

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT AGRICULTURE

**PERSPECTIVE DE DEVELOPPEMENT DE LA
REGION DE RANOMAFANA: LES MECANISMES
PHYSIOLOGIQUES DU RIZ SUR SOLS DE BAS-
FONDS, CAS DU SYSTEME DE RIZICULTURE
INTENSIVE**

JOELIBARISON

PROMOTION SEDRA 1992–1997

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos vifs remerciements à:

- Monsieur **Réné RABEZANDRINA**, Docteur Ingénieur, Chef du Département AGRICULTURE, pour les précieuses directives et la formation de qualité qu'il nous a octroyé tout au long de notre formation à l'ESSA Agriculture et l'honneur que vous nous faite de présider le Jury.

- Monsieur **Robert P. RANDRIAMIHARISOA**, Doctorat d'État, Chef du service Formation Continue à l'ESSA, qui malgré ses hautes et nobles fonctions a consacré beaucoup de son temps et nous a encadrer pour mener à bien ce travail. Veuillez retrouver ici le témoignage de notre reconnaissance d'avoir bien voulu être le rapporteur de ce mémoire.

- Monsieur **Norman UPHOFF**, Professor of Government in CORNELL University, Director of CIIFAD, pour ses conseils dans la conception de ce mémoire et pendant les travaux sur terrain. Veuillez retrouver nos vifs remerciements.

-Monsieur **Glenn A. LINES**, CTP of CIIFAD, qui nous a apporté ses précieuses contributions afin de mener à bien tous les travaux de recherche.

- Monsieur **Benjamin ANDRIAMIHAJA**, Coordinateur National du Parc National de Ranomafana et de l'ICTE Stony Brook, qui malgré ses innombrables occupations a accepté de siéger parmi les membres du Jury.

Nous exprimons également nos hommages respectueux à l'intention des personnalités qui ont oeuvré sans la moindre hésitation pour l'élaboration du présent mémoire:

- à Madame **JACQUELINE Rakotoarisoa**, Chef du Département FOFIFA/DRR Antananarivo, par ses directives et recommandations.

- à Monsieur **Bède RATSIMBAZAFY**, Enseignant à l'ESSA, pour ses aides et conseils sur l'interprétation des résultats statistiques.

- à Monsieur **Bruno ANDRIANAIVO**, Chef Volet Recherche Rizicole FOFIFA/DRR Fianarantsoa, pour ses précieux renseignements

- à tous les personnels du CIIFAD, de l'ANGAP et du CIFOR pour leur vive collaboration.

- à l'ONG TEFY SAINA et ses agents, pour leur concours sans égal à la mise en place des dispositifs expérimentaux et les suivis de l'essai.

- aux deux paysans pilotes **Honoré RALAINANDRASANA** et **RABEMIAFARA** qui ont accepté de collaborer avec nous pour les besoins de l'essais.

- aux laboratoires des Radio-Isotopes et de l'Institut Pasteur de Madagascar.

En somme, à toute personne qui, de près ou de loin, nous a aidé a la bonne réalisation de ce livre, nous leur devons une vive reconnaissance.

INTRODUCTION

Malgré la forte propulsion des secteurs secondaire et tertiaire, l'agriculture reste le principal moteur de développement de notre pays. Le secteur agricole est toujours marqué par la prédominance de la riziculture. Pour les paysans, le qualificatif "agriculteur" requiert avant tout la possession d'une rizière, quoique minime soit sa superficie.

Elle peut se faire sur des terrains de bas-fonds dont l'alimentation en eau dépend de l'irrigation. La pratique de la double riziculture est possible dans les régions côtières. La culture se limite cependant à la saison chaude sur les hautes terres à cause de la température hivernale. Dans d'autres cas, l'alimentation en eau est assurée par l'eau de pluie. C'est la riziculture pluviale. Dans les zones de forêt, les paysans se contentent de pratiquer les techniques de défriches brûlis.

Différentes recherches ont été entreprises en matière de riziculture pour atteindre l'autosuffisance alimentaire. Nous avons mené des améliorations génétiques afin d'obtenir des variétés à haut rendement. Plusieurs essais multiloaux ont été effectués en vue d'obtenir une formule de fertilisation optimale. Des variantes de techniques culturales sont vulgarisées au niveau paysannal. Cependant, l'impact ne se fait ressentir que faiblement sur le rendement stagnant autour de 2 t/ha.

En 1990, un Jésuite; père H. de LAULANIE; commença à introduire chez les paysans le Système de Riziculture Intensive. Ce système, inspiré du modèle de tallage de KATAYAMA, a profité d'un point fondamental que nous n'avons pas exploité jusque là. C'est la capacité de fournir une quantité importante de talles. En fait, le S.R.I. repose sur quatre principaux facteurs: une transplantation jeune de 8 à 16 jours, un écartement optimal de 25x25 cm², un sarclage précoce et répété au nombre de quatre et le minimum d'eau limité aux besoins de la plante. Une fois ces conditions remplies, un triplement et même un quadruplement du rendement est tout à fait possible. Par la suite, les paysans se sont intégrés progressivement, de voisinage en voisinage, à la conquête d'un meilleur rendement.

L'extension du S.R.I. a pris alors un essor remarquable. Le système commence à être adopté comme une solution d'alternative contre le Tavy. Dans la région de Ranomafana, la superficie des rizières exploitables est limitée. Et les paysans riverains défrichent petit à petit les zones de forêt. C'est là qu'intervient le S.R.I., il les oriente à recentrer leurs activités rizicoles dans les milieux de bas-fonds.

En tout cas, le S.R.I. accroît leur production sans recourir à d'énormes dépenses. Il constitue également un atout pour conserver notre richesse floristique et faunistique.

Depuis sa découverte, il continue à épater ses pratiquants par son rendement spectaculaire. Malgré tout, les composants d'un tel rendement restent un point flou, non élucidé. Nous pratiquons le système

sans qu'une explication scientifique ne fût trouvé. Ainsi, nous avons essayé de déterminer les facteurs intrinsèques sources de ce haut rendement à travers les mécanismes physiologiques du riz.

Pour cela, après une présentation générale de la région et de la plante, nous entamons en deuxième partie une étude descriptive du S.R.I. dans laquelle des hypothèses explicatives d'un rendement élevé ont été défini. La mise en place de notre expérimentation avec les facteurs étudiés et les variables à observer sont exposées en troisième partie. Enfin, les résultats obtenus seront interprétés. Dans cette dernière partie, nous avons dégagé les corrélations entre les divers variables afin de vérifier le fondement des hypothèse posées.

I –GENERALITES

1 - HISTORIQUE DE LA REGION

Depuis la fin du XVIIIème siècle, la région de Ranomafana est peuplée originellement par des immigrants Betsileo. Ils sont appelés par la suite “Tanala”.

Entre la fin du XVIII ème siècle et du XIXème siècle, des immigrants des Hauts Plateaux venus de Fianarantsoa, d’ Ambalavao, d’ Ambohimahaso, d’Alakamisy Ambohimaha et d’Ambositra sont arrivés. D’ autres venaient aussi de la Côte en longeant le corridor entre Mananjary et les Hauts Plateaux.

Dans les années 1880, le village de Ranomafana commence à se faire marqué. Il est constitué d’ abord de quatre hameaux: deux sur la côte Est du fleuve Namorona et deux à l’ Ouest.

Ensuite, l’ utilisation de l’ eau thermale pour traiter certaines maladies telles que les dermatoses, la lèpre, la paralysie... fait augmenter le nombre des visiteurs. Certains d’entre eux se sont installés et les quatre petits villages se fusionnèrent en un seul appelé Ranomafana.

A cause de sa méga biodiversité floristique et faunistique, la région fût reconnue comme étant le quatrième Parc National depuis son inauguration le 31 Mai 1991. La présence d’ une espèce unique de lémurien mangeur de bambou, Hapalemur aureus, a accru; certes; son intérêt touristique.

2 - LE MILIEU NATUREL DE RANOMAFANA

La région de Ranomafana est située dans la partie Sud-Est malgache, au Nord-Est de la ville de Fianarantsoa et à 400 Km d’ Antananarivo. Traversée par la Route Nationale 25, la Route Nationale 45 et le fleuve Namorona, elle est délimitée par Ifanadiana à l’ Est, Alakamisy à l’ Ouest et Ambohimahaso au Nord-Ouest.

Le Parc National Ranomafana a une superficie de 41600 hectares avec un gradient d’ altitude de 400 à 1374 mètres.

21 - Conditions climatiques

La région étudiée est soumise à un climat de type humide et frais. Le coefficient pluviométrique d’ EMBERGER la situe même dans une zone perhumide ($Q_t = 147,2$).

211 - Pluviométrie

La pluviométrie moyenne annuelle est de 2459 mm répartie sur 177 jours. Et il n’ existe pratiquement pas de saison sèche.

De décembre à Mars, les pluies sont très abondantes, avec un maximum de pluie en janvier (413,1 mm) et Février (421,8 mm). D' Avril à Novembre; la saison est moins pluvieuse. Les précipitations sont nettement réduites en Septembre (70,4 mm) et en Octobre (68,1 mm).

Le passage du cyclone GERALDA a engendré une forte précipitation en 1994, la pluviométrie annuelle a atteint 4290 mm.

Tableau 1: Données climatiques sur 30 ans (1951-1980)

Pluviométries moyennes mensuelles

(Recueillies à IFANADIANA: 23 km à l' Est de Ranomafana)

Pluviométrie	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Moyennes	106,9	108,6	70,4	68,1	179,6	353,0	413,1	421,8	418,8	133,7	86,2	98,7
Nombre de jours	14	12	9	8	15	19	19	18	21	16	13	13
Maximum de 24h	66,2	67,2	75,0	69,1	99,3	157,3	216,1	272,0	174,0	81,4	99,0	163,6

CARTE 1: LOCALISATION DU PARC NATIONAL DE RANOMAFANA

CARTE 2: LES SITES D'EXPERIMENTATION

212 - Température

La température moyenne annuelle varie de 21 à 23°C avec un minimum toujours supérieur à 10°C et un maximum inférieur à 31°C (KOECHLIN, GUILLAUMET et MORAT, 1974).

Tableau 2: Données climatiques sur 30 ans (1951-1980)

Température mensuelle

(Recueillies à IFANADIANA: 23 km à l' Est de Ranomafana)

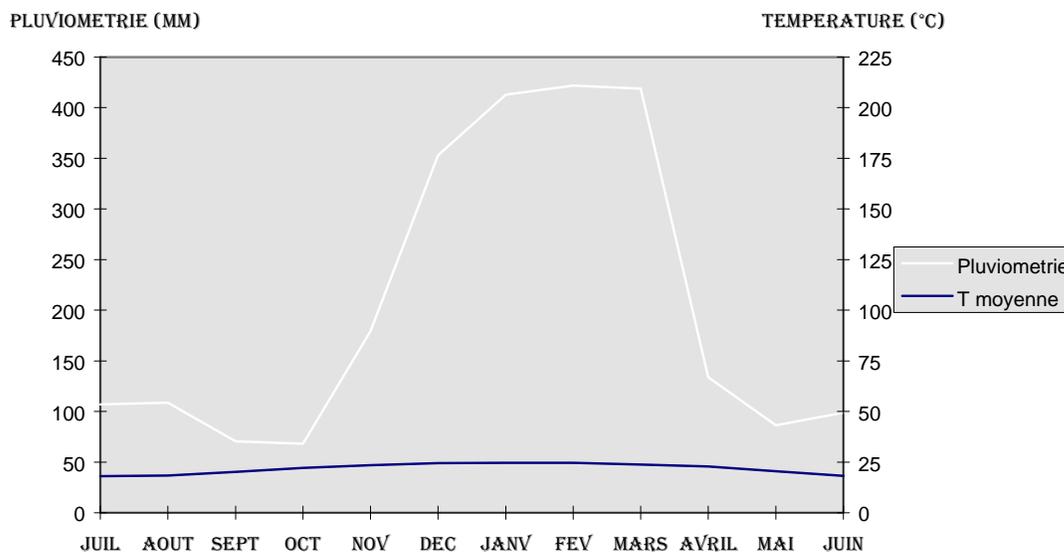
Température	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
Tm	12,5	12,4	13,8	15,6	17,3	18,7	19,3	19,2	18,8	17,6	14,7	12,2
TM	23,6	24,3	26,4	28,6	29,5	30,2	30,0	30,0	28,5	28,2	26,1	24,1
T moyenne	18,1	18,4	20,1	22,1	23,4	24,5	24,7	24,6	23,7	22,9	20,4	18,2

La température annuelle est de 21,77°C. Celle du mois le plus froid est de 12,2°C, celle du mois le plus chaud 30,2°C; soit une amplitude thermique de 18°C.

Il fait plus chaud au mois de Décembre et au mois de Janvier: 24,5°C et 24,7°C et un peu froid en Juin Juillet: 18,2°C et 18,1°C. Par ailleurs, l' amplitude thermique moyenne annuelle est de 6,6°C et l' amplitude moyenne journalière 8,1°C. Ainsi, les écarts journaliers sont plus élevés que les écarts annuels.

214- Courbe ombrothermique de GAUSSEN

Figure 1: Courbe ombrothermique de GAUSSEN



La courbe ombrothermique de GAUSSEN est une représentation graphique de la précipitation et de la température. La courbe ombrique (ombros=pluie) représente les moyennes des précipitations mensuelles, la courbe thermique (thermos = température) celles des températures mensuelles à une échelle des températures double des précipitations.

Pendant toute l'année, la pluviométrie est supérieure au double de la température. Par conséquent, les douze mois de l'année sont humides et les saisons toujours pluvieuses.

D'après la courbe, nous avons deux saisons peu différenciées:

- une saison chaude et pluvieuse du mois d' Octobre jusqu' au mois de Mai,
- une saison froide et humide du mois de Juin jusqu' en Septembre.

215- Humidité

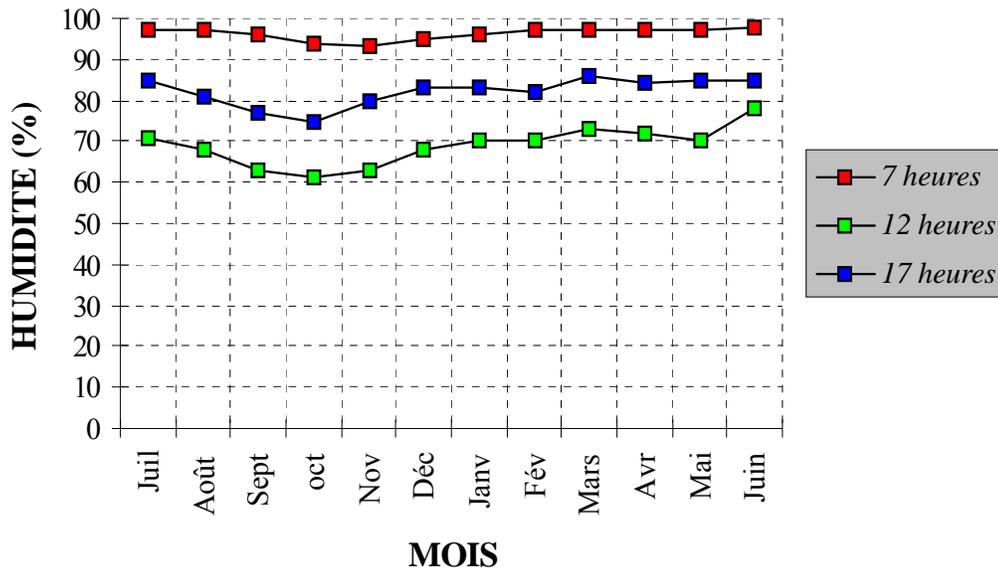
L' Alizé austral de l' Océan Indien est un vent chaud et humide. Atteignant les Hautes Terres, les couches supérieures progressent en conservant leur direction. Elles achèvent d' y déverser leur humidité sous forme de pluie ou de brouillard sur les pente orientales. Parallèlement à cela, le passage de Namorona à travers la falaise et la falaise elle-même conditionnent un régime de vent et de précipitations exceptionnelles.

Par conséquent, l' humidité relative est assez élevée. Une moyenne souvent supérieure à 80% est enregistrée au cours de l' année.

Tableau 3: L'humidité relative

	Juil	Août	Sept	oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin
7 heures	97	97	96	94	93	95	96	97	97	97	97	98
12 heures	71	68	63	61	63	68	70	70	73	72	70	78
17 heures	85	81	77	75	80	83	83	82	86	84	85	85

Figure: 2 HUMIDITE RELATIVE EN 1981



A 7 heures, l'humidité relative mensuelle reste constante durant toute l'année. L'atmosphère est proche du niveau de saturation.

A 12 heures, l'atmosphère connaît un léger déficit de saturation à cause de l'insolation. La variation de l'humidité relative mensuelle est très nette.

A 17 heures, l'humidité relative mensuelle est pratiquement constante et se maintient à un niveau supérieur à 80%.

Les humidités relatives de l'air à 12 heures et à 17 heures sont très élevées du mois de Décembre au mois de Juillet. Certes, ceci provient d'un souffle important du vent de l'Alizé.

22 - Conditions édaphiques et pédologiques

221 - Structure du relief

Ranomafana est un milieu montagneux, couvert de forêt dense primitive avec un relief très accidenté (pente de 10 à 50%). Formée par des réseaux de collines, la région est encaissée de vallées étroites et de bas-fonds. Ces vallées sont profondes et dépassent rarement 50 mètres dans leur plus grande largeur (RAKOTOVOLOLONA Solo, 1987).

Les monts de Maharira au Sud à une altitude de 1374 mètres et de Vohidratiana au Nord à une altitude de 1316 mètres constituent les deux plus hautes montagnes de la région.

222 - Types de sol

Le climat humide et chaud provoque une décomposition poussée des minéraux primaires existant dans la roche mère originelle (mica, feldspath, amphibole,...). Ce qui aboutit à une individualisation de sesquioxydes de fer (hématite) et d' aluminium (gibbsite). Cette présence de fer individualisé Fe_2O_3 confère à ces sols une couleur rouge.

Les sols des pentes sont très acides, un milieu qui dissout l' aluminium et le fer donnant ainsi des ions Al^{3+} et Fe^{2+} toxiques pour la plante.

L' ion Al^{3+} se combine avec les ions PO_4^{3-} . Les phosphates ne sont plus assimilables par les plantes. C' est la rétrogradation irréversible des phosphates.

Quant au potassium, le rajeunissement continu des pentes rend sa teneur élevée.

Les teneurs en magnésium et substances micro nutritives sont généralement suffisantes.

Trois variantes de sol sont observées à Ranomafana:

- à une altitude supérieure à 500 mètres, on a des sols ferrallitiques évolués, fortement rajeunis et humifères sous forêts. Ce sont des sols peu profonds, jaunes ou bruns, bruns noirs. Ils sont sensibles à l' érosion lors de la mise en culture (HERVIEU, 1961).

- sur les basses collines, on trouve des sols ferrallitiques rajeunis, profonds et humifères. Ils possèdent une bonne structure sur les pentes et une structure dégradée parfois concrétionnée sur les sommets aplanis.

- En bas de pente, les sols sont constitués par des alluvions (ANDRIANASY Jackson, 1987). Ils sont souvent aménagés en rizière. l' hydromorphisme est accentué et se manifeste par des couleurs rouilles ou bleues caractéristiques et par des concrétions d' oxydes de fer, de manganèse....

223 - Géologie

Ranomafana est bâtie sur un socle cristallin. Il possède un faciès métamorphique formé par des schistes d' épizone, des migmatites et des migmatites granitoïdes.

D' après BESAIRE (1949) et H. De La ROCHE (1952), le socle est constitué par des migmatites schisteuses à biotite; parfois à hornblende; intercalé par des gneiss et des micaschistes. L' ensemble est traversé par des filons et des petits points granitiques.

L' altération donne des argiles latéritiques à zone inférieure arénacée, peu argileuse. Par ailleurs, des dykes diabasiques et amphibolites peuvent s' altérer en des terres bruns rouges.

3 - BOTANIQUE:

31 - Systématique:

Le riz est une plante annuelle, plus ou moins pubescente, à chaumes dressés, disposés par touffe, à racines fibreuses et touffues.

Une espèce originaire de l' Inde ;“*Oryza sativa* L.”; est fortement cultivée à Madagascar pour ses graines.

Tableau4: Classification du riz

REGNE	VEGETAL
SOUS-REGNE	EUCARYOTES
EMBRANCHEMENT	PHANEROGAMES
SOUS-EMBRANCHEMENT	ANGIOSPERMES
CLASSE	MONOCOTYLEDONES
ORDRE	GLUNIFLORES
FAMILLE	GRAMINEES
SOUS-FAMILLE	POOIDEAE
TRIBU	ORYZEAE
GENRE	ORYZA Lin.
SECTION	Sativa ROSCHEV

Les riz cultivés comprennent plusieurs variétés.

32 - Variétés

Les variétés cultivées à RANOMAFANA appartiennent en général au type JAPONICA. Ce type se caractérise par un épillet court, symétrique, à apex droit et avec un rapport longueur / largeur des grains inférieur ou égal à 3.

Les variétés recensées sont au nombre de 14. Certaines sont utilisées en culture irriguée, d' autres en culture sèche. Par ailleurs, certaines variétés peuvent s' adapter aussi bien en culture sèche qu' irriguée.

Nous donnons ici la liste des variétés avec leurs principales caractéristiques:

- les variétés Mazakatoka, Japonais, Toamasina et Vary botry : elles possèdent des panicules moins denses avec des graines à péricarpe blanc. Elles ne fournissent que peu de graines par panicule.

- les variétés Kelimidina, Vary mena: possédant des panicules moins denses, des chaumes courts et des graines à péricarpe brun. Elles aussi ne fournissent que peu de graines par panicule. Cependant, la fertilité des graines du Vary mena est médiocre (77,8%).

- les variétés Vary Rangahy et Vary Aloha : elles possèdent des chaumes courts très résistants à la verse et des panicules moins denses.

- les variétés Tsirimanana et Vary Hazo: possédant des chaumes longs, des panicules moyennement denses et des graines à péricarpe blanc. Ce sont des variétés productives.

- les variétés Vary Mainty, Ramamelona, Vary Madina Vaza: elles se reconnaît par des chaumes de longueur moyenne et une grande résistance à la verse. De plus, elles sont des variétés fortement productives.

D'après la classification proposée par LARROQUE, les variétés sont regroupées en:

- *groupe A*: **groupe des variétés étrangères du type JAPONICA** avec les variétés Japonais, Mazakatoka, Kelimidina;

- *groupe B*: **groupe des variétés de culture pluviale** avec les variétés Vary Hazo, Vary Madina Vaza, Vary Rangahy, Toamasina, Vary Botra, Vary Mainty, Ramamelona, Tsirimanana;

- *groupe D*: **groupe des variétés "Vary lava" de Madagascar** avec les variétés Vary Lava et Vary Mena.

33 - Morphologie

Le riz est une plante annuelle cultivée sous les tropiques.

331 - Les organes végétatifs

a - La racine:

Le riz possède une racine fasciculée.

Les racines primaires, apparues au début de la germination, ne possèdent qu'une vie éphémère. Quand la plante s'accroît, les racines secondaires prennent naissance; d'abord sur les premiers bourgeons de la base de la tige et sur les nœuds supérieurs ensuite. Ce sont ces racines secondaires qui assurent la survie de la plante au moment du repiquage.

b - La tige

C' est un chaume dressé tallant à la base. Dès la germination, le grain de paddy développe une tigelle ou *hypocotyle* entouré par un fourreau de couleur pâle appelé coléoptile.

Cette tigelle aura généralement douze nœuds. Chaque nœud bourgeonne et donne une feuille. Les six nœuds très rapprochés à la base de la plante, près du sol, vont en former six. A la base de chacune d'elles apparaîtra une ramification appelée talle. Ces six talles émettent des racines. Par la suite, ces derniers pourront développer six nouvelles tiges avec un épi.

Le pouvoir de tallage varie suivant les variétés et les conditions culturales (fertilité du sol, date de repiquage, écartement...). Les talles après leur apparition, regagnent rapidement en hauteur la tige principale. Elles ne sont pas productives : certaines; formées juste avant le stade de fin tallage; n' ont plus suffisamment de temps à fabriquer ses panicules.

Quant aux six autres nœuds supérieurs, ils ont des entre-nœuds beaucoup plus longs formant le corps de la tige vers le haut.

Les nœuds situés aux points d' insertion des feuilles sont renflés. Leur partie supérieure s' épaissit et forme un joint de gaine.

Les entre-nœuds sont des portions de tige comprises entre deux nœuds. Ils présentent une cavité médullaire vide plus ou moins importante suivant la variété (YOSHIDA, 1981). Le dernier entre-nœud supérieur porte la panicule.

c - Les feuilles

Chaque feuille est constituée par la gaine foliaire et le limbe. La gaine foliaire constitue la partie inférieure de la feuille qui enveloppe le nœud. Le limbe se caractérise par une forme linéaire, lancéolée, rubanée et comporte des nervures parallèles.

A l' articulation gaine limbe se trouve une ligule membraneuse de 1,5 à 2 cm de long munie de deux oreillettes basales ciliées appelées auricules (YOSHIDA, 1981).

332 - Les organes reproducteurs

La panicule représente l' inflorescence du riz. Elle est supportée par l' entre-nœud supérieur de la tige. Juste en dessous, on retrouve la feuille paniculaire. Elle s' insère à l' axe principal par le pédoncule. Celui-ci se prolonge pour former le rachis. Sur le rachis va se former des ramifications primaires appelées: racèmes; se subdivisant à son tour en ramification secondaire: racémules. C' est sur ces racémules que l' épillet s' insère par l' intermédiaire des pédicelles.

a - Épillet

Il comprend:

*deux glumes réduits au sommet du pédicelle,

*un axe portant les fleurs: le rachéole,

*trois fleurs dont deux stériles réduites aux lemnas et une fertile en position terminale. Pour la fleur fertile, les deux glumelles (lemna à la partie inférieure et palea à la partie supérieure) enveloppent le riz après pollinisation. Ces deux glumelles se réunissent à l'extrémité supérieure et forment l'apex. Le lemna peut être sans arête (mutique), muni d'une arête (apiculé) ou avec une arête longue (aristé) (DOBELMAN-T₁, 1976),

*deux lodicules,

*six étamines à filets libres,

*un ovaire en position supère, uniloculaire et uniovulé, surmonté de deux stigmates plumeux (BOSSER, 1969).

La fleur du riz est auto gamme.

b - Fruit

Il est un caryopse de forme oblongue de 8 à 15 mm enveloppé par les glumes et les glumelles.

Le caryopse est entouré par une couche externe appelé péricarpe ou tégument. Il est constitué par:

- l'endosperme riche en amidons, sucres, protéines et lipides

- et l'embryon à la base.

Figure 3: Les organes de la feuille

Figure 4: La panicule

34 - Physiologie

A partir d' une graine jusqu' à la récolte, le cycle végétatif du riz se divise en trois phases bien distinctes:

- la phase végétative,
- la phase reproductive,
- et la phase de maturation.

a - La phase végétative

Elle commence de la germination jusqu' au stade d' initiation paniculaire. Cette phase est très sensible aux variations de la longueur du jour (photopériodisme), de la température et de l' intensité lumineuse.

On distingue:

- **la levée** correspondant à une germination de la graine et apparition de l' hypocotyle. Peu après se développe la première feuille, la deuxième, la troisième et la quatrième feuille,
- **le stade plantule** qui correspond à l' apparition de la cinquième feuille,
- **le stade tallage** marqué par le début de ramification de la tige principale. Des tiges apparaissent sur le brin maître: talle de premier rang. Ensuite, sur les talles ayant déjà poussés: talles de deuxième, troisième, quatrième rang...

b - La phase reproductive

De l' initiation paniculaire jusqu' à la floraison, elle assure la reproduction du riz.

Le stade **initiation paniculaire** se reconnaît par la formation d' ébauche de la panicule appelé primordium paniculaire au nœud supérieur de la talle.

Il s' ensuit la **montaison** qui correspond au gonflement de la tige.

L' **épiason** se distingue par l' émergence de la panicule à la base de la gaine paniculaire.

Enfin, nous avons le stade **floraison**. Il est reconnu par l' anthèse correspondant à l' ouverture des anthères et la pollinisation. Ensuite, les glumelles se referment. Ce stade peut durer 6 à 8 jours par panicule.

c - La phase de maturation

C' est la période de remplissage des grains. Elle dure environ 25 à 35 jours.

Il y a trois stades:

- **Stade grain laiteux**: remplissage des grains avec des matières aqueuses incolores. Ces matières s' épaississent et prennent une couleur laiteuse. Le port de la panicule est dressé.
- **Stade grain pâteux**: la matière laiteuse se transforme en pâte molle puis durcie.

- **Stade de maturité**: la graine devient mûre, pleine et résistante. La panicule prend une allure courbée.

35 - Cycle cultural

Pour la culture sèche, le défrichage -brûlis commence en Septembre, le semis en Octobre et la récolte se fait au mois de janvier.

Pour la riziculture irriguée, elle se subdivise en trois saisons culturales:

- le “**vary aloha**” : au mois d’ Août Septembre, on effectue le semis; le repiquage se fait en Octobre et la moisson en Décembre-Janvier

- le “**vary taombe**” : le semis fait en Octobre est suivi du repiquage au mois de Novembre Décembre. La récolte se fait au mois de Mars et d’ Avril

- le “**vary afara**” ou “**vary vatomandry**” : le semis est réalisé en Décembre, le repiquage en Janvier Février et la moisson en Mai et Juin.

II – ETUDE DESCRIPTIVE DU S.R.I.

Le S.R.I. permet d'améliorer le rendement sans recourir aux intrants importés. Le système consiste à optimiser le pouvoir de tallage du riz dans l'environnement où il est cultivé. Il fournit aux paysans un éventail de décision pour accroître sa production. Des techniques spéciales peuvent être adoptées en fonction des observations et des expériences vécues. L'essentiel est de mieux comprendre le riz, sa physiologie et le sol.

21 - LES VARIABLES DANS LE S.R.I.

Le Père H. de LAULANIE a observé attentivement les mécanismes physiologiques du riz. Il a noté les facteurs inhibant le développement de la plante. Par la suite, il aboutit à la systématisation des 5 variables suivantes :

- l'âge de transplantation
- l'écartement et le nombre de plants par touffe
- le sarclage
- la maîtrise d'eau
- et la fumure organique.

11 - L'âge de transplantation

Les plants de riz sont souvent repiqués à l'âge de 30 à 45 jours dans la plupart des pratiques rizicoles. En S.R.I., on doit repiquer des plants très jeunes.

En effet, un repiquage à 45 jours ne fournit que trop peu de talles: 20 seulement, alors que la transplantation de plants jeunes produit jusqu'à 60 talles. Cela s'explique par le *phyllochrone* qui se définit comme la période d'apparition de deux feuilles de même rang sur la tige principale. La durée moyenne varie suivant l'altitude: 5 jours au niveau de la mer, 6 jours à 750 mètres et 7 jours à 1500 mètres.

Tableau 5: Tableau de KATAYAMA (S.R.I.- Patrick Vallois)

PHYLLOCHRONE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Totaux
Tige principale		1												1
Talles de 1 ^o rang					1	1	1	1	1	1				6
Talles de 2 ^o rang							1	2	3	4	5	6	5	26
Talles de 3 ^o rang									1	3	6	10	15	35
Talles de 4 ^o rang											1	4	10	15
Talles de 5 ^o rang													1	1
Total par phyllochrone	0	1	0	0	1	1	2	3	5	8	12	20	31	84
Total cumulé		1	1	1	2	3	5	8	13	21	33	53	84	

Source: [11]

Généralement, il apparaît 12 feuilles sur la tige principale du riz donc 12 phyllochrones. Les talles se forment continuellement au cours des 12 phyllochrones. Et comment expliquer le nombre élevé de talles en S.R.I.? Une telle question requiert une autre présentation plus concise et plus pratique du tableau de KATAYAMA.

Tableau 6: Tableau de descendance sur 12 phyllochrones

Niveau des talles							Totaux
Talles de premier rang	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	6
Talles de deuxième rang	6	6	5	4	3	2	26
Talles de troisième rang	15	10	6	3	1		35
Talles de quatrième rang	10	4	1				15
Talles de cinquième rang	1						1
Total des descendants	33	21	13	8	5	3	83
Valeur en %	39,7	25,3	15,7	9,7	6	3,6	100

Source:[11]

Avec un repiquage de 45 jours, nous arrivons au sixième phyllochrone. Le tableau de KATAYAMA indique qu' on a perdu les 3 talles du premier rang et leur descendance. Seuls les quatrième, cinquième et sixième talles en fournissent de nouvelles. Mais nous n'aurons plus qu'un nombre trop minime de 16. La possibilité de tallage est ainsi réduite de 80%. Pour que la plante puisse montrer sa capacité en matière de tallage, il faudrait lui donner l'opportunité de former les six talles de premier rang et donc faire le repiquage avant le troisième phyllochrone.

De là, le repiquage s'effectue à la fin du second phyllochrone, 14 à 21 jours après la germination ou 10 à 18 jours après le semis en pépinière. Outre l'avantage cité plus haut, le jeune plant récupère très

vite après le traumatisme de repiquage (cicatrisation des plaies, remplacement des éléments racinaires laissés dans le sol, reconstitution des réserves utiles à l'apparition de la première talle...). On peut énoncer alors que “ la pépinière qui rend possible le repiquage de plants jeunes et vigoureux demeure dans toute riziculture évoluée le meilleur élément de productivité” (DOBELMANN, 1961). Mais d'autres facteurs sont aussi requis pour avoir un bon tallage.

12 - L'écartement et le nombre de plantes par touffe

Le principaux rôles de l'écartement sont d'éviter la compétition entre les pieds et de permettre une bonne réception de la lumière.

* Des nombres de plants par touffe très élevés et /ou des plants trop rapprochés réduisent énormément la quantité de talles formées. En fait, les plants de riz vont subir une série de concurrence: pour l'espace, pour les éléments nutritifs et pour la lumière.

Ils ont besoin suffisamment d'espace pour bien se développer. Par ailleurs, chaque plant, soumis en permanence sous l'influence des autres plants de riz placés tout près de lui, n'arrive pas à exploiter au maximum les éléments nutritifs dans le sol.

Ainsi, il cherche à terminer rapidement son cycle impliquant un arrêt précoce de tallage et une formation immédiate des panicules. C'est d'ailleurs le même cas avec le nombre de plants par touffe élevé.

* La lumière constitue également un facteur limitant sur le développement des talles. Tout d'abord, le repiquage en carré avec espacement réduit l'ombrage des racines qui peuvent alors recevoir l'énergie issue de la lumière. En conséquence, les jeunes racines ont un mouvement actif d'hydrogénase et une haute potentialité d'oxydase cytochromique aidant à l'activité du système respiratoire (ISHIZUKA, 1971). D'autre part, les pieds très serrés se font de l'ombre, l'assimilation chlorophyllienne se trouve entravée et les talles s'arrêtent de se développer.

Ainsi, un repiquage avec un large espacement et un seul plant par touffe est le facteur d'amélioration du rendement en S.R.I. Pourtant, il n'arrive pas toujours qu'on obtienne plus de rendement avec le plus d'écartement. Il existe une certaine limite à partir de laquelle la quantité des graines par pied ne peut plus compenser l'espacement laissé entre les plants. Cette limite sera l'espacement optimal pour le riz. Généralement, il est de 20x20 cm² ou 25x25 cm².

13 - Le sarclage

Au champ, les mauvaises herbes constituent l'un des principaux ennemis du riz. Elles vont concurrencer le plant de riz, non seulement pour l'espace et pour les éléments nutritifs, mais aussi pour la lumière. Par conséquent, la lutte contre les adventices est primordial pour avoir un bon rendement.

Le sarclage s'effectue avec un outil mécanique: la sarcluse. Généralement, on réalise trois sarclages précoces au cours d'une campagne. Le premier se fait 10 à 12 jours après le repiquage et les autres sont exécutés avec un intervalle de 20 à 30 jours. Grâce à ceux-ci, les mauvaises herbes n'auront pas le temps de pousser et d'exercer leur mauvaises actions. Elles ne peuvent pas pomper les éléments nutritifs du sol.

Outre l'avantage d'éliminer les herbes adventices, le sarclage mécanique assure une meilleure oxygénation du terrain en remuant la terre.

14 - Maîtrise d'eau

Nous avons toujours l'habitude d'associer les deux termes eau et rizière. Ce n'est pas l'idée d'utiliser l'eau qui est mauvais en soi, c'est plutôt la submersion.

En effet, le riz n'est pas une plante aquatique mais c'est une plante qui supporte la submersion. Au cours des phases de submersion, le riz se creuse des lacunes aërières afin de pouvoir utiliser l'oxygène de l'air.

La submersion entraîne le phénomène d'hypoxie racinaire qui se manifeste par:

- l'inhibition de l'élongation racinaire: l'insuffisance d'oxygène provoque la réduction du développement racinaire et le manque de l'assimilation des éléments minéraux (KRAMER, 1956),

- une modification de l'anatomie cellulaire à partir du 25^{ème} jour après le semis: l'effet cumulé de l'anoxie et de l'acidité provoque la destruction du cortex racinaire, le décollement de l'assise pilifère, la formation d'assises subéreuses exodermiques, la création de lacunes aërières, le grossissement et le raccourcissement des poils absorbants (M. PUARD, PCOCHAT, G.LASCEVE; 1989),

Quant à la submersion, elle engendre:

- l'accumulation de l'azote sous forme ammoniacale dans le sol au détriment de l'azote nitrique: la décomposition de la matière organique s'arrête au stade d'ammonification. Les micro-organismes responsables de telle dégradation n'ont qu'un faible besoin en NH_4^+ d'où une accumulation de l'ion ammonium dans le sol. D'autre part, la majorité des réactions chimiques dans un sol submergé contribue à la consommation et la libération d'ions H^+/OH^- . Et ces deux mécanismes conduisent à une élévation du pH.

- Une forte fluctuation du pH: la plupart de l'azote dans les rizières de bas-fonds est prélevé sous forme de NH_4^+ . La plante après avoir absorbé l'ion ammonium, excrète des ions H^+ pour assurer l'équilibre de charge du milieu. Sur ce, un sol de rizière est soumis à une évolution du pH à la neutralité après submersion puis à une baisse au fur et à mesure de la croissance du végétal.

- La dénitrification par suite d'un milieu réducteur fournissant des oxydes d'azote très toxique dans la rhizosphère du riz: les formes oxydées d'azote sont utilisées par certains micro-organismes anaérobies

facultatives comme accepteurs d'électrons et réduites en N_2O et en N_2 . La vitesse de dénitrification dépend de la disponibilité des sources d'énergie.

- Et la réduction de l'absorption du phosphore et du calcium.

Selon nous, la baisse de l'absorption du phosphore se manifeste comme la plus grave défaillance de la riziculture de submersion. Un sol submergé est un site préférentiel de réactions de réduction des nitrates, des ions ferriques et des sulfates. Néanmoins, l'existence de gaines ferriques tout autour des racines inhibe énormément ces activités réductrices. A l'intérieur des gaines ferriques et des surfaces racinaires, il se forme un milieu oxydé grâce à l'oxygène de l'air transmis par l'aérenchyme (JENSEN et al., 1967; SMIRNOFF et CRAWFORD, 1983; PUARD, 1988; VIZIER, 1988). Mais cette oxygénation ne concerne que la proche rhizosphérique et le rhizoplan (surface des systèmes racinaires).

Les gaines ferriques constituent un obstacle sur la disponibilité du phosphore. D'une part, elles sont des pièges efficaces par suite de son grand pouvoir d'adsorption sur le phosphore. D'autre part, les gaines observées autour des racines se comportent comme une barrière pour le passage du phosphore vers la plante.

En bref, la submersion présente plusieurs inconvénients pour la plante. Mieux vaut pratiquer le minimum d'eau dans les rizières en essayant seulement de satisfaire le besoin en eau du riz.

Pendant la phase de croissance, le terrain sera maintenu humide. Ensuite, 3 à 4 cm de lame d'eau est appliquée à partir du fin de tallage jusqu'à la maturité pour assurer la formation des panicules et la montée des sèves vers les graines. 25 jours avant la récolte, toute la rizière sera asséchée pour homogénéiser la maturation du riz.

15 - Fumure organique: compost

Les fumures organiques sont souvent utilisées comme amendement. Ils améliorent les propriétés physiques du sol:

- porosité: augmentation de la capillarité des sols (NAKAYA et SATORUMOTOMURA, 1984)
- capacité de rétention en eau
- aération
- et amélioration de la structure: formation d'agrégats.

Il ne faut pas perdre de vue que le compost fournit également des éléments majeurs N, P et K et beaucoup d'autres micro-éléments Mg, Cu, Zn, Mb... En outre, il accroît la capacité d'échange du sol par l'intermédiaire de l'humus et procure des sites préférentiels favorables pour la prolifération des flores microbiennes.

Entre autres, le compost possède un arrière effet. Les éléments fertilisants contenus dans le compost ne craignent pas le risque de lessivage ou de rétrogradation. La libération de ces éléments ne se

fait que progressivement suivant l'activité microbienne du sol et la culture peut en bénéficier continuellement. Un autre intérêt du compost est la production de régulateurs de croissance par les bactéries, qui augmentent l'absorption des éléments nutritifs.

Étant donné le coût onéreux des engrais chimiques, l'emploi du compost s'avère intéressant: bouses de vache, pailles, feuilles vertes, débris végétaux... Quant à Ranomafana, nous avons l'avantage considérable de pouvoir fabriquer du compost à partir des "longoza" réputés très riches en phosphore (0,2%, CORNELL UNIVERSITY).

2 - HYPOTHESES POSEES: LES FACTEURS EXPLICATIFS D'UN HAUT RENDEMENT

Le fait le plus ahurissant est l'obtention d'un haut rendement avec le S.R.I.. Une rizière sur laquelle on ne récolte que 2 t /ha avec les techniques usuelles fournit 8 et même 9 t /ha avec le S.R.I. Pour cela, nous avons conçu 3 hypothèses:

- fort développement du tallage,
- meilleur développement du système racinaire,
- et un bon rendement en graines.

21 - Fort développement du tallage

Nous pratiquons toujours la transplantation afin d'éviter la concurrence exercée par les mauvaises herbes. Toutefois, la plante subit différentes meurtrissures à l'arrachage, au transport et au repiquage proprement dit. En outre, elle doit s'adapter à un milieu tout à fait nouveau.

Un repiquage avant le troisième phyllochrone réduit énormément toutes ces sortes de traumatisme. A cet âge, le plant ne s'est pas encore enraciné profondément. Il vient juste de former ses systèmes racinaires. En effet, la plantule continue toujours de puiser les réserves contenues dans les graines jusqu'au treizième jour après le semis. C'est à partir de ce jour qu'elle commence à tirer son alimentation dans le milieu de culture. De plus, la plantule cicatrise vite ses blessures. Elle reprend aussitôt ses fonctions vitales et ne rencontre pas de difficulté pour fabriquer la première talle. On ne risque pas ainsi de perdre la génération de la première talle du brin -maître qui représente environ 40% des talles totales. Grâce à une très forte descendance assurée par les trois premières talles du brin -maître, nous obtiendrons facilement un nombre élevé de talles, ce qui induira une quantité notable de panicules supportant les graines de riz.

Mais le repiquage jeune n'octroie pas à lui seul cette formation importante. L'écartement et la lumière entrent aussi en jeu. Une plantation en carré avec des plants espacés de 25x25 cm² et 30x30 cm² permet au riz de bénéficier l'espace vital utile à sa croissance. Un espacement moindre provoque à la fois

une concurrence pour l'espace, pour les éléments nutritifs et surtout pour la lumière. Les plants repiqués trop étroitement se font de l'ombre et arrêtent immédiatement de former leurs talles.

22 - Meilleur développement du système racinaire

Les fonctions métaboliques de la plante ne sont bouleversées que trop peu de temps avec un repiquage très jeune. Transplantée avant le troisième phyllochrone, la plante peut fabriquer plusieurs talles. A chaque talle apparue correspond de nouvelles couronnes de racines. Un gros pied vigoureux développe davantage son système racinaire. Les racines sont beaucoup plus longues et plus nombreuses et présentent une épaisseur supérieure. Ce qui leur permet d'explorer un volume important de terre. Elles trouveront facilement les éléments nécessaires à leur développement.

Les adventices entravent intensément le développement de la plante. Non seulement, elles accumulent l'azote minéral mais émettent également des toxines afin de réduire le pouvoir de succion des racines. Une élimination radicale des mauvaises herbes prévient tous ces effets néfastes. Une fois le contrôle des adventices réglé, un espacement optimum et un plant repiqué individuellement seront un atout pour assurer un bon cheminement des racines à travers les interstices laissées par les agrégats.

Une condition d'anaérobiose peut cependant déstructurer le cortex racinaire [31] et obliger la plante à former des lacunes aérifères. Le pH des zones autour de la racine est réduit à cause d'une affinité du riz pour la forme ammoniacale aux détriments des formes nitriques (extrusion de proton H^+ pour équilibrer le milieu). De surcroît, les racines ne peuvent pénétrer profondément malgré la formation d'assises subéreuses exodermiques assurant la résistance mécanique du riz.

De ce fait, nous devons empêcher toutes ces formes d'adaptation conduisant la plante à n'assurer que sa survie. Il est préférable d'utiliser le minimum d'eau. De toute façon, une meilleure oxygénation permet d'accroître le nombre des racines, de favoriser une bonne élongation et une intense ramification du système racinaire (JC O'TOOLE and SOEMARTONO; 1980). En maintenant le terrain humide, nous empêcherons la réduction des ions ferriques en ions ferreux et de là la formation des gaines ferriques, pièges efficaces limitant la disponibilité du phosphore. En quantité suffisante, le phosphore, en synergie avec l'azote, peut assurer une abondante formation d'éléments racinaires. De plus, il joue un rôle important sur la fabrication des graines et l'élaboration des réserves.

23 - Rendement en graines: nombre de graines par panicule et remplissage des graines

Un sol aéré contribue à une bonne activité racinaire. Le système racinaire, bien développé, présente des surfaces de contact qui permettent à la plante de puiser aisément l'azote le potassium et le phosphore.

Le pouvoir d'absorption des racines est élevé pendant les phases de croissance et décroît avec l'âge de la plante (TAKHASHI et al., 1955). MITSUI (1954) rapporte même que l'application de phosphore durant la phase de croissance est effective sur le rendement.

L'absorption de phosphore pendant la phase de tallage est efficacement utilisée pour la production de graines et fournit un rendement optimum, matérialisé directement par un nombre de graines important. Le phosphore prélevé en dehors de cette période est accumulé dans les graines, pailles et racines au détriment du rendement.

Cette accumulation du phosphore stimule la plante à absorber des quantités supplémentaires d'azote. D'après une étude réalisée sur 19 sols argileux à l'Arkansas, le rendement en graines augmente linéairement avec la quantité d'azote libérée dans le sol (SIMS et al., 1967). Si la plante trouve une source d'azote dans le milieu, le phosphore, par l'intermédiaire des enzymes phosphatées, favorise davantage la formation d'amidon. Les amidons sont ensuite mis en réserve dans les graines. Le taux de remplissage des graines est alors supérieur.

Un des principaux avantages du compost est la libération progressive des éléments nutritifs permettant à la plante de l'utiliser à tout moment. Une étude réalisée par RANDRIANASARA Raymond (1998), démontre que le poids de 100 graines issues d'une rizière avec fumure organique (matières fécales bovines) est 9% fois supérieur à celui issues d'une rizière sans fumure organique. De même, nous aurons un taux d'azote supérieur dans les graines avec la fumure organique.

III – EXPERIMENTATION

1 - MATERIELS ET METHODES

11 - Matériels biologiques

Pour sa meilleure faculté d'adaptation aux conditions climatiques et sa productivité, la variété X265 a été utilisée pour le besoin de l'essai. Ce matériel a été prélevé au Centre de Multiplication de Semences -Anosy Fianarantsoa afin d'éviter tout risque de mélange de variétés.

Le matériel végétal X265

La variété X265 ou IR15-579-24-2, dénommée encore MAILAKA, est originaire de Philippines (IRRI). Elle est utilisée en riziculture irriguée. Son cycle cultural dure environ 165 jours.

Avec une hauteur de 90 cm, elle est caractérisée par un port semi-dressé, port de la feuille paniculaire érigé, un faible pouvoir de tallage (20 talles) et des graines presque toujours remplies.

C'est une variété mutique signifiant que les graines n'ont pas d'aristations. Elle est résistante à la verse. Par ailleurs, son aptitude à se développer avec un déficit ou un excès d'eau, sa tolérance à la pyriculariose et sa résistance à l'égrenage au champ la qualifient d'une variété rustique. Son rendement moyen est équivalent à 5 tonnes à l'ha.

12 - Lieu d'expérimentation - Caractéristiques pédo -climatiques

L'expérimentation est installée dans les zones périphériques du Parc National de Ranomafana.

Deux sites d'expérimentation ont été choisis:

- l'un; situé à Ranomafana, présente un climat relativement chaud et humide. Avec une altitude de 610 m, le froid d'altitude ne constitue pas un obstacle à la production. L'essai a été mis en place sur des colluvions de bas de pente. C'est un sol à minéraux bruts d'érosion à structure limono-sableux. Le terrain d'expérimentation (référence: terrain A) possède une superficie de 4 ares. Celui-ci est seulement destiné à l'étude du niveau "Type de terrain – Sablo- limoneux".

- l'autre; situé à Ambatovaky (26 km au Sud-Ouest de Ranomafana), présente un climat moins chaud et toujours humide. Avec une altitude de 1230m, le froid est à craindre dans cette région. Généralement, les sols des rizières sont des sols hydromorphes à minéraux avec des structures argileuses ou argilo-sableuses. La superficie du terrain d'expérimentation installé dans cette zone est de 20 ares (référence: terrain B).

13 - Dispositifs d'expérimentation

Trois facteurs sont à étudier:

- la date de transplantation,
- le nombre de plants repiqués,
- et l'écartement des plants.

Nous avons choisi le dispositif "Bloc de FISHER". Le nombre de blocs a été fixé à trois, correspondant à 3 répétitions de chaque traitement. Chaque bloc comporte un nombre de parcelles égal au nombre de traitement et les traitements y sont répartis au hasard.

Les traitements s'effectuent sur une parcelle de 2x2 m². Chaque parcelle est entourée de 50 cm de bordure et mesure alors 3x3 m². Ces parcelles sont toutes séparées les unes des autres par des canaux d'irrigation et de drainage.

14 - Mise en place de l'essai

Tous les essais ont été mis en place sur les rizières des paysans. Nous ne cherchons certes pas à modifier leurs pratiques mais plutôt d'obtenir les résultats avec leurs conditions de culture.

141 - Préparation du terrain

*** Terrain A et B :**

Un mois avant la mise en place de l'essai, un labour profond généralisé a été appliqué sur toute la surface, atteignant jusqu'à 60 cm de profondeur. Peu de temps avant le repiquage, le terrain est submergé pour ramollir les mottes. Une opération de débitage des mottes est effectuée quelques jours après. Celle-ci se fait à l'aide d'une herse. Et s'ensuit le nivellement rendant la surface de la rizière plane.

Tous ces travaux de préparation finis, le champ est subdivisé en parcelle de 3x3m².

142 - Fertilisation

Terrain A :

Le terrain ne reçoit aucune fertilisation.

L'apport continuels d'alluvions lui permet de maintenir sa fertilité.

Tableau 7: Caractéristique physico-chimique du terrain B Ranomafana

	PARCELLE		1
Granulométrie de la matière minérale	Argile	%	
	Limon	%	
	Sable	%	
	Classe texturale		
	Matière organique totale	%	

Matière organique	Carbone organique total	%	
	Azote total	%	
	C/N		
Acidité	pH eau		
Taux de saturation Co(NH₃)₆Cl₃	S/T	%	
Phosphore	Assimilable (Olsen)	ppm P	

Terrain B :

Le champ d'essai est une rizière sur laquelle on a pratiqué de la contre-saison : pomme de terre. Avant cela, un apport de 75 kg de NPK 11-22-16 et de 4 tonnes de compost à base de déjection de porcs et de feuilles vertes a été effectué sur les 20 ares de rizières.

Les résidus de récolte de la pomme de terre sont incorporés dans le sol au cours du labour.

Dans la zone d'Ambatovaky, les rizières sont généralement pauvres en éléments nutritifs.

Tableau 8: Caractéristique physico-chimique du terrain A-Ambatovaky

PARCELLE		SE	N	SW
Granulométrie de la matière minérale	Argile %	11.04	26.02	29.03
	Limon %	39.73	18.64	19.24
	Sable %	49.22	55.35	51.73
	Classe texturale	L	LAS	LAS
Matière organique	Matière organique totale %	16.00	12.78	15.41
	Carbone organique total %	9.30	7.43	8.96
	Azote total %	4.60	4.03	4.33
	C/N	20	18	21
Acidité	pH eau	5.78	5.78	5.78
Taux de saturation Co(NH₃)₆Cl₃	S/T %	42	45	39
Phosphore	Assimilable (Olsen) ppm P	9	7	8

Les sols retenus pour l'expérimentation sont des sols de bas-fonds très riches en azote, fortement déficients en phosphore assimilable et caractérisés par une matière organique mal décomposée.

Ils se distinguent par:

- leur texture,
- leur capacité d'échange et leur taux de saturation: capacité d'échange cationique faible pour sud-Est et Nord et saturation moyenne; capacité d'échange cationique moyenne pour Sud-Ouest et saturation faible.

A cet effet, nous avons utilisé l'engrais NPK. 225 g de NPK 11-22-16 est apporté sur chaque parcelle. Cet apport se fait quelques jours après le repiquage afin de réduire les pertes par lessivage et dénitrification.

15 - Travaux culturaux

Ils comprennent:

- les travaux sur la pépinière
- et ceux sur le terrain d'expérimentation.

151 - Pépinière

a - Préparation de la pépinière

Le choix se porte sur un terrain exondé et pas trop loin d'une source d'eau. Il doit être léger ou très meuble.

Une fois le terrain labouré, il faut réaliser les travaux de préparation du lit de semences par émottage et planage. Le niveau du terrain est rendu plan en supprimant toutes les rugosités et les dépressions de la pépinière.

b - Préparation des semences

b₁ - Élimination des graines vides ou mal formées. Le lot de graines est mis dans un seau rempli d'eau. Ensuite, on prend le soin d'éliminer les graines flottant à la surface de l'eau.

b₂ - Prégermination

Un sac rempli de grains de riz au 2/3 sera placé dans de l'eau tiède. La température de l'eau est gardée constante en plaçant le récipient à proximité du foyer. 24 heures après l'immersion, le sac est transféré à l'intérieur d'une fumure en pleine décomposition. La succession de ces deux phases va tout d'abord déclencher le gonflement des graines par une forte absorption d'eau, et ultérieurement, une activité respiratoire intense créée par un milieu chaud. Une pointe blanche est visible sur les fentes d'ouverture des graines au bout de 18 heures.

c - Semis

Le semis s'effectue à graines germées. Ces graines sont ensuite recouverte de 2 à 3 cm de terres fines. La dose est de 5 kapaoka pour une parcelle de 2 m². Cette parcelle permet de planter 15 ares de rizière.

d - Entretien

Afin d'empêcher l'entraînement des graines par les eaux d'arrosage et de protéger les graines contre les fody, un léger paillage est effectué.

Le semis ne reçoit jamais une irrigation permanente, seuls la pluie ou des arrosages maintiennent le sol suffisamment humide pour entretenir la végétation. 4 jours après le semis, la tigelle commence à apparaître à la surface du sol : c'est la levée. Juste à ce moment là, les paillages doivent être enlevés.

152 - Terrain d'expérimentation

a - Repiquage

Les plants de riz sont prélevés avec les mottes de terre adhérant aux racines. La transplantation se fait sur un terrain humide et non submergé. Le nombre de brins repiqués varie de 1 à 3 suivant l'essai.

b - Entretien

b₁ - Sarclage

* Les espèces adventices

Les espèces adventices, communes à presque toutes les régions de culture, appartiennent à deux familles: les *Graminées* et les *Cypéracées*. Elles peuvent être aquatiques ou terrestres.

- Les *Graminées*

Les *Graminées* forment de loin les herbes adventices les plus difficiles à contrôler. Le genre fréquemment rencontré est l' *Echinochloa* dont *E. colona* connu sous le nom de **karangy**.

Quelques espèces dans le tribu des *Oryzées* sont également observées; comme le *Leersia hexandra* Swartz dénommé localement **tsiriry**; et divers riz sauvages tels que; *Oryza perennis*, *Oryza longistaminata*...

- Les *Cypéracées*

Les *Cypéracées* sont relativement moins dangereuses que les *Graminées*. De nombreux genres et espèces sont rencontrés dans les rizières:

- les *Scirpus* à feuilles nulles ou réduites avec l'espèce *Scirpus juncoïdes* Roxle (**ahi-pilo**) principalement;

- les *Cyperus*: *C. esculentus* (**karepoka**), *C. latifolius* (herana), *C. rotundus*... Leur prolifération se fait à l'aide des tubercules, des semences avec un court cycle d'évolution;

- les *Eleocharis* : notamment *E. plantaginea* (**harefo**), *E. minuta* Boeck (**vilonondry**);

- le *Scleria* sp. (**tsivakimpanoto**);

- et le *Fimbristylis miliacea* (**taindalitra**).

* Lutte contre les mauvaises herbes

Quatre séries de sarclage ont été réalisées. Le premier a été fait manuellement et les trois autres ont été effectués avec la houe rotative.

Les jeunes plants sont sarclés à l'âge de 38 jours, soit 26 jours après le repiquage à 12 jours. Ensuite, les autres repiquages sont exécutés à 25 jours d'intervalle.

b₂ - Maîtrise de l'eau

Pendant les 3 premiers mois après le repiquage, le terrain est maintenu humide. Lors de la montaison, le riz requiert le maximum d'éléments fertilisants N, P et K pour former ses panicules et ses graines. Pour cela, le terrain est immergé d'une mince couche d'eau de 4 cm d'épaisseur. La mobilisation des éléments étant assurée par l'eau. En asséchant la rizière quelques jours avant la récolte, on homogénéise la maturation des graines (Faire migrer les réserves de la plante vers les graines).

c - Récolte

La récolte se fait manuellement à l'aide de faucilles. Les tiges seront ensuite disposées en javelles. Ces dernières sont reliées en gerbes le jour même de la coupe. Après avoir été transportées à l'aire de battage, elles sont arrangées en moyettes puis rassemblées en meule (séchage avant battage). Le lendemain de la coupe, on réalise l'opération de battage consistant à dépiquer le paddy à l'aide du pied (fouillage).

2 - LES PRINCIPAUX FACTEURS ETUDIES

21 - Effet de l'âge de transplantation

Le facteur étudié sera la date de transplantation. Ce facteur comprend 3 niveaux:

- le niveau fumure
- le niveau type des sol
- et le niveau maîtrise de l'irrigation.

Dans chaque niveau, nous retrouvons 5 ou 6 traitements.

Les traitements sont représentés comme suit:

T0 = transplantation à 40-42 jours

T3 = transplantation à 12 jours

T1 = transplantation à 20 jours

T4¹ = transplantation à 8 jours

T2 = transplantation à 16 jours

T5 = transplantation à 35 jours

La transplantation est réalisée avec un seul brin et un écartement de 25x25 cm².

Deux voies sont possibles pour ce facteur:

- effectuer le repiquage en même temps donc avec un semis à différentes dates;
- ou faire le semis à une date fixe et c'est le repiquage qu'on effectue à des dates variées.

Il est vrai et nous sommes convaincus qu'un repiquage à date fixe donne un meilleur rendement qu'un semis à date fixe (DOBELMAN, 1976). Toutefois, que les paysans fassent un repiquage de plants jeunes ou un repiquage tardif, ils exécutent le semis à la même période. De ce fait, semer le riz à une date fixe est beaucoup plus proche des pratiques paysannes.

211 - Fumure

Ce niveau comprend 2 sous-niveaux: l'un sans compost et l'autre avec compost.

*** *Sans compost***

Le dispositif est mis en place sur un terrain ARGILO-LIMONO-SABLEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

¹La transplantation à 8 jours n'a pas pu être effectuée pour toutes les parcelles puisque nous n'avons pas assez de main d'oeuvre

BLOC 1	T3	T2	T0	T5	T1
BLOC 2	T1	T3	T5	T0	T2
BLOC 3	T5	T2	T0	T1	T3

*** Avec compost**

Le dispositif est mis en place sur un terrain ARGILO-LIMONO-SABLEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

Nous avons apporté 720 g de compost Taroka sur chaque parcelle.

BLOC 1	T3	T2	T0	T5	T1
BLOC 2	T1	T2	T0	T5	T3
BLOC 3	T2	T5	T1	T0	T3

212 - Type de sol

Deux types de sol ont été pris: un terrain SABLO-LIMONEUX et un terrain LIMONO-ARGILO-SABLEUX.

*** Terrain sablo-limoneux**

Dans ce sous-niveau, nous avons ajouté un autre traitement: le semis direct. Il est symbolisé par T6.

L'irrigation est CONTROLE.

BLOC 1	T1	T6	T4	T2	T5
BLOC 2	T2	T5	T6	T1	T4
BLOC 3	T6	T1	T4	T5	T2

*** Terrain Limono-Argilo-Sableux**

L'irrigation est CONTROLE.

BLOC 1	T1	T4	T2	T5	T0	T3
BLOC 2	T1	T2	T0	T5	T4	T3
BLOC 3	T4	T3	T2	T0	T5	T1

213 - Contrôle de l'irrigation ¹

Le terrain est LIMONO-ARGILO-SABLEUX. Dans ce niveau, nous avons un BON CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	T3	T2	T0	T5	T1
BLOC 2	T1	T3	T0	T5	T2
BLOC 3	T5	T1	T2	T0	T3

22 - Effet de l'écartement des plants

Le facteur étudié sera l'écartement des plants. Ce facteur comprend 3 niveaux:

- le niveau fumure
- le niveau type des sol
- et le niveau maîtrise de l'irrigation.

Dans chaque niveau, nous retrouvons 5 traitements.

Les traitements sont représentés comme suit:

E1 = écartement 10x10 cm²

E4 = écartement 25x25 cm²

E2 = écartement 15x15 cm²

E5 = écartement 30x30 cm²

E3 = écartement 20x20 cm²

La transplantation est effectuée à 12 jours avec un seul plant par touffe sauf pour le niveau type de sol qui est à 8 jours.

221 - Fumure

Ce niveau comprend 2 sous-niveaux: l'un sans compost et l'autre avec compost.

*** *Sans compost***

¹Un essai sur une rizière dans laquelle on a pratiqué la submersion est réalisé, mais elle a été récoltée prématurément à cause de la crainte du propriétaire de l'invasion des sauterelles. D'autre part, nous l'avons éliminé car il s'agit d'un terrain marrécageux

Le dispositif est mis en place sur un terrain LIMONEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	E4	E3	E2	E1	E5
BLOC 2	E1	E3	E2	E5	E4
BLOC 3	E4	E5	E2	E1	E3

*** Avec compost**

Le dispositif est mis en place sur un terrain LIMONEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	E4	E3	E2	E1	E5
BLOC 2	E1	E3	E2	E5	E4
BLOC 3	E4	E5	E2	E1	E3

222 - Type de sol

Deux types de sol ont été pris: un terrain SABLO-LIMONEUX et un terrain LIMONO-ARGILO-SABLEUX.

*** Terrain sablo-limoneux**

L'irrigation est CONTROLE.

BLOC 1	E4	E3	E2	E1	E5
BLOC 2	E1	E3	E2	E5	E4
BLOC 3	E4	E5	E2	E1	E3

*** Terrain Limono-Argilo-Sableux**

L'irrigation est CONTROLE.

BLOC 1	E4	E3	E2	E1	E5
BLOC 2	E1	E3	E2	E5	E4
BLOC 3	E4	E5	E2	E1	E3

223 - Contrôle de l'irrigation

Le terrain est LIMONO-ARGILO-SABLEUX. Dans ce niveau, nous avons un BON CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	E5	E1	E2	E3	E4
BLOC 2	E1	E3	E2	E5	E4
BLOC 3	E4	E5	E2	E1	E3

23- Effet du nombre de plants par touffe

Le facteur étudié sera le nombre de plants par touffe. Ce facteur comprend 3 niveaux:

- le niveau fumure
- le niveau type de sol
- et le niveau maîtrise de l'irrigation.

Dans chaque niveau, nous retrouvons 2 traitements.

Les traitements sont représentés comme suit:

A1 = un seul plant par touffe

A2 = 3 plants par touffe

La transplantation est réalisée à 12 jours avec un écartement de 25x25 cm² sauf pour le niveau type de sol qui est à 8 jours.

231 - Fumure

Ce niveau comprend 2 sous-niveaux: l'un sans compost et l'autre avec compost.

*** *Sans compost***

Le dispositif est mis en place sur un terrain LIMONEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	A2	A1
BLOC 2	A1	A2
BLOC 3	A1	A2

*** Avec compost**

Le dispositif est mis en place sur un terrain LIMONEUX avec un CONTROLE DE L'IRRIGATION.

720g de compost Taroka a été apporté sur chaque parcelle.

BLOC 1	A2	A1
BLOC 2	A1	A2
BLOC 3	A2	A1

232 - Type de sol

Par suite d'un manque de superficie dans la zone de Ranomafana, le sous-niveau terrain Sablo-limoneux n'est pas mis en place.

*** Terrain Limono-Argilo-Sableux**

L'irrigation est CONTROLE.

BLOC 1	A2	A1
BLOC 2	A1	A2
BLOC 3	A1	A2

233 - Contrôle de l'irrigation

Le terrain est LIMONO-ARGILO-SABLEUX. Dans ce niveau, nous avons un BON CONTROLE DE L'IRRIGATION.

BLOC 1	A2	A1
BLOC 2	A1	A2
BLOC 3	A2	A1

24 - Les variables à observer

Pour une étude plus exhaustive des mécanismes physiologiques du riz, cinq variables ont été pris en considération: la densité racinaire, le nombre de talles totales, le nombre de talles fertiles, le nombre de graines par panicule et le rendement.

241 - La densité racinaire

La densité racinaire est évaluée à l'aide de la force d'arrachage nécessaire pour soulever la plante hors du sol. Cette force, symbolisée par R.P.R. (Root Pulling Resistance), met en évidence la résistance verticale opposée par la plante à l'extirpation. Dans notre analyse, nous avons rapproché cette force à la densité racinaire étant donné qu'il existe une corrélation positive entre la force d'arrachage (R.P.R.) et la densité du système racinaire (R.L.D.:Root Length Density) (I.J. EKANAYAKE, D.P. GARRITY et J.C. O'TOOLE; 1986).

La mesure de la R.P.R. a été effectuée au moment de la récolte. Nous avons choisi un plant représentatif dans chaque parcelle à 1 mètre du centre. Une balance à ressort de 100 kg est attachée au collet de la plante à l'aide d'une corde. Puis on tire la balance verticalement et on note la force maximale indiquée par l'aiguille.

242 - Le nombre de talles

Il est évalué 15 jours après la montaison. Pour cela, nous avons pris un plant représentatif aux alentours du milieu de chaque parcelle. Ce plant est marqué afin de pouvoir l'utiliser pour d'ultérieures observations. Nous comptons ensuite le nombre de talles totales retrouvées sur le plant.

243 - Le nombre de talles fertiles

Le comptage se réalise 15 jours après le début de maturation. Il doit être fait sur le même plant pour éviter tout risque d'erreur.

244 - Le nombre de graines par panicule

Cette opération est exécutée en même temps que celle du comptage du nombre de talles fertiles. Nous avons choisi une panicule sur le plant et le nombre de graines sur celle-ci est comptée.

245 - Le rendement

Pour éviter l'effet de bordure, nous avons laissé 50 cm de bordure. Ainsi, un cadre de 2mx2m est placé au milieu de chaque parcelle. On coupe ensuite les plants de riz se trouvant à l'intérieur du cadre. Nous obtiendrons alors une production au 4 m². Afin d'obtenir le rendement, nous appliquons la formule de Didier MOREAU-LAULANIE.

$$\mathbf{R = 2,38 \times P}$$

R = Rendement (t/ha)

P = Production sur 4 m² (kg)

Remarque: L'humidité des graines est supposée 18% au battage et elle atteint 13% après le séchage.

IV – INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS

1 - OBSERVATIONS PRELIMINAIRES

Nous avons constatés:

- d'une part, l'attaque d'une maladie bactérienne au mois de février,
- et d'autre part, la forte variabilité de la croissance du riz suivant l'âge de transplantation, l'écartement et le nombre de plants par touffe.

11 - Maladie

Nous avons observé une décoloration des feuilles à partir du sommet qui atteint ensuite les tiges du riz. Il s'agit d'une bactériose provoquée par le *Xanthomonas oryzae*.

Afin d'éliminer cette maladie, nous avons drainé complètement la rizière et suspendu l'irrigation pendant une semaine. Puis, chaque parcelle est traitée avec 3,6 grammes de CUPROIX dilué à 10%.

12 - Le cycle et la croissance du riz

AMBATOVAKY

Facteur: Age de transplantation

Tableau 9: Évolution du cycle du riz suivant l'âge de transplantation

□□	Date du semis	Age au repiquage	Fécondation			Récolte		
			Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal
T4	07 Nove- mbre 1997	8	03/09	122	120	04/04	148	150
T3		12	03/09	122	120	04/04	148	150
T2		16	03/09	122	120	04/04	148	150
T1		20	03/14	127	120	04/09	153	150
T5		35	03/16	129	120	04/11	155	150
T6		40	03/16	129	120	04/11	155	150

Facteur: Écartement

Tableau 10: Évolution du cycle du riz suivant l'écartement

	Date du semis	Age au repiquage	Fécondation			Récolte		
			Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal
E1	07 Novembre 1997	8-12	02/27	112	120	03/22	136	150
E2		8-12	03/09	122	120	04/04	148	150
E3		8-12	03/09	122	120	04/04	148	150
E4		8-12	03/09	127	120	04/04	148	150
E5		8-12	03/16	129	120	04/11	155	150

E1 = écartement 10x10 cm²

E2 = écartement 15x15 cm²

E3 = écartement 20x20 cm²

E4 = écartement 25x25 cm²

E5 = écartement 30x30 cm²

Le cycle pour E1 se trouve raccourci. Celui-ci est dû:

- d'une part, à un faible espacement qui ne permet pas au riz de développer ses talles,
- et d'autre part, à la pénétration réduite de l'intensité lumineuse (photons).

Le plant de riz ne pouvant plus développer ses talles, entame immédiatement la phase d'initiation paniculaire.

Au cours de cette phase, il élabore les panicules à l'intérieur des talles. Souvent, presque toutes les talles formées sont toutes fertiles car le riz a suffisamment de temps pour initier les panicules dans les talles de trop faible quantité (nombre de talles environ 16). De ce fait, le taux de fertilité des talles atteignent jusqu'à 80%.

En outre, la compétition pour la lumière des jeunes plants vont faire que ces derniers filent et présentent une hauteur supérieure à la normale. Quoiqu'il en soit, nous ne pourrions nier l'avantage incomparable de cet écartement: les plants très rapprochés arrivent à limiter l'envahissement des mauvaises herbes.

Quant à E1, E2, E3 et E4, la durée du cycle correspond bien au cycle moyen du riz. Le riz a formé beaucoup de talles en raison d'une faible concurrence pour l'espace, l'éclaircissement, les éléments fertilisants...

Facteur: Nombre de plants par touffe

Tableau 11: Evolution du cycle du riz suivant le nombre de plants par touffe

	Date du semis	Age au repiquage	Fécondation			Récolte		
			Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal
A1	07 Nove-	12	03/09	122	120	04/04	148	150

A2	mbre 1997	12	03/04	117	120	03/30	143	150
----	-----------	----	-------	-----	-----	-------	-----	-----

L'émergence de la panicule s'est réalisé très tôt pour A2. En effet, les 3 plants de riz, repiqués ensemble, vont se concurrencer (lumière, espacement, éléments nutritifs...) et essaient de former le plus vite possible ses panicules. Les racines subissent un certain traumatisme dû à l'enchevêtrement des racines.

Rien qu'en observant le nombre de graines par pied, nous pourrions déjà en conclure que la transplantation à un brin a permis à la plante de montrer sa potentialité.

RANOMAFANA

Le semis s'effectue au 22 Décembre 1997.

Facteur: Age de transplantation

Tableau 12: Evolution du cycle du riz suivant l'âge de transplantation

	Age au repiquage	Initiation paniculaire			Fécondation			Récolte		
		Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal
T6	semis direct	02/26	66	90	03/28	96	120	04/19	117	150
T4	8	02/26	66	90	03/28	96	120	04/19	117	150
T2	16	03/02	70	90	04/02	100	120	04/23	121	150
T1	20	03/02	70	90	04/02	100	120	04/23	121	150
T5	30	04/02	72	90	04/04	102	120	04/25	123	150

Par rapport à Ambatovaky, le fait le plus marquant est le raccourcissement du cycle du riz d'environ 33 jours. La durée de chaque phyllochrone est réduit à cause de la température toujours élevée au cours de la période de culture. Le tallage s'arrête au 14^{eme} phyllochrone et la plante entame immédiatement la phase de montaison. Ainsi, la montaison s'effectue à 66 jours si la normale est de 90 jours.

Malgré l'hétérogénéité du terrain (forte variabilité des résultats), le semis direct a offert un nombre de graines par pied satisfaisant. Sûrement, le plant de riz, n'ayant pas subi le traumatisme du repiquage (arrachage, transport et transplantation - compétition entre les microflore de la rizière et celles attachées sur les racines) peut former un nombre élevé de talles fertiles.

En outre, le terrain d'expérimentation est trop compact. De ce fait, le riz n'arrive pas à développer ses talles. Ceci est matérialisé par un nombre moyen de talles de 16.

Facteur: Ecartement

Tableau 13: Evolution du cycle du riz suivant l'écartement

	Initiation paniculaire	Fécondation	Récolte
--	------------------------	-------------	---------

	Age au repiquage									
		Date	Age du plant	Cycle normal	Date	Période	Cycle normal	Date	Age du plant	Cycle normal
E1	8	02/17	57	90	03/19	87	120	04/10	108	150
E2	8	02/26	66	90	03/28	96	120	04/19	117	150
E3	8	02/26	66	90	03/28	96	120	04/19	117	150
E4	8	02/26	66	90	03/28	96	120	04/19	117	150
E5	8	03/05	73	90	04/04	103	120	04/26	124	150

Dans l'écartement 10x10 cm², les plantes; suite à une concurrence pour l'espace; développent trop peu de talles et filent. Le mécanisme de tallage s'arrête très tôt et elles initient du coup ses panicules. Les talles formées sont fertiles jusqu'à 90% mais la faible quantité des talles d'un côté et le nombre réduit de graines par panicule de l'autre, ne lui permettent d'obtenir que peu de graines par pied.

2 - INTERPRETATION DES RESULTATS SUIVANT LES NIVEAUX DE CHAQUE FACTEUR

Les résultats sont analysés par un logiciel STATITCF. Dans tous les cas, la puissance de l'expérimentation à priori c'est à dire avant les observations est trop faible (de l'ordre de 6%). La mise en place de l'essai est mauvaise. D'une part, le terrain des paysans est très hétérogène. D'autre part, la profondeur de labour accuse une multiple variation.

Toutefois, la disposition en bloc à 3 répétitions a pu accroître la fiabilité des résultats. La puissance à posteriori atteint généralement une valeur de 99%.

N.B.: - Les chiffres suivies d'une même lettre sont significativement identiques.

- Les chiffres qui ne sont pas suivies de lettre ne présentent pas de différence significative.

21 - Effet de l'âge de transplantation

211 - Fumure

*** *Sans compost***

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 14: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation
Transplantation à 12 jours	8.00	13.3%
Transplantation à 16 jours	7.82	
Transplantation à 20 jours	7.72	
Transplantation à 35 jours	6.84	
Transplantation à 42 jours	5.74	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 15: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 20 jours	62.33	19.8
Transplantation à 42 jours	56.33	
Transplantation à 35 jours	55.67	
Transplantation à 12 jours	53.00	
Transplantation à 16 jours	53.00	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 16: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 12 jours	56.33 ^a	19.8
Transplantation à 16 jours	46.33 ^b	
Transplantation à 20 jours	40.33 ^b	
Transplantation à 42 jours	38.00 ^b	
Transplantation à 35 jours	36.33 ^b	

Pour les deux variables: rendement et densité racinaire, il n'existe pas de différence significative. La transplantation à 12 jours est la meilleure grâce à son plus fort tallage (nombre de talles = 56). Le nombre de talles est, certes, significativement supérieur à cet âge.

Par contre, nous observons paradoxalement le faible développement du système racinaire pour les plants de 12 jours. En fait, une attaque de la bactérie: *Xanthomonas Oryzae* a inhibé la prolifération des parties souterraines. Nous notons également que les plants de 20 jours ont montré une très forte ramification. Une telle ramification est principalement due à la forte profondeur des parcelles repiquées avec des plants de 20 jours. En tout cas, le riz développe substantiellement des systèmes racinaires larges avec des racines de grand diamètre dans un sol profond et s'étendent jusqu'au niveau extrême de la semelle de labour.

*** Avec compost**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 17:Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 16 jours	8.81 ^a	8.3
Transplantation à 12 jours	7.43 ^b	
Transplantation à 20 jours	6.77 ^{bc}	
Transplantation à 35 jours	5.88 ^c	
Transplantation à 42 jours	5.76 ^c	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 18: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 20 jours	57.67	19.8
Transplantation à 12 jours	56.00	
Transplantation à 16 jours	54.33	
Transplantation à 35 jours	52.67	
Transplantation à 42 jours	52.67	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 19: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 12 jours	49.67 ^a	9.3
Transplantation à 20 jours	43.67 ^{ab}	
Transplantation à 16 jours	42.33 ^{ab}	
Transplantation à 42 jours	38.33 ^b	
Transplantation à 35 jours	30.33 ^{bc}	

Les différents âges diffèrent significativement pour les variables: rendement et nombre de talles totales tandis qu'il n'y a aucune différence pour la densité racinaire.

La transplantation à 16 jours est nettement supérieur par rapport aux autres âges au point de vue rendement. La transplantation à 12 jours, même avec son nombre de talles très élevé (environ 50), n'a pas pu donner le plus haut rendement. En effet, la fertilité des talles et le remplissage des graines sont meilleurs avec le repiquage à 16 jours. Le compost libère progressivement les éléments fertilisants et la plante peut en bénéficier continuellement pour sa croissance et sa reproduction.

D'autre part, quoique le développement des racines soit relativement inférieur, les plants de 16 jours trouvent à proximité leur nourriture. Ceci grâce à l'élévation de la capacité d'échange du sol par le compost.

212 - Type de sol

* *Terrain sablo-limoneux*

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 20: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Semis direct	3.32	8.3
Transplantation à 20 jours	3.05	
Transplantation à 8 jours	2.86	
Transplantation à 16 jours	2.77	
Transplantation à 35 jours	2.74	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 21: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Semis direct	52.67 ^a	4.6
Transplantation à 8 jours	48.67 ^{ab}	
Transplantation à 16 jours	46.67 ^{bc}	
Transplantation à 20 jours	46.00 ^{bc}	
Transplantation à 35 jours	43.00 ^c	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 22: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Semis direct	17.67	14.1
Transplantation à 20 jours	16.67	
Transplantation à 16 jours	15.33	
Transplantation à 8 jours	13.67	
Transplantation à 35 jours	13.33	

Les essais sont mis en place sur un terrain sablo-limoneux. Tel type de terrain est trop compact. Les talles ne peuvent pas former leur génération, leur nombre est limité (seulement de 13 à 18). Cette compacité du sol couplée à une pauvreté excessive en éléments minéraux; conduit à une faible production (2,74 à 3,32 t/ha).

Le fait le plus marquant est la nette supériorité du semis direct. En dépit de tous les obstacles, les racines pénètrent et se ramifient afin de trouver des nourritures. Elles octroient à la plante les éléments utiles à son développement et le riz donne ainsi un rendement plus élevé.

*** Terrain Limono-Argilo-Sableux**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 23:Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 16 jours	7.25 ^a	11.7
Transplantation à 12 jours	6.57 ^{ab}	
Transplantation à 8 jours	6.48 ^{ab}	
Transplantation à 20 jours	6.42 ^{ab}	
Transplantation à 35 jours	4.89 ^b	
Transplantation à 42 jours	4.73 ^b	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 24: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 12 jours	56.00	16.3
Transplantation à 16 jours	53.33	
Transplantation à 20 jours	53.00	
Transplantation à 35 jours	47.33	
Transplantation à 8 jours	44.67	
Transplantation a 42 jours	43.33	

Tableau 25: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 8 jours	65.00 ^a	9.1
Transplantation à 12 jours	51.33 ^b	
Transplantation à 16 jours	46.00 ^b	
Transplantation à 20 jours	42.33 ^b	
Transplantation à 35 jours	34.33 ^c	
Transplantation à 42 jours	32.67 ^c	

De prime abord, une différence significative apparaît entre les différents âges de transplantation (Coefficient de variation = 11,7%). Le test de NEWMAN-KEUILS à 5% met en évidence l'existence de deux groupes homogènes. Les transplantations à 8 jours, 12 jours, 16 jours et 20 jours appartiennent à un groupe qui est significativement supérieur aux transplantations à 35 jours et 42 jours. Dans le groupe A, la transplantation à 16 jours fournit un rendement élevé même s'il n'y a pas une nette différence entre 16 et 20 jours.

Ensuite, la force d'arrachage de la plante ne montre aucune différence pour les différents âges de transplantation. Néanmoins, les ramifications et le cheminement des racines des plantes de 16 jours sont très actives. Et cette bonne activité racinaire implique un rendement meilleur.

Enfin, le nombre de talles totales diffère significativement au seuil de 5%. Les âges de transplantation sont répartis dans trois groupes bien distincts. Parmi ces groupes, le groupe qui possède le maximum de nombre de talles est celui constitué par des plants repiqués à 8 jours. Par ailleurs, le nombre de talles décroît avec l'âge de transplantation. Cette observation coïncide bien avec le tableau de KATAYAMA-LAULANIE: "Plus la transplantation est retardée, plus le riz perd ses talles".

213 - Contrôle de l'irrigation ¹

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 26: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 16 jours	7.93	18.00
Transplantation à 12 jours	7.81	
Transplantation à 20 jours	6.93	
Transplantation à 42 jours	5.93	
Transplantation à 35 jours	5.66	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 27: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 20 jours	78.33	14.8
Transplantation à 16 jours	68.67	
Transplantation à 12 jours	58.33	
Transplantation à 42 jours	57.67	
Transplantation à 35 jours	55.00	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 28: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Transplantation à 12 jours	54.33	14.8
Transplantation à 16 jours	50.33	
Transplantation à 42 jours	39.67	
Transplantation à 20 jours	44.33	
Transplantation à 35 jours	38.33	

Dans le cas d'un contrôle de l'irrigation, nous n'avons pas de différence significative entre les différents âges de repiquage pour les trois variables.

¹Un essai sur une rizière dans laquelle on a pratiqué la submersion est réalisé, mais elle a été récoltée prématurément à cause de la crainte du propriétaire de l'invasion des sauterelles. D'autre part, nous l'avons éliminé car il s'agit d'un terrain marrécageux

A l'exception du repiquage de 20 jours qui a été fait sur une parcelle profonde, une forte activité racinaire constitue un atout pour atteindre un rendement élevé. En clair, la transplantation à 16 jours avec une force d'arrachage de 68,67 kgf fournit un rendement de 7,93 t/ha. Nous pouvons dire que si le terrain est pauvre ou moyenne chimiquement, une meilleure oxygénation du sol permet aux racines d'avoir une intense ramification. Ces racines peuvent ainsi absorber beaucoup plus d'éléments nutritifs dans le sol.

Le nombre de talles formées confirme ce qui a été dit auparavant pour le cas des âges de transplantation. Un repiquage de plant jeune octroie un nombre de talles élevé.

22 - Effet de l'écartement des plants

221 - Fumure

*** Sans compost**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 29: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 20x20 cm ²	8.07	8.9
Ecartement 25x25 cm ²	7.64	
Ecartement 10x10 cm ²	7.52	
Ecartement 15x15 cm ²	7.41	
Ecartement 30x30 cm ²	7.02	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 30: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	63.33 ^a	7.7
Ecartement 25x25 cm ²	42.88 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	42.00 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	38.67 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	32.00 ^c	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 31: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
--------------------	----------------	-------------------------------------

Ecartement 30x30 cm ²	68.33 ^a	9.0
Ecartement 25x25 cm ²	55.67 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	46.33 ^c	
Ecartement 15x15 cm ²	29.67 ^d	
Ecartement 10x10 cm ²	12.33 ^e	

Aucune différence significative n'est notée entre les cinq écartements au seuil de 5%. D'après le tableau des moyennes, le plus haut rendement est obtenu avec l'espacement de 20x20 cm². La notion de fertilité entre dans la détermination de l'écartement optimal. Une rizière à fertilité moyenne sera alors plantée à moindre espacement.

Quant à la force d'arrachage et le nombre de talles totales, les écartements diffèrent significativement (Coefficient de variation respectif = 14,5% et 14,2%). Le riz croît très bien avec l'écartement 30x30 cm². Il dispose d'un espace largement suffisant pour développer ses talles. Entre autres, la plante peut former une quantité importante d'éléments racinaires et présente une forte activité déshydrogénase grâce à l'espacement laissé entre les pieds.

*** Avec compost**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 32:Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 25x25 cm ²	8.63	10.8
Ecartement 15x15 cm ²	8.58	
Ecartement 10x10 cm ²	8.41	
Ecartement 20x20 cm ²	7.69	
Ecartement 30x30 cm ²	7.24	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 33: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	66.00 ^a	5.7
Ecartement 25x25 cm ²	47.50 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	44.67 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	42.33 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	32.00 ^c	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 34: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	70.33 ^a	11.0
Ecartement 25x25 cm ²	54.00 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	45.67 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	30.33 ^c	
Ecartement 10x10 cm ²	17.33 ^d	

Au seuil de 5%, les écartements montrent une différence significative pour les variables: système racinaire (force d'arrachage) et talles totales. Ces deux variables évoluent en même temps et possèdent une corrélation positive. Un grand écartement rend la plante susceptible de faire apparaître toutes ses talles et de là une intense activité racinaire.

Au fur et à mesure que l'écartement diminue, elle perd sa capacité de tallage à cause d'un moindre espacement et d'une faible pénétration de la lumière. Le volume de terre exploré par les racines est réduit. Ainsi, le riz va essayer de pomper les éléments à sa proximité.

Même s'il n'apparaît pas de différence significative sur le rendement, les plants écartés de 25x25 cm² possèdent le plus haut rendement (Coefficient de variation = 10,8%). Le rendement évolue dans un intervalle très faible (8,41 à 8,63 t/ha) avec 10x10, 15x15 et 25x25 cm². L'effet de l'application du compost TAROKA se fait ressentir au niveau de la plante. Elle peut trouver et absorber sans difficulté les éléments nécessaires à sa croissance malgré que l'extension de ses racines soit limitée.

222 - Type de sol

*** Terrain Sablo-Limoneux**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 35: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (T/ha)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 10x10 cm ²	5.41	18.9
Ecartement 20x20 cm ²	5.23	
Ecartement 25x25 cm ²	4.36	
Ecartement 30x30 cm ²	4.18	
Ecartement 15x15 cm ²	3.51	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 36: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	44.67 ^a	11.6
Ecartement 25x25 cm ²	41.67 ^{ab}	
Ecartement 15x15 cm ²	35.33 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	33.00 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	16.67 ^c	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 37: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	22.00 ^a	16.9
Ecartement 20x20 cm ²	18.33 ^a	
Ecartement 25x25 cm ²	16.00 ^{ab}	
Ecartement 15x15 cm ²	15.00 ^{ab}	
Ecartement 10x10 cm ²	10.00 ^b	

Au seuil de 5%, il n'apparaît pas de différence significative entre les écartements pour le variable rendement tandis qu'elle est nette pour les deux autres variables.

Par rapport à tous les résultats vus plus haut, ce résultat réserve d'étrange surprise car c'est l'écartement le plus faible qui a donné le meilleur rendement. Nous tenons compte du prétexte suivant: le sol est trop compact (terrain sablo-limoneux) et entrave la plante à tout essai de fabrication de nouvelles talles. Les écarts entre le nombre de talles pour chaque type d'écartement sont alors trop faibles. Ainsi, le

riz ne peut pas profiter de l'espace laissé entre chaque pied pour développer ses talles. A partir de cette constatation, il n'est plus étonnant que 10x10 cm² ait donné le rendement le plus élevé.

****Terrain Limono-Argilo-Sableux***

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 38: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 25x25 cm ²	7.99 ^a	3.1
Ecartement 20x20 cm ²	7.12 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	6.90 ^b	
Ecartement 30x30 cm ²	6.82 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	6.67 ^b	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 39: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	57.00 ^a	11.9
Ecartement 25x25 cm ²	47.33 ^{ab}	
Ecartement 20x20 cm ²	42.67 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	38.67 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	36.33 ^b	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 40: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	74.33	7.5
Ecartement 25x25 cm ²	64.33	
Ecartement 20x20 cm ²	45.67	
Ecartement 15x15 cm ²	32.33	
Ecartement 10x10 cm ²	12.33	

Au seuil de 5%, les cinq écartements diffèrent significativement pour les trois variables: rendement, densité racinaire et talles totales.

D'abord, au fur et à mesure que les plants sont espacés, ils peuvent développer un nombre important de talles. Ils se font moins d'ombre et la concurrence pour l'espace est réduite. Parallèlement à cela, chaque plant dispose d'un espace vital suffisant et peut ainsi explorer un volume important de sol soit une force d'arrachage supérieure avec un large espacement.

Toutefois, le rendement obtenu avec l'écartement 30x30 cm² appartient au groupe B caractérisé par un rendement inférieur. C'est plutôt l'écartement 25x25 cm² qui s'avère intéressant avec son rendement de 7,99 t/ha. Certainement, on obtient un poids de graines par touffe élevé avec 30x30 cm² mais ces plants trop espacés ne permettent pas l'acquisition d'un rendement satisfaisant.

223 - Contrôle de l'irrigation

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 41:Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 25x25 cm ²	8.30	11.0
Ecartement 2x20 cm ²	7.74	
Ecartement 30x30 cm ²	7.33	
Ecartement 15x15 cm ²	6.72	
Ecartement 10x10 cm ²	6.68	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 42: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	64.33 ^a	20.6
Ecartement 25x25 cm ²	47.00 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	42.00 ^b	
Ecartement 10x10 cm ²	33.00 ^b	
Ecartement 20x20 cm ²	29.67 ^b	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 43: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Ecartement 30x30 cm ²	67.67 ^a	8.2
Ecartement 25x25 cm ²	62.33 ^a	
Ecartement 20x20 cm ²	50.33 ^b	
Ecartement 15x15 cm ²	31.33 ^c	
Ecartement 10x10 cm ²	14.33 ^d	

Nous avons une différence significative entre les écartements pour les deux variables: densité racinaire et nombre de talles totales.

Des plants bien espacés arrivent à former une importante quantité de talles et une bonne extension du système racinaire. Malgré tout, les plants espacés de 30x30 cm², avec leur nombre de talles plus élevé de 68 et leur force d'arrachage de 64,33 kgf, n'ont pas pu fournir le plus haut rendement. Celui-ci a été obtenu avec des plants espacés de 25x25 cm².

D'autre part, les essais, sans compost et contrôle d'irrigation, ne diffèrent que par la maîtrise de l'eau. Si on arrive à réduire la quantité d'eau au seul besoin de la plante, le terrain est mieux oxygéné. Et la plante peut offrir ses potentialités (8,3 t/ha obtenu avec 25x25 cm² pour le contrôle de l'irrigation par rapport à 8,03 t/ha obtenu avec 20x20 cm² pour le traitement sans compost).

23 - Effet du nombre de plants par touffe

231 - Fumure

*** *Sans compost***

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 44: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Trois plants par touffe	7.70	8.7
Un plant par touffe	6.81	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 45: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Trois plants par touffe	60.67	15.6
Un plant par touffe	54.00	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 46: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	56.33	9.1
Trois plants par touffe	52.33	

En faisant varier le nombre de brins, il n'apparaît aucune nette différence pour les trois variables.

Avec un nombre de talles plus élevé (57 talles), nous obtiendrons théoriquement un rendement supérieur. Cependant, celui-ci a été constaté avec des plants présentant un fort enchevêtrement des racines (force d'arrachage = 61 kgf) et une faible quantité de talles (nombre de talles = 52). L'explication logique réside dans le pourcentage de manquants. Ce pourcentage atteint 18,75% pour les parcelles à un plant par touffe alors qu'il n'y a pas de manquants avec trois plants par touffe.

*** Avec compost**

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 47: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	8.41	14.0
Trois plants par touffe	6.95	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 48: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Trois plants par touffe	60.00	12.8
Un plant par touffe	45.00	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 49: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	60.33	5.6
Trois plants par touffe	53.67	

Aucune différence significative n'est constatée entre le nombre de brins sur le rendement, la densité racinaire et le nombre de talles totales au seuil de 5%.

Avec l'apport de compost, il n'apparaît pratiquement pas de manquants sur les parcelles contenant un seul plant par touffe. A cet effet, nous obtiendrons un nombre de talles plus élevé et un rendement supérieur.

Par ailleurs, les racines n'ont pas besoin de se ramifier énormément car les nourritures sont tous près de lui. La force d'arrachage est alors inférieure en comparaison avec celle des plants ne recevant pas de compost.

232 - Type de sol

* *Terrain Limono-Argilo-Sableux*

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 50: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	6.96	2.5
Trois plants par touffe	6.38	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 51: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Trois plants par touffe	52.00	25.44
Un plant par touffe	44.67	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 52: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	54.33	29.0
Trois plants par touffe	48.00	

Du point de vue rendement, densité racinaire et talles totales; le nombre de plants par touffe ne présentent pas de différence significative.

Nous tenons cependant à souligner qu'un seul plant par touffe a donné un tonnage supérieur en comparaison avec trois plants par touffe. En effet, les plants se gênent avec un repiquage à trois plants par touffe. Ils ne peuvent former qu'un nombre très faible de talles: 48 talles seulement pour une touffe soit une moyenne de 16 talles par plant.

En outre, les racines souffrent énormément car il y a un fort enchevêtrement des éléments racinaires. Cet enchevêtrement entraîne une intense résistance à l'arrachage (force de 52 kgf).

233 - Contrôle de l'irrigation

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : Rendement (R)

Tableau 53: Rendement

TRAITEMENTS	Moyenne (t/ha)	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	7.35	8.2
Trois plants par touffe	7.07	

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : Densité des racines (Dr)

Tableau 54: Densité racinaire

TRAITEMENTS	Moyenne (Kgf)	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	56.67	34.1
Trois plants par touffe	43.00	

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : Talles totales (T)

Tableau 55: Talles totales

TRAITEMENTS	Moyenne	Coefficient de variation (%)
Un plant par touffe	54.33	11.3
Trois plants par touffe	48.33	

Même s'il n'y a pas de différence significative, le repiquage avec un seul plant par touffe se montre rentable. Les racines se ramifient considérablement (force d'arrachage de 57 kgf), les talles se forment abondamment (nombre de talles = 54) et la plante peut produire aisément un rendement de 7,35 t/ha.

3 - INTERPRETATION DES RESULTATS APRES REGROUPEMENT DE VARIANCES

Afin de déterminer les interactions existant entre les différentes variables, nous avons rassemblé les résultats de chaque facteur par le principe de regroupement de variances. Les moyennes obtenus à chaque niveau d'étude; après analyse de variance; sont regroupées, puis analysées tout en tenant compte de leur variation à l'intérieur de chaque niveau. Le facteur étudié est le même: âge de transplantation, écartement, nombre de plants par touffe tandis que le niveau des facteurs sera considéré comme un facteur contrôlé.

Dans tous les regroupements, le sous-niveau "Terrain Sablo-Limoneux" est éliminé puisqu'il existe une très grande variabilité des résultats. Ainsi, nous aurons 4 modalités dans le facteur contrôlé "niveau".

Dans le facteur âge de transplantation, les modalités sont au nombre de 3, le premier niveau étant éliminé à cause de l'inexistence du traitement transplantation à 8 jours dans les autres niveaux.

31- Age de transplantation

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RENDEMENT (R)

Tableau 56: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	14.54	14	1.04				
B:FACTEUR 2	0.39	2	0.19				
C:FACTEUR 1	12.46	4	3.11	C/D	14.73*	4/ 8	0.0011
D:INTER F2*F1	1.69	8	0.21	D/E	0.69	8/ 24	0.7007
		ETR=	0.46				
E:RESIDUELLE PONDEREE		24	0.31				
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES			
2	T2	8.19	A				
1	T3	7.75	A				
3	T1	7.14	A				
4	T5	6.13	B				
5	T0	5.81	B				

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : DENSITE RACINES (Dr)

Tableau 57: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	687.70	14	49.12				
B:FACTEUR 2	230.86	2	115.43				
C:FACTEUR 1	269.19	4	67.30	C/D	2.87	4/ 8	0.0955
D:INTER F2*F1	187.66	8	23.46	D/E	0.81	8/ 24	0.6040
		ETR=	4.84				
E:RESIDUELLE PONDEREE		24	29.08				

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : TALLES TOTALES (T)

Tableau 58: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	708.99	14	50.64				
B:FACTEUR 2	51.75	2	25.87				
C:FACTEUR 1	608.18	4	152.04	C/D	24.79	4/ 8	0.0002
D:INTER F2*F1	49.07	8	6.13	D/E	0.53	8/ 24	0.8213
		ETR=	2.48				
E:RESIDUELLE PONDEREE		24	11.53				

F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

1	T3	53.44	A
2	T2	46.33	B
3	T1	42.78	B C
5	T0	38.67	C D
4	T5	35.00	D

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : TALLES FERTILES (Tf)

Tableau 59: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	215.88	14	15.42				
B:FACTEUR 2	9.66	2	4.83				
C:FACTEUR 1	125.21	4	31.30	C/D	3.09	4/ 8	0.0816
D:INTER F2*F1	81.01	8	10.13	D/E	0.97	8/ 24	0.4857
		ETR=	3.18				
E:RESIDUELLE PONDEREE		24	10.49				

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : GRAINES/PANICULE (G/P)

Tableau 60: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	653.88	14	46.71				
B:FACTEUR 2	109.53	2	54.76				
C:FACTEUR 1	480.92	4	120.23	C/D	15.16	4/ 8	0.0010
D:INTER F2*F1	63.44	8	7.93	D/E	1.52	8/ 24	0.2027
		ETR=	2.82				
E:RESIDUELLE PONDEREE		24	5.22				
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES			
1	T3	173.00	A				
2	T2	170.11	A				
3	T1	167.89	A				
4	T5	159.78	B				
5	T0	158.78	B				

Un repiquage jeune permet à la plante de montrer sa performance de tallage. Un plant de riz transplanté avant le 18^{ème} jour ne subit que trop peu le traumatisme de la transplantation. Même si les racines séminales se sont déjà développées dans les parties souterraines, la blessure de ses racines due à l'arrachage ne présente pas un effet dépressif sur le pouvoir de tallage de la plante. Certes, le jeune plant continue à se nourrir des réserves disponibles dans la graine. Par ailleurs, tant que la plantule reste longtemps dans la pépinière, le riz perd grandement ses talles (Tableau 5).

La corrélation est négative entre le nombre de talles et l'âge des plants au repiquage. Plus l'âge des plants repiqués sont élevés, plus le nombre de talles formées diminuent (Tableau 61 et 62). Si on perd une ou deux talles de premier rang, toutes leurs descendances disparaissent également. Et c'est là le véritable déficit d'un plant repiqué tardivement.

Un nombre élevé de talles fournit significativement une quantité importante de panicules (Coefficient de corrélation partielle = 0,301*). La différence entre les nombres de talles fertiles suivant l'âge des plants n'est cependant pas significative.

La différence devient très significative pour la variable nombre de graines par panicule. L'évolution est la même que celle de la troisième variable (Talles totales).

Le nombre de graines par panicule est en corrélation négative avec l'âge des plants (Coefficient de corrélation partielle = -0,549). Une plante; transplantée plus tôt; fabrique beaucoup plus de graines par panicule.

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

Toutes ces observations impliquent que le meilleur rendement est obtenu avec la transplantation à 12 jours. Étonnamment, ce meilleur rendement est acquis avec la transplantation à 16 jours. En effet, l'élongation cellulaire a été inhibée par l'attaque de la bactérie *Xanthomonas oryzae*.

Cette attaque survient 2 mois après le repiquage à 12 jours. Nous n'avons pu contrôler la maladie que seulement 7 jours après (par drainage total du terrain et arrêt de l'irrigation). Les plants de 12 jours n'arrivent plus à compenser la perte des éléments racinaires provoquée par la maladie. L'activité racinaire est réduite et le taux de remplissage des graines est inférieur (Densité racinaire égale à 56 kgf équivalent à celle de plants de 45 jours).

Quant aux plants de 16 jours, les racines ont pu reprendre plus vite leur ramification et ainsi une meilleure assimilation des éléments nutritifs (Densité racinaire égale à 59 kgf). Le taux de remplissage des graines est alors élevé.

En bref, un bon développement du système racinaire assure significativement un rendement élevé (Coefficient de corrélation partielle = 0,414*).

Tableau 61: Matrices de corrélation totale

	Age au repiquage	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Age au repiquage	1.000						
Niveau	0.000	1.000					
Rendement	-0.851	-0.154	1.000				
Densité racinaire	-0.097	0.454	0.147	1.000			
Talles totales	-0.841	0.115	0.676	0.192	1.000		
Talles fertiles	-0.654	-0.043	0.696	-0.045	0.632	1.000	
Graines /panicule	-0.831	0.408	0.643	0.254	0.795	0.560	1.000

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

Tableau 62: Matrices de corrélation partielle

	Age au repiquage	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Age au repiquage	****						
Niveau	0.235	****					
Rendement	-0.582*	-0.317	****				
Densité racinaire	0.210	0.429	0.414*	****			
Talles totales	-0.425*	0.141	-0.249	0.251	****		
Talles fertiles	0.153	-0.097	0.458*	-0.321*	0.301	****	
Graines /panicule	-0.549*	0.663	0.012	0.060	0.231	0.047	****

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

Tableau 63: Tableau récapitulatif des résultats sur le facteur âge de transplantation

FACTEUR	LIBELLE	Densité racinaire (kg)	Talles totales	Talles fertiles	Taux de fertilité (%)	Graines par panicule	Graines par pied	Nombre de pieds au m ²	Graines au m ²	Rendement moyen (t/ha)
AGE DE TRANS-PLANTATION	T0	55.56	38.67	22.11	57.18	158.78	3515.79	15.00	52157.14	5.81
	T1	66.11	42.78	24.11	56.53	167.89	4045.00	15.67	63371.00	7.14
	T2	58.67	46.33	27.00	58.87	170.11	4586.56	16.00	73384.90	8.19
	T3	55.78	53.44	27.22	50.92	173.00	4704.55	15.00	70551.13	7.75
	T4	44.67	65.00	40.33	62.05	181.67	7326.75	9.00	65940.76	6.48
	T5	54.45	35.00	19.66	56.84	159.78	3145.37	16.00	50325.97	6.13

Commentaire du tableau

D'après le tableau, le maximum de nombre de talles a été fourni par le plant le plus jeune. En effet, à l'âge de 8 jours, le riz ne risque pas de perdre les talles de premier rang et leur génération.

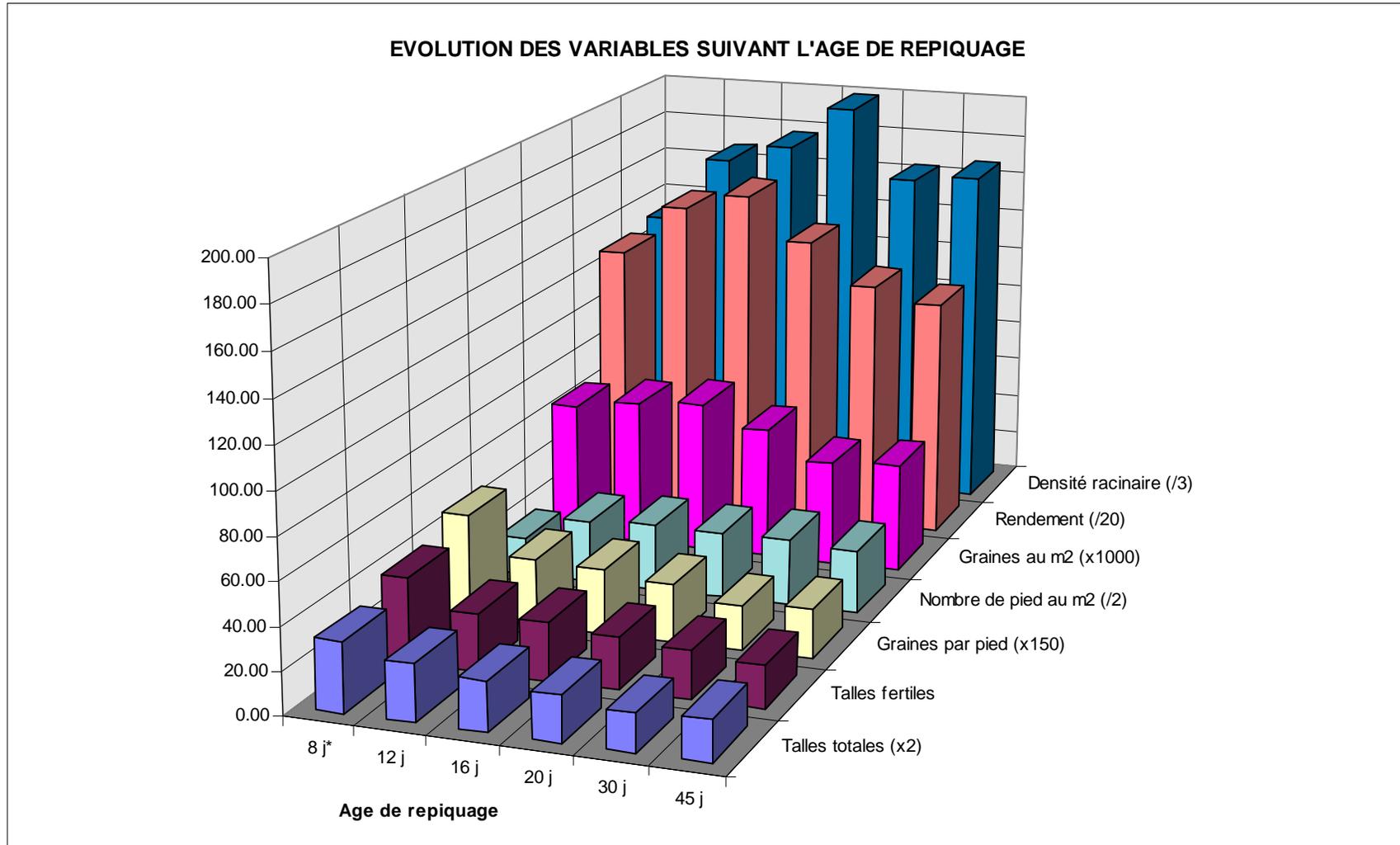
Quoiqu'il a pu former une énorme quantité de talles, l'extension du système racinaire est très limitée à cause de l'attaque du *Xanthomonas oryzae* (force d'arrachage égal à 44,67 kgf). Le plant de 8 jours a pu quand même former un nombre élevé de talles fertiles et de graine par panicule. Sa véritable défaillance se trouve au niveau du nombre de pied au m². Celui-ci a été réduit considérablement par la bactériose. Son action s'est également répercutée sur le rendement en graines. Au cours de l'attaque, le riz atteint le stade de développement maximal de ses racines. Bien que la maladie ait été supprimée 7 jours après, il ne peut renouveler qu'une faible quantité des éléments racinaires détruits. Ainsi, il n'arrive plus à extraire les éléments nécessaires au remplissage des graines et le taux de remplissage est devenu faible (plants repiqués à 8 jours: graines au m² de 65940,76 et rendement de 6,48 t/ha par rapport aux plants transplantés à 20 jours: graines au m² de 633371 et rendement de 7,14 t/ha).

Quant au rendement, nous constatons qu'il est le fruit d'un nombre de graines par pied satisfaisant et d'un nombre de pieds au m² élevé (transplantation à 16 jours).

T0= transplantation à 42 jours - T1= transplantation à 20 jours - T2= transplantation à 16 jours

T3= transplantation à 12 jours - T5= transplantation à 35 jours

Figure 5: Représentation à trois dimensions des variables observées



Par ailleurs, le rendement élevé obtenu avec les plants de 16 jours est le fruit d'un nombre de graines au m² supérieur grâce à un nombre de pieds complets, égal à 16 au m².

Le plant de 20 jours est le moins touché par la bactériose (figure 5). Toutefois, ses nombres de graines au m² comparé à ceux de 12 et 16 jours ont désavantagé ce plant du point de vue rendement.

Le graphique montre que le plant de 8 jours a pu produire le maximum de rendement par le nombre de graines par pied élevé, mais le nombre de pied au m² est très faible.

Ces plants de 8 jours servent seulement de références. Nous n'avons pas inclus le niveau "type de terrain - Limono-Argilo-Sableux" dans le regroupement de variances vu que le traitement repiquage à 8 jours n'est pas présent dans les autres niveaux. Enfin, nous avons constaté qu'une corrélation négative existe entre l'âge au repiquage et le rendement. Le rendement diffère significativement au fur et à mesure que l'âge de transplantation est élevé.

Conclusion partielle

Schéma 1: Diagramme de corrélation pour le nombre de plants par touffe

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

La transplantation avant la 3^{ème} phyllochrone permet au riz de manifester sa capacité de tallage. Des racines coronaires apparaissent au nœud inférieur de chaque talle. Ces racines s'allongent et se ramifient dans le sol. Elles absorbent les éléments assimilables dans le milieu. En fait, l'intense activité du système racinaire aide la plante à fabriquer un nombre élevé de panicules et une importante quantité de graines. Un nombre de graines par pied supérieur ne signifie cependant pas du coup un rendement élevé. Nous devons remplacer les manquants pour l'obtention d'un bon rendement.

32- Ecartement des plants

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RENDEMENT (R)

Tableau 64: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRÉS MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	7.85	19	0.41				
B:FACTEUR 2	2.76	3	0.92				
C:FACTEUR 1	2.52	4	0.63	C/D	2.94	4/ 12	0.0654
D:INTER F2*F1	2.57	12	0.21	D/E	1.34	12/ 32	0.2456
		ETR=	0.46				
E:RESIDUELLE PONDEREE		32	0.16				

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : DENSITE RACINES (Dr)

TABLEAU 65: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRÉS MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	2011.94	19	105.89				
B:FACTEUR 2	30.48	3	10.16				
C:FACTEUR 1	1909.73	4	477.43	C/D	79.88	4/ 12	0.0000
D:INTER F2*F1	71.73	12	5.98	D/E	0.65	12/ 30	0.7858
		ETR=	2.44				
E:RESIDUELLE PONDEREE		30	9.23				
F1 LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES				

5	E5	62.67	A
4	E4	47.01	B
3	E3	43.25	B C
2	E2	40.25	C
1	E1	33.33	D

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : TALLES TOTALES (T)

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
 E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

Tableau 66: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRÉS MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	8086.86	19	425.62				
B:FACTEUR 2	34.99	3	11.66				
C:FACTEUR 1	7948.28	4	1987.07	C/D	230.19	4/ 12	0.0000
D:INTER F2*F1	103.59	12	8.63	D/E	1.64	12/ 32	0.1296

ETR= 2.94
E:RESIDUELLE PONDEREE 32 5.27
F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

5 E5 70.17 A
4 E4 59.08 B
3 E3 47.00 C
2 E2 30.92 D
1 E1 14.08 E

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : TALLES FERTILES (Tf)

Tableau 67: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRÉS MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	2839.22	19	149.43				
B:FACTEUR 2	141.71	3	47.24				
C:FACTEUR 1	2599.86	4	649.96	C/D	79.87	4/ 12	0.0000
D:INTER F2*F1	97.66	12	8.14	D/E	1.74	12/ 32	0.1032

ETR= 2.85
E:RESIDUELLE PONDEREE 32 4.67
F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

5 E5 42.08 A
4 E4 34.42 B
3 E3 24.50 C
2 E2 16.58 D
1 E1 10.83 E

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : GRAINES/PANICULE (G/P)

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

Tableau 68: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	25740.73	19	1354.78				
B:FACTEUR 2	494.43	3	164.81				
C:FACTEUR 1	24773.59	4	6193.40	C/D	157.22	4/ 12	0.0000
D:INTER F2*F1	472.71	12	39.39	D/E	7.03	12/ 31	0.0000
			ETR=	6.28			
E:RESIDUELLE PONDEREE		31	5.61				
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES			
5	E5	201.17	A				
4	E4	185.17	B				
3	E3	171.67	C				
2	E2	137.02	D				
1	E1	103.42	E				

Le premier fait observé est la corrélation très prononcée entre l'écartement et le nombre de talles.

Le nombre de talles présente une corrélation hautement significative (Tableau 69 et 70). La plante profite d'un large espacement pour taller. Les concurrences pour l'espace, les éléments nutritifs et la lumière sont réduites.

En effet, le plant de riz est réprimé quand on a un faible écartement de 10x10 cm². Il ne peut fabriquer que trop peu de talles sous prétexte qu'il ne trouve pas assez d'espace vital. Mais au fur et à mesure que la densité du riz décroît, le mécanisme de tallage acquiert une intense activité. Les rôles de l'espace et des éléments nutritifs sont certes impliqués dans ce mécanisme. N'oublions cependant que la lumière joue un rôle non négligeable.

L'intensité lumineuse agit sur l'assimilation du gaz carbonique. Mais parallèlement à cela, son action s'exerce aussi sur les diverses activités physiologiques: absorption de l'azote par la plante, pouvoir absorbant des racines... Et c'est là qu'intervient le mécanisme d'accroissement de la durée de tallage. Chaque plant de riz a suffisamment d'espace pour avoir une meilleure réception de la lumière donc une quantité importante de photons (énergie). Par conséquent, le processus de tallage continue grâce à une absorption continue d'azote jusque là ininterrompue. En bref, " la date d'arrêt du tallage correspond; en l'absence de tout autre facteur limitant; à l'intervention d'une compétition pour la lumière à l'intérieur des pieds et entre les pieds" (MOREAU Didier, 1987).

Le plus grand écartement fournit le plus grand nombre de talles par pied. Néanmoins, ces talles mobilisent de l'énergie afin de regagner en hauteur la tige principale. De là, elles ne sont pas toutes productives. Celles, formées juste quelques temps avant le stade fin tallage, n'ont plus suffisamment de période pour initier leurs panicules. Et le test dénote une énorme différence entre le pourcentage de talles

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
 E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

fertiles pour l'écartement 10x10 cm² et celui pour 30x30 cm² (tableau 71). Celles-ci évoluent mais faiblement avec l'espace et la corrélation n'est pas significative.

En outre, des racines coronaires apparaissent au nœud inférieur de chaque talle. Un nombre élevé de talles octroie alors une masse importante de racines. Cette corrélation est très significative (Coefficient de corrélation partielle = -0,273*). Les racines nouvellement formées se ramifient activement dans le cas d'un large espacement (Coefficient de corrélation partielle entre écartement et densité racinaire = 0,581*). Elles peuvent explorer un volume important du sol. De ce fait, le plant reçoit assez de nourriture et arrive à donner jusqu'à 42 talles fertiles même si le nombre de talles est élevé. En un mot, les racines coronaires sont d'abord initiées par les talles. Ensuite, elles vont entrer en action pour assurer la croissance de la plante.

Par ailleurs, la plante peut fabriquer un nombre de graines plus élevé avec un fort développement du système racinaire. Les jeunes racines ont un mouvement actif d'hydrogénase et une haute potentialité d'oxydase cytochromique favorisant l'activité du système respiratoire (ISHIZUKI, 1971). Pour cela, les éléments racinaires peuvent pénétrer dans les micro pores du sol et arrivent à utiliser les éléments minéraux très loin de la racine.

Tableau 69: Matrice de corrélation totale

	Ecartement	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Ecartement	1.000						
Niveau	0.000	1.000					
Rendement	0.070	0.239	1.000				
Densité racinaire	0.923	0.102	-0.076	1.000			
Talles totales	0.987	-0.004	0.104	0.888	1.000		
Talles fertiles	0.954	-0.051	0.120	0.867	0.953	1.000	
Graines /panicule	0.960	-0.014	0.145	0.856	0.977	0.941	1.000

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
 E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

Tableau 70: Matrice de corrélation partielle

	Ecartement	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Ecartement	****						
Niveau	-0.134	****					
Rendement	0.071	0.405*	****				
Densité racinaire	0.581*	0.397*	-0.420*	****			
Talles totales	0.744*	0.116	-0.081	-0.273*	****		
Talles fertiles	0.201	0.221	0.182	0.105	0.085	****	
Graines /panicule	-0.114	-0.068	0.168	0.025	0.599*	0.151	****

De plus, il apparaît une forte corrélation significative entre le nombre de talles totales et le nombre de graines par panicule. Cette observation contredit l'idée que: "un nombre de talles plus élevé fait réduire le nombre de graines par panicule". Ce nombre de graines dépend plutôt de l'extension du système racinaire.

En dépit d'un nombre de pied au m² élevé, l'écartement 10x10 cm² n'arrive pas à donner le plus haut rendement. Une faible quantité de talles fertiles, une ramification réduite du complexe racinaire, une quantité moindre de graines par panicule et un haut pourcentage de manquants (tableau 71) sont les principaux facteurs responsables de ce rendement minime par rapport aux autres.

Ces facteurs bloquants sont levés d'autant plus que l'espacement devient suffisant et le rendement s'accroît progressivement.

Toutefois, le coefficient de corrélation de 0,07 implique une évolution non linéaire du rendement. Le graphique montre qu'elle est linéaire jusqu'à 25x25 cm² puis le rendement est réduit aussitôt. Eviter alors d'émettre l'hypothèse qu'un grand écartement signifie un bon rendement. Ce n'est pas une relation de causalité. C'est aussi valable du moment qu'on obtient un nombre de talles par pied et de graines par pied élevé.

Le système racinaire est très développé pour l'écartement de 30x30 cm². Ce système racinaire développé fournit à la plante d'énormes quantités d'éléments nutritifs (le phosphore surtout pour l'élaboration des graines). Ces derniers vont concourir à l'élaboration des glucides dans le central chimique (chloroplastes) de la plante. Et les glucides seront ensuite transférés vers les graines et accumulés sous forme de réserves. D'où un nombre important de graines fertiles (nombre de graines par panicule = 201).

Cependant, les plants de riz ayant perdu beaucoup de temps ne parviennent plus à former les ébauches paniculaires dans toutes ses talles. Au niveau de chaque pied, ça n'a aucune importance vu le
 E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
 E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

nombre de graines par pied très élevé. Mais une fois qu'on fait intervenir le facteur écartement, nous observons que ce nombre de graines par pied n'arrive plus à compenser utilement l'espace trop grand de 30x30 cm². En bref, le meilleur système cultural à retenir sera celui qui atteint un maximum de rendement avec un espacement optimal.

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

Tableau 71: Tableau récapitulatif des résultats sur le facteur écartement

FACTEUR	LIBELLE	Densité racinaire (kg)	Talles totales	Talles fertiles	Taux de fertilité (%)	Graines par panicule	Graines par pied	Nombre de pieds au m2	Graines au m2	Rendement moyen (t/ha)
ECARTEMENT	E1	33.33	14.08	10.83	76.25	103.42	1120.04	73.00	80910	7.32
	E2	40.25	30.92	16.58	53.56	137.02	2275.15	37.50	85601	7.40
	E3	43.25	47.00	24.50	52.24	171.67	4222.68	23.00	96524	7.65
	E4	47.01	59.08	34.42	58.49	185.17	6390.55	16.00	102249	8.14
	E5	62.67	70.17	42.08	59.82	201.17	8508.10	9.75	82471	7.10

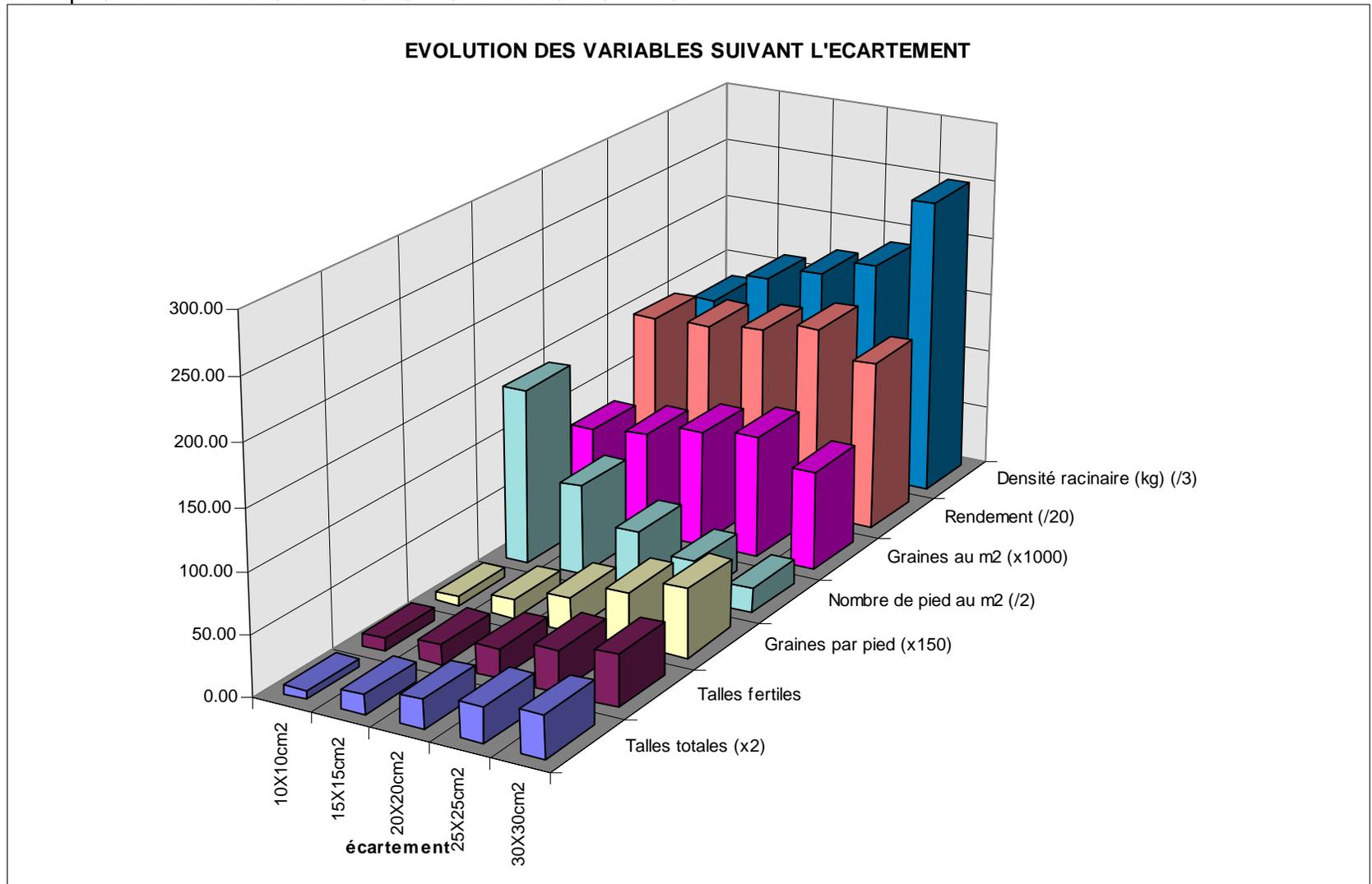
Commentaire sur le tableau

L'écartement 10x10 cm² réduit le nombre de talles formées par chaque plant de riz. Par suite de la compétition entre les pieds, la ramification des racines est inhibée. Ce qui aboutit à un nombre de graines par pied trop faible et un rendement moyen relativement bas.

Quant l'écartement augmente et atteint 25x25 cm², les facteurs de blocage du rendement sont levés. Les racines sont bien développées, les nombres de talles totales; de panicules et de graines par panicule sont élevés et le rendement s'accroît jusqu'à 8,14 t/ha.

E1= écartement 10x10 cm² - E2= écartement 15x15 cm² - E1= écartement 20x20 cm²
 E1= écartement 25x25 cm² - E1= écartement 30x30 cm²

Figure 6: Représentation a trois dimensions des variables observées



Conclusion partielle

Schéma 2: Diagramme de corrélation pour le nombre de plants par touffe

L'écartement des plants constituent le facteur d'amélioration de rendement. Plus les plants sont bien espacés, plus les talles sont nombreuses et les racines développées. Ces dernières favorisent la formation d'une grande quantité de graines par panicule. Il faut toutefois faire attention car si on atteint un nombre de graines par pied élevé, le nombre de plants au m² influencent également le rendement.

Rien qu'en observant les traitements 10x10, 15x15, 20x20 et 25x25 cm², le rendement est en corrélation positive avec l'écartement des plants. En effet, un espacement plus grand permet au riz de développer ses talles. Il arrive à former beaucoup plus de talles fertiles et par là un rendement meilleur. C'est ainsi qu'on obtient un rendement de 8,14 t/ha avec l'écartement de 25x25 cm².

Néanmoins, le traitement 30x30 cm² n'a pas pu donner un rendement plus élevé que l'espacement 25x25 cm². Le fort développement des talles ne pourrait en aucun cas compenser le large écartement entre les plants. Ce qui nous conduit à affirmer qu'il existe un optimum entre l'espacement tallage d'une part et le rendement d'autre part.

Cet optimum dépend de plusieurs facteurs:

- Le niveau de fertilité du sol: un sol riche fournit le maximum de rendement avec un espacement de 30x30 cm² tandis qu'un sol pauvre ne le permet qu'avec un écartement de 20x20 cm².

- Le niveau de contrôle des mauvaises herbes: tant qu'on arrive pas à maîtriser les herbes adventices, planter avec un faible écartement.

- Les conditions climatiques: un large espacement est possible avec un climat chaud et humide. L'intervalle entre l'apparition d'une talle et la suivante est réduite quand le riz reçoit une importante quantité d'énergie (température toujours élevée). La quantité de talles formées est ainsi élevée pour une même durée du cycle végétatif.

- L'altitude: on aura intérêt à planter avec un écartement réduit dans une région à haute altitude (supérieure à 1000 m) par crainte d'une température toujours faible.

Toutefois, il est tout à fait impossible de distinguer clairement l'action de chaque facteur. C'est l'interférence de l'action de tous ces facteurs qui va se répercuter sur le rendement. Ils sont tous pris en considération lors de l'installation de la culture.

33 - Nombre de plants par touffe

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RENDEMENT (R)

Tableau 72: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	2.69	7	0.38				
B:FACTEUR 2	1.02	3	0.34				
C:FACTEUR 1	0.26	1	0.26	C/D	0.54	1/ 3	0.5170
D:INTER F2*F1	1.41	3	0.47	D/E	2.92	3/ 8	0.1000
		ETR=	0.69				
E:RESIDUELLE PONDEREE		8	0.16				

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : DENSITE RACINES (Dr)

Tableau 73: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	348.67	7	49.81				
B:FACTEUR 2	93.67	3	31.22				
C:FACTEUR 1	29.39	1	29.39	C/D	0.39	1/ 3	0.5781
D:INTER F2*F1	225.61	3	75.20	D/E	1.60	3/ 8	0.2647
		ETR=	8.67				
E:RESIDUELLE PONDEREE		8	47.08				

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : TALLES TOTALES (T)

Tableau 74: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	114.46	7	16.35				
B:FACTEUR 2	46.17	3	15.39				
C:FACTEUR 1	66.14	1	66.14	C/D	92.14	1/ 3	0.0017
D:INTER F2*F1	2.15	3	0.72	D/E	0.03	3/ 8	0.9900
		ETR=	0.85				
E:RESIDUELLE PONDEREE		8	24.07				
F1 LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES				

1	A1	56.33	A
2	A2	50.58	B

A1= un seul plant par touffe - A2= trois plants par touffe

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : TALLES FERTILES (Tf)

Tableau 75: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	35.06	7	5.01				
B:FACTEUR 2	17.50	3	5.83				
C:FACTEUR 1	16.06	1	16.06	C/D	32.09	1/ 3	0.0094
D:INTER F2*F1	1.50	3	0.50	D/E	0.02	3/ 8	0.9900
ETR= 0.71							
E:RESIDUELLE PONDEREE		8	20.60				
F1 LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES							
1 A1	31.17	A					
2 A2	28.33	B					

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : GRAINES/PANICULE (G/P)

Tableau 76: Tableau d'analyse de variance

SOURCE DE VARIATION	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F			
				RAP.CM	F CALC	DDL F	PROBA
A:TOTALE	346.12	7	49.45				
B:FACTEUR 2	218.33	3	72.78				
C:FACTEUR 1	84.52	1	84.52	C/D	5.86	1/ 3	0.0931
D:INTER F2*F1	43.26	3	14.42	D/E	1.68	3/ 8	0.2468
ETR= 3.80							
E:RESIDUELLE PONDEREE		8	8.57				

Une corrélation négative est notée entre le nombre de talles totales, le nombre de talles fertiles, le nombre de graines par panicule, le rendement et le nombre de plants par touffe (Tableau 77 et 78).

Un repiquage de 3 plants par touffe réduit significativement la capacité de tallage du riz (tableau 70). Les plants de riz entrent en compétition pour la lumière, l'espace et les éléments nutritifs. Par conséquent, chaque plant cherche à acquérir une certaine prédominance envers sa voisine dans chaque touffe. Il dépense inutilement ses énergies dans le développement excessif des talles en hauteur.

En outre, leurs racines s'étendent et se ramifient activement. Et si les autres plants de la touffe réagissent de la même façon, nous n'aboutissons qu'à un fort enchevêtrement des racines (Densité racinaire plus élevé). Il va agir comme rival et n'essaie qu'à assurer sa propre croissance.

Alors qu'un seul plant par touffe n'est pas soumis à ce type de concurrence, il peut développer tranquillement ses talles qui sont solidaires et s'alimentent entre elles.

La défaillance des éléments racinaires dans le cas des 3 plants par touffe engendre un faible nombre de talles fertiles et de graines par panicule (Coefficient de corrélation partielle = 0.48* et -

A1= un seul plant par touffe - A2= trois plants par touffe

0,813*). Cependant, une meilleure ramification des racines a aidé favorablement le plant repiqué un à un à fournir un nombre de graines au m² élevé. Ainsi, le rendement est inférieur pour le cas d'un repiquage à 3 plants par touffe (figure 7).

Tableau 77: Matrice de corrélation totale

	Plants par touffe	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Plants par touffe	1.000						
Niveau	0.000	1.000					
Rendement	-0.308	0.394	1.000				
Densité racinaire	0.290	-0.006	-0.109	1.000			
Talles totales	-0.760	0.093	0.663	-0.033	1.000		
Talles fertiles	-0.677	-0.054	0.178	-0.534	0.399	1.000	
Graines /panicule	-0.494	0.550	0.246	-0.634	0.118	0.630	1.000

Tableau 78: Matrice de corrélation partielle

	Age au repiquage	Niveau	Rendement	Densité racinaire	Talles totales	Talles fertiles	Graines /panicule
Age au repiquage	****						
Niveau	0.855	****					
Rendement	0.769*	-0.563	****				
Densité racinaire	-0.695*	0.788	0.440*	****			
Talles totales	-0.962*	0.836	0.854*	-0.650	****		
Talles fertiles	0.582*	-0.757	-0.501*	0.480*	0.669*	****	
Graines /panicule	-0.915	0.955	0.691*	-0.813*	-0.908*	0.773*	****

A1= un seul plant par touffe - A2= trois plants par touffe

Tableau 79: Tableau récapitulatif des résultats suivant le nombre de plants par touffe

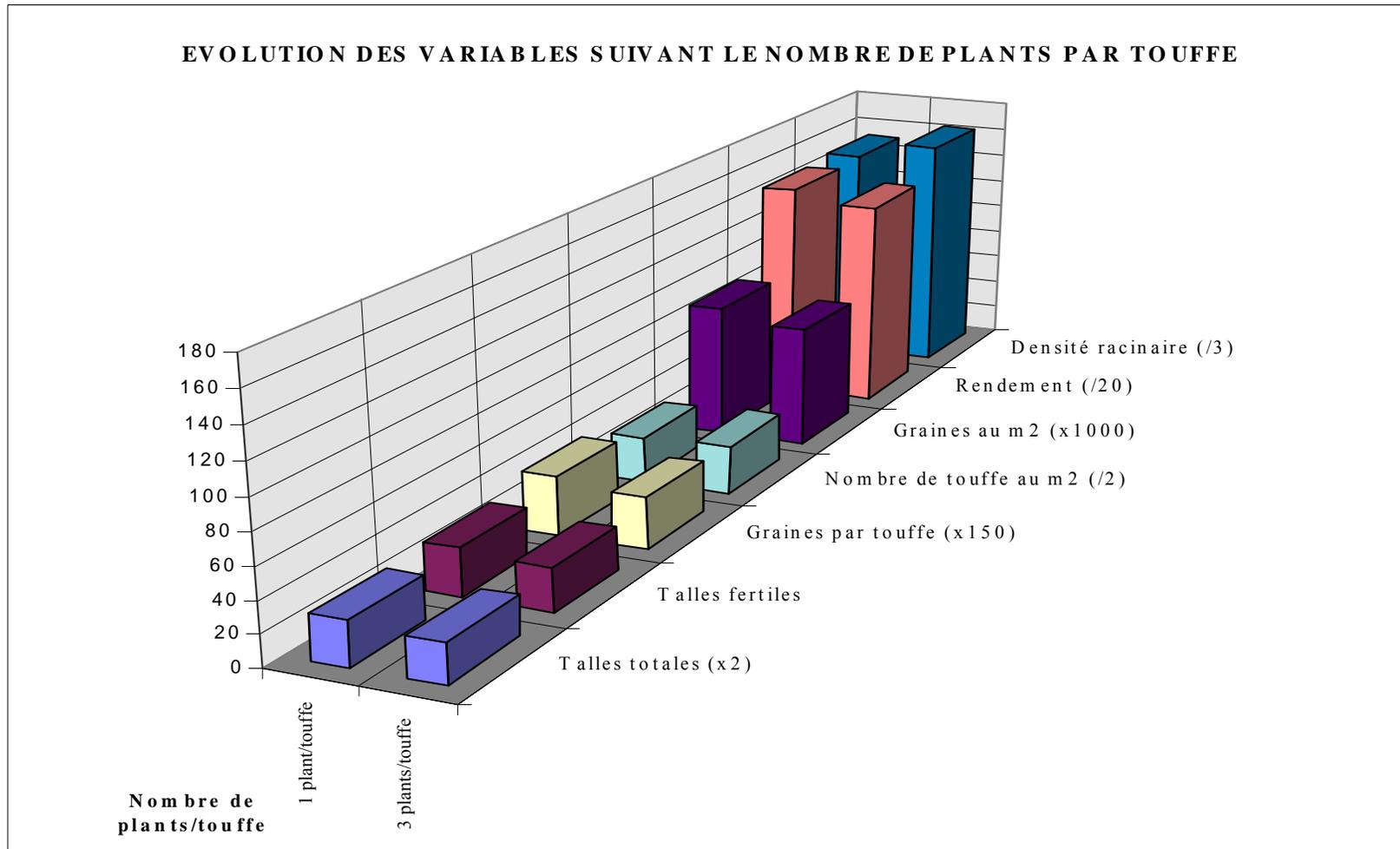
FACTEUR	LIBELLE	Densité racinaire (kg)	Talles totales	Talles fertiles	Taux de fertilité (%)	Graines par panicule	Graines par pied	Nombre de pieds au m ²	Graines au m ²	Rendement moyen (t/ha)
PLANTS PAR TOUFFE	A1	50.09	56.33	31.92	88.43	184.08	5884.21	15.00	88711	7.38
	A2	53.92	50.58	28.33	56.23	177.67	5036.58	16.00	80585	7.03

Commentaire sur le tableau

Le tableau fait apparaître que le repiquage avec un seul plant par touffe octroie un nombre important de talles. Les activités racinaires ont permis d'obtenir un nombre de talles fertiles et de graines par panicule élevées.

Si on se réfère cependant à la transplantation avec 3 plants par touffe, ces nombres sont inférieurs. Seuls les forces d'arrachage et le nombre de pieds au m² sont prépondérants. Cette force d'arrachage élevée est due surtout à l'enchevêtrement des éléments racinaires dans le sol. Quant au nombre de pieds au m², il n'existe pratiquement pas de manquants car il reste au moins un plant qui survit dans la touffe. Malgré tout, si on évalue les nombres de talles totales et de talles fertiles, nous n'atteignons qu'une quantité minime de 16,67 pour les talles totales et de 9,44 pour les talles fertiles.

Figure 7: Représentation à trois dimensions des variables observées



Conclusions partielles

Schéma 3: Diagramme de corrélation pour le nombre de plants par touffe

Un seul plant par touffe constitue le principal atout pour le S.R.I. Les talles se développent abondamment et peuvent de ce fait, émettre des racines nouvelles. Ces racines; une fois dans le sol; peuvent se proliférer aisément. Elles vont nourrir les parties aériennes de la plante. Les talles fertiles sont beaucoup plus nombreuses ainsi que le nombre de graines par panicule. Tant que les plants manquants sont remplacés, nous arrivons toujours à un rendement élevé.

4 - DISCUSSION

Nous avons constaté qu'un repiquage jeune permet au riz de montrer sa performance et par là un rendement élevé. De notre côté, nous affirmons même qu'un semis direct fournit un bon rendement si sa mise en place est bien réussie.

L'essai, réalisé à Ranomafana, a prouvé l'avantage incontestable du semis direct. Le semis s'effectue avec des graines pré germées. Le terrain doit être bien préparé, les mottes doivent être bien débitées. Ensuite, il faut un bon planage car les petites surfaces mal nivelées retiennent l'eau et asphyxient les graines.

D'autre part, une boue fluide risque d'asphyxier les graines. Sur ce, la mise en eau de la rizière et le nivellement s'effectue 3 jours avant le semis. Après ce délai, la boue devient collante et on réalise le semis avec deux graines par trou. C'est 20 jours après que le démarrage et le remplacement des manquants sont entrepris.

Outre l'avantage d'un haut rendement, le semis direct délivre les paysans des pratiques du repiquage. En effet, la transplantation d'un hectare de rizière requiert 25 femmes en une journée pour le système traditionnel et atteint 42 à 48 femmes pour le S.R.I. Si on tient compte seulement du S.R.I., le semis direct libère le paysan de 50 jours¹ de temps de travail consacré sur sa rizière. Ainsi, il peut produire plus avec un moindre effort de sa part et une réduction des traumatismes subis par la plante.

Toutefois, le véritable problème est l'invasion des mauvaises herbes. Mais cette invasion est lente quand on a pratiqué une culture de contre-saison sur sa rizière. Sûrement, la rupture du cycle des herbes adventices grâce à la rotation a affaibli leur pression.

¹Pour un séjour moyenne de 8 jours du riz au pépinière et 42 jours de repiquage sur un hectare

CONCLUSION GENERALE

La région de Ranomafana a connu une forte dégradation des écosystèmes forestiers. De ce fait, le S.R.I. a été adopté comme une alternative sur la pratique du défriche brûlis depuis 1994. Il est vulgarisé dans les zones périphériques du Parc National de Ranomafana par l'ONG Tefy Saina.

A partir de cette année, il n'a pas manqué de manifester sa nette supériorité. Une rizière sur laquelle les paysans n'atteignent que 2 t/ha avec les techniques traditionnelles, fournit un rendement moyen de 8,52 t/ha. La superficie rizicultivée en S.R.I. est passée en outre de 5,68ha en 1994 jusqu'à 18,58ha en 1997 soit 2,27 fois plus.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons traité les aspects scientifiques du S.R.I. afin d'en tirer les facteurs de rendement. Des hypothèses ont été vérifiées expérimentalement dans les rizières des paysans. Tous les essais ont pu être menés à bien grâce au concours sans égal des agents du Tefy Saina.

Les résultats obtenus ont montré qu'une transplantation avant la troisième phyllochrone avec un écartement optimal (25x25 cm² dans notre cas) et un seul plant par touffe octroie le plus haut rendement. En S.R.I., le premier règle est l'application de minimum d'eau. Même si la submersion permet de remonter le pH des rizières, elle engendre d'énormes bouleversements au niveau de la plante. Elle se creuse des lacunes aérifères au niveau des racines afin d'utiliser l'oxygène de l'air issu des feuilles. Une fois ce facteur maîtrisé, le riz consacre tout son potentiel au mécanisme de tallage. Des racines coronaires apparaissent ensuite à la base de chaque talle. Elles se ramifient et acquièrent une intense activité. Ainsi, la plante peut puiser facilement les nourritures dans le sol et en bénéficier pour sa croissance. Toutes ses énergies sont déployées pour l'initiation des panicules et des graines. Ce qui permet un nombre de talles fertiles et de graines par panicule élevés. En bref, le S.R.I. fournit:

- un nombre important de talles par unité de surface,
- une quantité satisfaisante de graines par panicule,
- et une bonne fertilité des épillets (pourcentage de graines fertiles de 94%).

Après tout, il est applicable là où il y a une bonne maîtrise d'eau (réseau d'irrigation et de drainage). Quand les rizières rencontrent des problèmes d'inondation, nous devons mettre en place un système de drainage efficace. En tout cas, son avenir est promettant pour une amélioration de la production des terrains de bas-fonds.

Une autre opportunité est la pratique du semis direct. Indiscutablement, il présente l'avantage d'obtenir une productivité par unité de temps de travail. Les paysans sont délivrés des temps consacrés à la pépinière et au repiquage. Entre Autres, le semis direct permet d'éviter les traumatismes dus à la

transplantation et la compétition entre les microflores attachées aux racines et celles présentes dans le sol. Toutefois, le véritable problème est l'invasion des mauvaises herbes. La croissance du riz est faible par rapport à celle des mauvaises herbes. Mais si nous arrivons à rompre le cycle des herbes adventices, leur pression sur la culture de riz est énormément affaiblie. De telle rupture est assurée par la pratique de la contre-saison.

Enfin, le présent mémoire n'a traité qu'une partie des maintes questions qui restent en suspens sur le S.R.I. D'autres points méritent d'être étudiés: "Existe-t-il réellement un appauvrissement intempestif des réserves minérales du sol occasionné par le haut rendement du S.R.I.?" Nous pensons qu'ultérieurement des recherches seront axées sur ce sujet.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
I -GENERALITES	3
1 - HISTORIQUE DE LA REGION.....	3
2 - LE MILIEU NATUREL DE RANOMAFANA	3
21 - <i>Conditions climatiques</i>	3
211 - Pluviométrie	3
212 - Température	7
214- Courbe ombrothermique de GAUSSEN	7
215- Humidité.....	8
22 - <i>Conditions édaphiques et pédologiques</i>	9
221 - Structure du relief.....	9
222 - Types de sol.....	10
223 - Géologie	10
3 - BOTANIQUE:	11
31 - <i>Systématique:</i>	11
32 - <i>Variétés</i>	11
33 - <i>Morphologie</i>	12
331 - Les organes végétatifs	12
a - La racine:.....	12
b - La tige	13
c - Les feuilles	13
332 - Les organes reproducteurs.....	13
a - Épillet.....	14
b - Fruit.....	14
34 - <i>Physiologie</i>	16
a - La phase végétative	16
b - La phase reproductrice	16
c - La phase de maturation.....	16

35 - <i>Cycle cultural</i>	17
II - ETUDE DESCRIPTIVE DU S.R.I.	18
21 - LES VARIABLES DANS LE S.R.I.	18
11 - <i>L'âge de transplantation</i>	18
12 - <i>L'écartement et le nombre de plantes par touffe</i>	20
13 - <i>Le sarclage</i>	20
14 - <i>Maîtrise d'eau</i>	21
15 - <i>Fumure organique: compost</i>	22
2 - HYPOTHESES POSEES: LES FACTEURS EXPLICATIFS D'UN HAUT RENDEMENT	
.....	23
21 - <i>Fort développement du tallage</i>	23
22 - <i>Meilleur développement du système racinaire</i>	24
23 - <i>Rendement en graines: nombre de graines par panicule et remplissage des graines</i>	
.....	24
III - EXPERIMENTATION	26
1 - MATERIELS ET METHODES	26
11 - <i>Matériels biologiques</i>	26
Le matériel végétal X265	26
12 - <i>Lieu d'expérimentation - Caractéristiques pédo -climatiques</i>	26
13 - <i>Dispositifs d'expérimentation</i>	26
14 - <i>Mise en place de l'essai</i>	27
141 - <i>Préparation du terrain</i>	27
* Terrain A et B :	27
142 - <i>Fertilisation</i>	27
15 - <i>Travaux culturaux</i>	29
151 - <i>Pépinière</i>	29
a - <i>Préparation de la pépinière</i>	30
b - <i>Préparation des semences</i>	30
c - <i>Semis</i>	30
d - <i>Entretien</i>	30

152 - Terrain d'expérimentation.....	31
a - Repiquage.....	31
b - Entretien.....	31
c - Récolte.....	32
2 - LES PRINCIPAUX FACTEURS ETUDIÉS	33
21 - <i>Effet de l'âge de transplantation</i>	33
211 - Fumure	33
* Sans compost.....	33
* Avec compost.....	34
212 - Type de sol	34
* Terrain sablo-limoneux	34
* Terrain Limono-Argilo-Sableux	34
213 - Contrôle de l'irrigation	35
22 - <i>Effet de l'écartement des plants</i>	35
221 - Fumure	35
* Sans compost.....	35
* Avec compost.....	36
222 - Type de sol	36
* Terrain sablo-limoneux	36
* Terrain Limono-Argilo-Sableux	36
223 - Contrôle de l'irrigation.....	36
23- <i>Effet du nombre de plants par touffe</i>	37
231 - Fumure	37
* Sans compost.....	37
* Avec compost.....	38
232 - Type de sol	38
* Terrain Limono-Argilo-Sableux	38
233 - Contrôle de l'irrigation.....	38
24 - <i>Les variables à observer</i>	38
241 - La densité racinaire	38
242 - Le nombre de talles	39

243 - Le nombre de talles fertiles	39
244 - Le nombre de graines par panicule	39
245 - Le rendement.....	39
IV - INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS	41
1 - OBSERVATIONS PRELIMINAIRES.....	41
<i>11 - Maladie.....</i>	<i>41</i>
<i>12 - Le cycle et la croissance du riz.....</i>	<i>41</i>
2 - INTERPRETATION DES RESULTATS SUIVANT LES NIVEAUX DE CHAQUE FACTEUR.....	44
<i>21 - Effet de l'âge de transplantation.....</i>	<i>45</i>
211 - Fumure	45
* Sans compost.....	45
* Avec compost.....	46
212 - Type de sol	48
* Terrain sablo-limoneux	48
* Terrain Limono-Argilo-Sableux	49
213 - Contrôle de l'irrigation	51
<i>22 - Effet de l'écartement des plants</i>	<i>52</i>
221 - Fumure	52
* Sans compost.....	52
* Avec compost.....	53
222 - Type de sol	54
* Terrain Sablo-Limoneux	54
* Terrain Limono-Argilo-Sableux	56
223 - Contrôle de l'irrigation.....	57
<i>23 - Effet du nombre de plants par touffe</i>	<i>59</i>
231 - Fumure	59
* Sans compost.....	59
* Avec compost.....	60
232 - Type de sol	61

* Terrain Limono-Argilo-Sableux	61
233 - Contrôle de l'irrigation.....	62
3 - INTERPRETATION DES RESULTATS APRES REGROUPEMENT DE VARIANCES	
.....	63
31- Age de transplantation	63
32- Ecartement des plants.....	72
33 - Nombre de plants par touffe.....	82
4 - DISCUSSION	88
CONCLUSION GENERALE	89

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: DONNEES CLIMATIQUES SUR 30 ANS (1951-1980).....	4
TABLEAU 2: DONNEES CLIMATIQUES SUR 30 ANS (1951-1980).....	7
TABLEAU 3: L'HUMIDITE RELATIVE	8
TABLEAU 4: CLASSIFICATION DU RIZ.....	11
TABLEAU 5: TABLEAU DE KATAYAMA (S.R.I.- PATRICK VALLOIS).....	19
TABLEAU 6: TABLEAU DE DESCENDANCE SUR 12 PHYLLOCHRONES	19
TABLEAU 7: CARACTERISTIQUE PHYSICO-CHIMIQUE DU TERRAIN B RANOMAFANA	27
TABLEAU 8: CARACTERISTIQUE PHYSICO-CHIMIQUE DU TERRAIN A-AMBATOVAKY	29
TABLEAU 9: ÉVOLUTION DU CYCLE DU RIZ SUIVANT L'AGE DE TRANSPLANTATION	41
TABLEAU 10: ÉVOLUTION DU CYCLE DU RIZ SUIVANT L'ECARTEMENT	41
TABLEAU 11: EVOLUTION DU CYCLE DU RIZ SUIVANT LE NOMBRE DE PLANTS PAR TOUFFE.....	42
TABLEAU 12: EVOLUTION DU CYCLE DU RIZ SUIVANT L'AGE DE TRANSPLANTATION	43
TABLEAU 13: EVOLUTION DU CYCLE DU RIZ SUIVANT L'ECARTEMENT	43
TABLEAU 14: RENDEMENT.....	45
TABLEAU 15: DENSITE RACINAIRE	45
TABLEAU 16: TALLES TOTALES.....	46
TABLEAU 17:RENDEMENT.....	46
TABLEAU 18: DENSITE RACINAIRE.....	47
TABLEAU 19: TALLES TOTALES.....	47
TABLEAU 20:RENDEMENT.....	48
TABLEAU 21: DENSITE RACINAIRE.....	48
TABLEAU 22: TALLES TOTALES.....	48

TABLEAU 23:RENDEMENT.....	49
TABLEAU 24: DENSITE RACINAIRE.....	49
TABLEAU 25: TALLES TOTALES.....	50
TABLEAU 26:RENDEMENT.....	51
TABLEAU 27: DENSITE RACINAIRE.....	51
TABLEAU 28: TALLES TOTALES.....	51
TABLEAU 29:RENDEMENT.....	52
TABLEAU 30: DENSITE RACINAIRE.....	52
TABLEAU 31: TALLES TOTALES.....	52
TABLEAU 32:RENDEMENT.....	53
TABLEAU 33: DENSITE RACINAIRE.....	54
TABLEAU 34: TALLES TOTALES.....	54
TABLEAU 35:RENDEMENT.....	55
TABLEAU 36: DENSITE RACINAIRE.....	55
TABLEAU 37: TALLES TOTALES.....	55
TABLEAU 38:RENDEMENT.....	56
TABLEAU 39: DENSITE RACINAIRE.....	56
TABLEAU 40: TALLES TOTALES.....	57
TABLEAU 41:RENDEMENT.....	57
TABLEAU 42: DENSITE RACINAIRE.....	58
TABLEAU 43: TALLES TOTALES.....	58
TABLEAU 44:RENDEMENT.....	59
TABLEAU 45: DENSITE RACINAIRE.....	59
TABLEAU 46: TALLES TOTALES.....	59
TABLEAU 47:RENDEMENT.....	60
TABLEAU 48: DENSITE RACINAIRE.....	60

TABLEAU 49: TALLES TOTALES.....	60
TABLEAU 50:RENDEMENT.....	61
TABLEAU 51: DENSITE RACINAIRE.....	61
TABLEAU 52: TALLES TOTALES.....	61
TABLEAU 53:RENDEMENT.....	62
TABLEAU 54: DENSITE RACINAIRE.....	62
TABLEAU 55: TALLES TOTALES.....	62
TABLEAU 56: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	63
TABLEAU 57: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	64
TABLEAU 58: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	64
TABLEAU 59: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	64
TABLEAU 60: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	65
TABLEAU 61: MATRICES DE CORRELATION TOTALE.....	66
TABLEAU 62:MATRICES DE CORRELATION PARTIELLE.....	67
TABLEAU 63: TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS SUR LE FACTEUR AGE DE TRANSPLANTATION.....	68
TABLEAU 64: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	72
TABLEAU 65: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	72
TABLEAU 66: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	73
TABLEAU 67: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	73
TABLEAU 68: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	74
TABLEAU 69: MATRICE DE CORRELATION TOTALE.....	75
TABLEAU 70: MATRICE DE CORRELATION PARTIELLE.....	76
TABLEAU 71: TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS SUR LE FACTEUR ECARTEMENT	78
TABLEAU 72: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	82
TABLEAU 73: TABLEAU D’ANALYSE DE VARIANCE.....	82

TABLEAU 74: TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE	82
TABLEAU 75: TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE	83
TABLEAU 76: TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE	83
TABLEAU 77: MATRICE DE CORRELATION TOTALE	84
TABLEAU 78: MATRICE DE CORRELATION PARTIELLE.....	84
TABLEAU 79: TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS SUIVANT LE NOMBRE DE PLANTS PAR TOUFFE	85

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: COURBE OMBROTHERMIQUE DE GAUSSEN.....	7
FIGURE: 2 HUMIDITE RELATIVE EN 1981	9
FIGURE 3: LES ORGANES DE LA FEUILLE.....	15
FIGURE 4: LA PANICULE	15
FIGURE 5: REPRESENTATION A TROIS DIMENSIONS DES VARIABLES OBSERVEES	69
FIGURE 6: REPRESENTATION A TROIS DIMENSIONS DES VARIABLES OBSERVEES	79
FIGURE 7: REPRESENTATION A TROIS DIMENSIONS DES VARIABLES OBSERVEES	86

LISTE DES SCHEMAS

SCHEMA 1: DIAGRAMME DE CORRELATION POUR LE NOMBRE DE PLANTS PAR TOUFFE	71
SCHEMA 2: DIAGRAMME DE CORRELATION POUR LE NOMBRE DE PLANTS PAR TOUFFE	80
SCHEMA 3: DIAGRAMME DE CORRELATION POUR LE NOMBRE DE PLANTS PAR TOUFFE	87

LISTE DE CARTES

CARTE 1:LOCALISATION DU PARC NATIONAL DE RANOMAFANA	5
CARTE 2: LES SITES D'EXPERIMENTATION	6