.877	52.89	23.208	19.35	2.45	4.13
3	V5	P26	6/4/09	9	68	162	59.73	12.19	3.61	0.61	188.9	450.0	2.38	45.10	20.294	45.28	9.192	18.05	3.05	1.66
4	V5	P35	8/6/09	9	61	185	26.27	29.16	3.17	0.41	169.4	513.9	3.03	85.85	44.116	10.44	4.804	15.85	2.05	0.73
5	V5	P46	27/7/09	9	41	83	0	9.7	0	0.32	113.9	230.6	2.02	73.04	16.840	0.00	0	0.00	1.60	0.00
1	V6	P4	10/3/09	9	64	178	52.14	0.77	4.7	0.61	177.8	494.4	2.78	13.88	6.864	89.78	6.183	23.50	3.05	1.45
2	V6	P12	20/3/09	9	96	208	2.66		4.67	0.68	266.7	577.8	2.17					23.35	3.40	0.07
3	V6	P21	17/4/09	9	67	213	164.92	1.91	4.3	0.61	186.1	591.7	3.18	98.95	23.047	92.45	21.307	21.50	3.05	4.58
4	V6	P36	29/5/09	9	53	207	119	10.7	3.97	0.52	147.2	575.0	3.91	48.84	28.084	58.30	16.653	18.85	2.60	3.31
5	V6	P49	27/7/09	9	47	185	0	25.29	0	0.44	130.6	513.9	3.94	62.14	31.932	0.00	0	0.00	2.20	0.00
1	V7	P3	10/3/09	9	57	163	47.49	12.57	4.69	0.72	158.3	452.8	2.86	33.85	15.325	38.71	5.825	23.45	3.60	1.32
2	V7	P19	23/3/09	8	44	82	29.2	18.19	4.32	0.66	122.2	227.8	1.86	83.71	19.067	19.69	3.755	21.60	3.30	0.81
3	V7	P22	28/4/09	9	62	175	63.87	13.88	4.73	0.62	172.2	486.1	2.82	41.02	19.939	37.62	7.502	23.65	3.10	1.77
4	V7	P33	29/5/09	9	63	164	1.55	29.81	1.43	0.62	175.0	455.6	2.60	59.96	27.314	2.20	602	7.15	3.10	0.84
5	V7	P45	27/7/09	9	46	114	0	19.46	0	0.53	127.8	316.7	2.48	64.42	20.398	0.00	0	0.00	2.65	0.00
1	V8	P9	10/3/09	9	72	142	65.6	18.1	3.97	0.61	200.0	394.4	1.97	65.06	26.664	35.77	9.180	19.85	3.05	1.82
2	V8	P16	20/3/09	9	103	135	67.37	23.93	4.18	0.56	286.1	375.0	1.31	87.18	32.694	27.39	8.954	20.90	2.80	1.87
3	V8	P24	28/4/09	9	61	203	59.96	24.42	3.76	0.65	169.4	563.9	3.33	52.73	29.731	29.80	8.859	18.80	3.25	1.67
4	V8	P32	29/5/09	9	64	202	2.4	41.6	2.46	0.51	177.8	561.1	3.18	81.73	45.858	1.18	542	12.30	2.55	0.07
5	V8	P43	27/7/09	9	59	157	0	22.21	0	0.29	163.9	436.1	2.66	97.56	42.548	0.00	0	0.00	1.45	0.00
1	V9	P8	10/3/09	9	94	137	3.52	41.44	3.47	0.55	261.1	380.6	1.46	111.47	42.422	1.33	564	17.35	2.75	0.10
2	V9	P15	2/4/09	9	61	147	3.55	39.82			169.4	408.3	2.41							0.10
3	V9	P27	28/4/09	9	62	134	0.44	26.2	0.68	0.53	172.2	372.2	2.16	74.75	27.823	1.29	359	3.40	2.65	0.01
4	V9	P39	30/6/09	9	65	134	0	29.36	0	0.4	180.6	372.2	2.06	109.55	40.778	0.00	0	0.00	2.00	0.00
5	V9	P50	27/7/09	9	43	85	0	10.7	0	0.25	119.4	236.1	1.98	100.71	23.778	0.00	0	0.00	1.25	0.00