



AGRICULTURE TROPICALE &
DÉVELOPPEMENT DURABLE

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable
Parcours : Agriculture , Tropicale

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome
au grade de Master II**

ETUDE TECHNIQUE DES NOUVELLES REPIQUEUSES ARTISANALES DE RIZ ET COMPARAISON ECONOMIQUE
ENTRE SRI, SRI-GBD ET SRI MECANISE



Présenté par : ANDRIAMBAHOAKA Lydie Chantale
Promotion KINGATSA (2010 – 2015)

Soutenu le 04 Septembre 2014 devant le jury composé de :

- Président : Dr ANDRIAMANIRAKA Jaona Harilala
- Examineur : Dr RAZAFIMAHATRATRA Hery Manantsoa
- Maître de stage : Mr RAKOTOMANANTOANINA Francisco
- Encadreur pédagogique : Mr RAKOTO Benjamin



Remerciements

Tous les jours, Dieu ne cesse d'exprimer son amour éternel ainsi que sa grâce envers nous. A cet effet, je lui adresse mes sincères remerciements car sans sa bénédiction, cette mémoire de fin d'étude n'aurait pas vu le jour.

En outre, il m'est particulièrement agréable d'exprimer mes profondes reconnaissances à tous les membres du jury de cette soutenance, à savoir:

- Dr ANDRIAMANIRAKA Jaona Harilala, chef de la mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, président du jury;
- Dr RAZAFIMAHATRATRA Hery Manantsoa, Chef de parcours Bio-fonctionnement du Sol et Environnement de la mention AT2D, examinateur;
- Mr RAKOTOMANANTOANINA Francisco, Ingénieur agronome du BUCAS, maître de stage ;
- Mr RAKOTO Benjamin, Enseignant Chercheur à l'ESSA, encadreur pédagogique.

J'adresse aussi mes vifs remerciements au Bureau de Coordination des Actions Sociales de l'archidiocèse d'Antananarivo qui a assuré financièrement l'étude.

Mes sincères gratitude s'adressent également au:

- R.P. RANDRIANANTOANINA Guy Noël et Mr RAMAROLAFY Jean Baptiste qui m'ont beaucoup aidé dans l'étude et la conception des nouveaux matériels;
- Mr RANDRIANANTOANINA Honoré Florent, innovateur du SRI mécanisé et sa famille, qui a mis à ma disposition le terrain d'expérimentation, ainsi qu'un lieu d'hébergement durant le stage à Merikanjaka ;
- Mr RAHARINANDRASANA Fanomezantsoa Allain, propriétaire de l'atelier RAHARY & FILS Ambodimita, qui a beaucoup le courage d'intervenir dans la construction des matériels.

Enfin, je ne saurais oublier de remercier tous les enseignants et personnels de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, toute ma famille et mes amis qui n'ont cessé de me soutenir et de m'encourager durant mes études, et toute les personnes qui ont contribué par de près ou de loin à l'accomplissement de mes cinq années d'études universitaires.

Sommaire

LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
Résumé	vii
Abstract.....	viii
INTRODUCTION	1
1 MATERIELS ET METHODES	3
1.1 Matériels.....	3
1.1.1 Zone d'étude.....	3
1.1.2 Les systèmes de cultures étudiés	5
1.1.3 Les repiqueuses artisanales	7
1.2 Méthodes	14
1.2.1 Expérimentation agricole	14
1.2.2 Etude économique	16
1.2.3 Traitement des données	16
1.3 Limites du travail	16
2 RESULTATS	17
2.1 Travail en pépinière.....	17
2.1.1 SRI.....	17
2.1.2 SRI-GBD	17
2.1.3 SRI mécanisé.....	18
2.2 Repiquage.....	20
2.2.1 SRI.....	20
2.2.2 SRI-GBD	20
2.2.3 SRI mécanisé.....	20
2.3 Amortissement des matériels	22
2.3.1 SRI.....	22
2.3.2 SRI-GBD	22
2.3.3 SRI mécanisé.....	22

3	DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	24
3.1	Rentabilité du système	24
3.1.1	Comparaison du coût du gain de temps avec le montant de l'amortissement des matériels... ..	24
3.2	Particularité des nouveaux matériels de repiquage de riz	25
3.2.1	Comparaison avec la repiqueuse trainée chinoise à 2 rangs	25
3.2.2	Comparaison avec la repiqueuse trainée à trois rang	26
3.3	Avantages et inconvénients du système	28
3.3.1	Avantages	28
3.3.2	Inconvénients	29
3.4	Recommandations	30
3.4.1	Minimisation des dépenses en germoirs.....	30
3.4.2	Valorisation des germoirs.....	31
3.4.3	Amélioration des matériels.....	31
3.4.4	Expérimentation sur différents types de sol	32
	CONCLUSION	33
	BIBLIOGRAPHIE	34

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Cliché 1: Repiquage avec la repiqueuse simple	8
Cliché 2: Les repiqueuses artisanales	10
Cliché 3: Repiquage avec les repiqueuses rallongées	11
Cliché 4: Jeunes plants sur mottes de terre dans la rizière	11
Cliché 5: La perceuse	13
Cliché 6: Bosses de la perceuse	13
Cliché 7: Paddy semés dans les traces de la perceuse	13
Cliché 8: Jeunes plants de riz dans leur germeoir	13
Cliché 9 : Terrain d'expérimentation.....	15
Cliché 10: Tas de germeoirs empilés	30
Figure 1: Localisation de la zone d'étude	4
Figure 2: Dessin synoptique de la repiqueuse simple	8
Figure 3: Mécanisme de fonctionnement de la repiqueuse simple.....	9
Figure 4: Dessin synoptique d'une repiqueuse à trois dents	11
Figure 5: Mécanisme de fonctionnement des repiqueuses rallongées.....	12
Figure 6: Le dispositif expérimental.....	15
Figure 7: Travaux affectés en pépinière du SRI, SRI-GBD et SRI mécanisé	19
Figure 8: Mains d'œuvres affectées au repiquage du SRI, SRI-GBD et SRI mécanisé.....	21
Photo 1: Repiqueuse manuelle chinoise à deux rangs (vue de profil).....	25
photo 2: Repiqueuse manuelle chinoise à deux rangs (vue de derrière)	25
photo 3: Repiqueuse chinoise à deux rangs.....	26
photo 4: Repiquage avec la repiqueuse chinoise à deux rangs.....	26
Photo 5: Repiqueuse trainée à trois rangs.....	27
Photo 6: Repiqueuse trainée à trois rangs.....	27
Photo 7: Repiquage avec la repiqueuse trainée à trois rangs.....	27
Tableau 1: Quantité de travail affectée en pépinière du SRI.....	17
Tableau 2: Répartition des tâches en pépinière du SRI-GBD	18
Tableau 3: Répartition des tâches en pépinière du SRI mécanisé	18
Tableau 4: Gain de temps des matériels par rapport au SRI et au SRI-GBD.....	21
Tableau 5: Amortissement des matériels en SRI-GBD	22
Tableau 6: Amortissement des matériels en SRI mécanisé.....	23
Tableau 7: Comparaison des coûts du gain de temps et des montants de l'amortissement des matériels en SRI	24

Tableau 8: Comparaison des coûts du gain de temps et des montants de l'amortissement des matériels en SRI-GBD.....	24
--	----

LISTE DES ABREVIATIONS

- BUCAS : Bureau de Coordination des Actions Sociales
- CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
- CTA : Centre technique de coopération agricole
- FAO : Food and Agriculture Organization
- GBD : Germeur Biodégradable
- HJ : Homme Jour
- MAEP : Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
- OMAPI : Office Malgache des Propriétés Industrielles
- PARECAM : Programme d'Appui à la Résilience aux Crises Alimentaires à Madagascar
- PPRR : Programme de Promotion des Revenus Ruraux
- REP : Repiqueuse
- REP1 : Repiqueuse simple
- REP3 : Repiqueuse multiple à trois dents
- REP4 : Repiqueuse multiple à quatre dents
- REP6 : Repiqueuse multiple à six dents
- REP9 : Repiqueuse multiple à neuf dents
- SARLU FFF : Société à Responsabilité Limitée Unipersonnelle Fambolena - Fiompiana – Famokarana
- SRI : Système de Riziculture Intensif
- SRI-GBD : Système de riziculture Intensif sur Germeur Biodégradable
- SRI mécanisé : Système de riziculture Intensif Mécanisé

Résumé

A Madagascar, le repiquage du riz, une opération pratiquement toujours manuelle, est considéré essentiellement comme une activité féminine. Il conduit souvent à des problèmes de courbature de dos chez les femmes. Ainsi, une innovation consiste à créer des repiqueuses artisanales de riz permettant d'effectuer les travaux de repiquage en se tenant debout et d'y faire intervenir les hommes. Alors, une recherche a été menée à Miarinarivo-Merikanjaka du District de Manjakandriana dans le but de tester performance et la rentabilité des appareils. Ainsi, la productivité de travail des outils a été comparée avec celle du SRI et du SRI-GBD selon les différentes distances de repiquage (20cm*20cm : 25cm*25cm et 30cm*30cm) et l'éventuel coût du gain de temps obtenu par l'utilisation des nouvelles repiqueuses a été comparé avec celle de la valeur de l'amortissement des matériels investis dans le système. En effet, les repiqueuses artisanales de riz sont équipées d'un système de prélèvement ou dents de la repiqueuse pour soulever les jeunes plants situés dans des mottes de terre d'un germoir, ainsi que d'un système de repoussage ou poussoirs pour la mise en place des plantules dans la rizière. Les deux compartiments sont superposés et sont liés en aval par un ressort et en amont par un levier. Lorsqu'on appuie sur le levier, le ressort se comprime et les poussoirs expulsent les mottes de terre en s'enfonçant profondément dans les dents de la repiqueuses. Quand le ressort se rallonge, le matériel revient à son état initial. L'utilisation de ces nouveaux transplantoirs manuels de riz permet d'avoir un gain de temps jusqu'à 37,63% par rapport au SRI et jusqu'à 69,31% par rapport au SRI-GBD. Néanmoins, la technique exige beaucoup de travail de pépinière et demande un énorme coût d'investissement. Par conséquent, le coût de gain de temps obtenu par l'utilisation des machines ne rembourse pas le montant de l'amortissement des matériels investis dans le système. Les repiqueuses sont à bon marché mais le principal problème réside au niveau du coût de ses accessoires, notamment celui des germoirs qui couvre presque la totalité du coût de production.

Mots-clés : mécanisation, repiquage, rentabilité, transplantoir manuel

Abstract

In Madagascar, the transplanting of the rice is an operation always practically manual until now. It is a heavy generally feminine task which often leads to problems of backache. Then, an innovation consists in creating a rice transplanter allows to avoid the problems of backache during the work and to involve men in the operation of rice transplanting. So, a research has been realized to Miarinarivo-Merikanjaka district of Manjakandriana on the purpose of testing the performance of the materials and studding the prosperity of the use of these instruments. The work-productivity of the new material has been compared with the SRI and the SRI-GBD one on different distance of transplanting (20cm*20cm; 25cm*25cm and 30cm*30cm) and the event amount of time cost saving in the use of the new tools has been compared with the amortizations values of the tools invested in the system. Indeed, the new manual rice transplanter is equipped with a system of taking named ``teeth of the transplanter`` to lift the young plants situated in clumps of earth of a seed tray, as well as a system of repousse work or the implementation of seedlings in the rice field. Both compartments are stacked and are downstream connected by a spring and upstream by a lever. When we press on the lever, the spring compresses and clumps of earth are expelled by sinking profoundly into the teeth of the transplanter. When the spring lies down again, the equipment returns to his initial state. Certainly, the use of these new manual rice transplanting machine allows to save time until 37,63 % with regard to the SRI (Intensive System Rice production) and until 69,31 % with regard to the SRI-GBD (Intensive System Rice production with biodegradable seed trays). However, it requires a lot of breeding-ground work and a considerable investment. So that, the amortizations values of the tools invested in the system are not reimbursed by the amount of time cost saving in the use of the new rice transplaters. The materials are cheap but the main problem lives on the cost of its accessories, in particular that of the seed trays which covers almost all of the production cost.

Keywords: mechanization, transplanting, profitability, manual rice transplanter

INTRODUCTION

Le riz constitue la première céréale pour l'alimentation humaine dans le monde. Il correspond aujourd'hui à près de la moitié de la ration en calories de plus de 3 milliards d'hommes dans le Sud-Est asiatique, et un tiers de cette ration pour un grand nombre d'hommes en Afrique et en Amérique latine (CIRAD, 2002). Sa production occupe les 15% de la surface cultivée du globe. En dehors de l'Asie, Madagascar est l'une des plus anciennes régions de riziculture (FAO, 2004). C'est le deuxième plus grand consommateur de riz après le Myanmar (PPRR, 2014). La céréale représente l'aliment de base pour les malgaches, constitue plus de la moitié de leur ration alimentaire et joue un rôle primordial dans leur culture. Sur ce, la riziculture concerne les 87% des exploitations et les 60% des surfaces cultivées (MAEP, 2006). Elle est pratiquée dans toute l'île, apportant une à deux récoltes par an selon les régions et les nombreuses variétés de riz dans le territoire. La technique la plus rencontrée est celle de la riziculture inondée, une forme de riziculture aquatique où la maîtrise d'eau n'est pas assurée (CIRAD, 2002). Toutefois, les opérations nécessaires à la culture du riz sont nombreuses et requièrent souvent une main-d'œuvre importante surtout pendant le repiquage qui représente la clé de réussite de la production. Non seulement il constitue un moyen de lutte contre les mauvaises herbes, mais il répond aussi à un souci de rendement maximum (LABROUSSE et UZUREAU, 1962). Jusqu'à présent, la transplantation des jeunes plants dans la rizière est généralement effectuée à la main pour Madagascar. Cette tâche si fastidieuse pouvant entraîner des problèmes de courbature de dos, est toujours considérée comme une activité féminine dans le pays malgache (BELIERES *et al*, 2014). C'est pourquoi, une innovation consiste à créer des repiqueuses artisanales de riz qui sont des petits matériels permettant de repiquer jusqu'à neuf jeunes plants simultanément, de faciliter le repiquage en l'effectuant dressé et d'y faire participer les hommes. Pourtant, ces nouveaux matériels n'ont pas encore fait l'objet ni d'étude de performance ni d'évaluation de rentabilité. Ainsi, l'innovateur RANDRIANANTOANINA Honoré Florent, le Bureau de Coordination des Actions Sociales, un organisme social catholique, et la mention Agriculture Tropicale et Développement Durable de l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo ont collaboré pour étudier l'efficacité de ces appareils en posant la question suivante : le recours à l'utilisation des repiqueuses artisanales du riz est-il techniquement et économiquement intéressant que l'adoption du Système de Riziculture Intensif (SRI) et du Système de Riziculture Intensif sur Germe Biodégradable (SRI-GBD) ?

Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, trois objectifs spécifiques sont fixés dans la recherche. Ce sont:

- La détermination de la quantité de travail affectée en pépinière du SRI, du SRI-GBD et du SRI mécanisé ;
- La situation de la productivité de travail de chaque repiqueuse par rapport à celle du SRI et du SRI-GBD;

- La comparaison des coûts du gain de temps obtenus par l'utilisation des matériels avec ceux de l'amortissement de matériels.

Par ailleurs, trois hypothèses sont avancées:

- Hypothèse1: La pépinière du SRI mécanisé demande beaucoup de main d'œuvre que celle du SRI et du SRI-GBD
- Hypothèse2: L'utilisation des repiqueuses artisanales conduit à la réduction du temps de travail de repiquage;
- Hypothèse3: Le coût du gain de temps obtenu par la mécanisation du repiquage peut couvrir l'amortissement des matériels utilisés dans le système;

La première partie de l'étude parlera des matériels utilisés et des méthodologies générales adoptées lors de la réalisation de la recherche. La zone d'étude ainsi que les différents systèmes de riziculture étudiés seront exposés, l'histoire de la découverte ainsi que les constitution et mécanismes de fonctionnement des nouvelles repiqueuses artisanales de riz seront détaillés; et le protocole expérimental ainsi que les modes de traitement des données et les limites du travail seront étalés. La deuxième partie évoquera les différents résultats des expérimentations et des analyses effectués. Autrement dit, elle avancera la comparaison de la quantité de travail affectée en pépinière pour les systèmes manuels et mécanisés, la situation de la productivité de travail des repiqueuses par rapport au SRI et au SRI-GBD, le coût d'investissement en matériel de chaque système étudié et la rentabilité du système. La dernière partie de la recherche discutera de la particularité des nouveaux matériels aux dépens des autres repiqueuses manuelles utilisés dans les pays développés et des avantages et inconvénients du nouveau système de mécanisation. Des conseils d'amélioration y seront également évoqués.

1 MATERIELS ET METHODES

1.1 Matériels

1.1.1 Zone d'étude

L'expérimentation agricole a été faite dans le *Fokontany Miarinarivo* de la Commune rurale de Merikanjaka, District de Manjakandriana, Région Analamanga. Le village est situé dans la partie Sud-Est du district et est traversé par une route communale d'une longueur de 51km qui est très pénible, voire inaccessible pendant la saison des pluies. C'est une zone forestière dont la végétation est constituée principalement de forêt d'eucalyptus. Le relief y est plus ou moins accidenté et le climat est humide. Il n'y a pas de vaste plaine et le sol y est généralement pauvre. Les vallées sont constituées par des sols argileux tourbeux et les *tanety** par des sols ferralitiques et latéritiques (AHM, 2006).

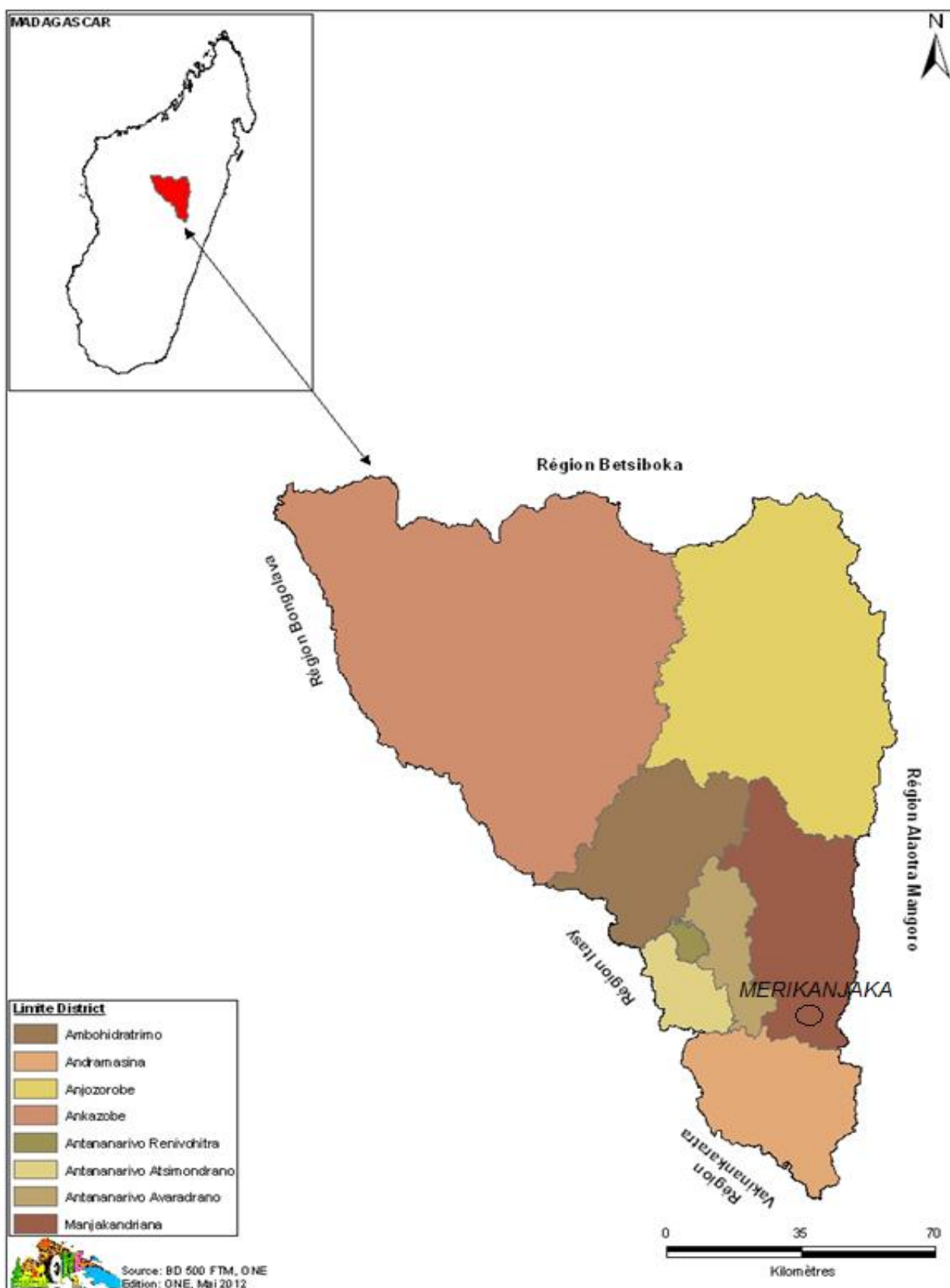


Figure1: Localisation de la zone d'étude

1.1.2 Les systèmes de cultures étudiés

1.1.2.1 Le Système de Riziculture Intensif

➤ Présentation

Le SRI est une méthode qui a été découverte par le père jésuite Henri Delaulanié, et a été développé à Madagascar dans les années 1980 (MOSER et BARRET, 2003). Il se base sur la combinaison des éléments de la relation sol-eau-plante-lumière de manière harmonieuse permettant à la plante d'exprimer son potentiel de production caché par les pratiques inappropriées. Ainsi, le SRI exige, un semis clair sur pépinière sèche, une bonne préparation de terrains (labour, pulvérisation et planage), une transplantation de jeunes plants au stade deux feuilles, une intermittence de l'irrigation, favorisant l'aération du sol et le développement des racines et des sarclages fréquents (DABAT *et al*, 2007).

➤ Avantages

D'abord, la technique permet d'améliorer considérablement les rendements, et sans avoir besoin de recourir à l'achat d'intrants souvent onéreux et difficilement accessibles aux petits paysans (CTA, 2011). Ensuite, le SRI permet également de faire une économie d'eau et de semence et de réduire la surface de la pépinière. Un hectare de rizière ne nécessite que 6 kg de semence et 1 are de pépinière. Le principe de l'irrigation au minimum permet d'économiser jusqu'à 40% d'eau par rapport à la riziculture traditionnelle. Enfin, le système présente un itinéraire technique souple et résistant aux cataclysmes naturels. Il offre la possibilité de préparer une nouvelle pépinière au bout de 8 jours à 10 jours, en cas de sécheresse ou d'insuffisance d'eau (RAZAFIMANANTSOA, 2009).

➤ Inconvénients

Le SRI présente plusieurs contraintes comme les difficultés d'apprentissage de la méthode, la maîtrise de l'eau sur les grands périmètres et le surcroît du travail. L'état des ouvrages hydrauliques des bas-fonds malgaches ne permet pas d'accomplir le principe d'irrigation-assèchement et les jeunes plants risquent de flotter en cas d'inondation brusque des rizières après le repiquage. En termes de travail, Moser et Barret (2003) ont fait remarquer que le SRI est plus exigeant en travail: de 38 à 54 % de travail supplémentaire par rapport à la riziculture traditionnelle, 62 % du travail supplémentaire étant consacré au sarclage, et 17 % au repiquage. Le repiquage de jeunes plants en SRI demande beaucoup de temps et de soins, par rapport au repiquage en foule. Le temps de planage supplémentaire occasionné par le SRI est estimé à 150 heures/ha, et le temps de repiquage supplémentaire occasionné par le SRI est estimé à 91 heures/ha.

1.1.2.2 Le Système de Riziculture Intensif sur Germeoir Biodégradable

➤ Présentation

Le SRI-GBD a été mis au point depuis quelques années par la Société à Responsabilité Limitée Unipersonnelle Fambolena-Fiompiana-Famokarana ou SARLU F.F.F. pour surmonter les contraintes relatives à l'adoption du SRI. La technique suit les mêmes conduites que le SRI classique mais seulement, au lieu de mettre en place des pépinières sèches, elle propose de semer directement sur les germeoirs biodégradables contenant de la terre enrichie en éléments fertilisants.

➤ Avantages

La pratique permet de faciliter la manipulation de la plantule et d'éviter ensuite son traumatisme lors du repiquage. Elle permet également de retarder le repiquage jusqu'à 20 jours, de réduire la quantité de semence jusqu'à 3 à 4 kg/ha et de faire une économie de fertilisant agricole. Le taux de germination peut atteindre jusqu'à 120 talles (RAZAFIMANANTSOA, 2009).

➤ Inconvénients

Malgré les avantages susmentionnés, le SRI-GBD connaît aussi des limites. En pépinière, les handicaps de la technique résident au niveau de la préparation du terreau, le rebouchage des germeoirs ainsi que le semis individuel des grains de paddy. Pendant le repiquage, le transport des pots dans la rizière constitue une lourde tâche. Par ailleurs, la copie du pot GB est interdite car le dessin technique est déposé auprès de l'Office Malgache des Propriétés Industrielles ou OMAPI, ce qui complique l'accès des exploitants à l'intrant.

1.1.2.3 Le Système de Riziculture Intensif mécanisé

Le SRI mécanisé est une nouvelle technique d'intensification de la riziculture qui requiert l'utilisation des repiqueuses artisanales de riz. La base du système est proche de celle du SRI-GBD. Néanmoins, des différences sont observées au niveau de la technique de préparation des jeunes plants et du mode de repiquage. Le rebouchage de plusieurs petits germeoirs est transformé en remplissage des germeoirs de grande taille et les plantules de riz poussant individuellement sur des pots biodégradables sont converties en jeunes plants de riz situés dans une motte de terre nue, comme dans une tranche de gâteau. Elles ne seront plus repiquées l'une après l'autre mais on peut transplanter jusqu'à neuf plantules simultanément. Dans ce cas, l'opérateur n'aura plus besoin de s'accroupir pour accomplir la tâche de repiquage, mais il peut repiquer tout en se tenant debout.

1.1.3 Les repiqueuses artisanales

1.1.3.1 Présentation

Les repiqueuses artisanales de riz sont des appareils créés pour faciliter les travaux de transplantation des jeunes plants de riz dans la rizière. Ce sont des outils à conception très simples construits à base de fer qui permettent le repiquage simultané de quelques plantules de riz tout en respectant la distance de repiquage. Par ailleurs, l'utilisation de ces matériels permet l'admission au premier degré de mécanisation du repiquage de riz (Cf. Annexe1) qui un stade de mécanisation rassemblant « les travaux effectuées à l'aide d'outils simples, individuels où la force motrice est fournie uniquement par les muscles de l'homme » (VELONJARA, 1976).

1.1.3.2 Origine de la découverte

L'idée principale venait de RANDRIANANTOANINA Honoré Florent, un agriculteur du *Fokontany* Miarinarivo de la Commune rurale de Merikanjaka, District de Manjakandrina qui voulait améliorer son rendement rizicole en 2012. Il essaya d'apporter les besoins nutritifs de la plante dès le début de sa végétation et de créer une meilleure condition pour que le jeune plant ait une croissance continue. Autrement dit, il a tenté d'éviter au maximum le stress de la plante au cours de sa végétation. Ainsi, il sema ses grains de paddy pré-germés dans des caisses contenant de la terre enrichie en poudrette de parc. Au bout d'une semaine, quand les semences ont bien poussé, il les a transplantées avec les mottes de terre du germoir dans la rizière. Pour ce faire, il utilisa un instrument construit à base de fer tube carré de 5 cm. L'appareil était composé de deux éléments à savoir la dent qui permet de prendre les jeunes plants dans leur germoir et le poussoir qui sert à expulser hors de l'appareil afin de les déposer dans la rizière.

En effet, la dent est un cube creux de 5cm d'arête lié en haut à un système de rétention. La base est bien taillée pour faciliter le découpage du terreau et ensuite la pénétration de la motte de terre dans l'appareil. Le poussoir est un instrument démontable construit à base de tôle qu'on introduit à l'intérieur du cube. La tôle est pliée en trois faces et le milieu est considéré comme base de l'appareil. Cette partie, qui entre directement en contact avec le terreau du germoir est creusée circulairement au centre pour l'entrée des jeunes plants. Le bout des deux autres faces est à plier vers l'extérieur pour marquer l'arrêt du poussoir et éviter ensuite le coincement de l'appareil dans le cube.



Cliché 1: Repiquage avec la repiqueuse simple

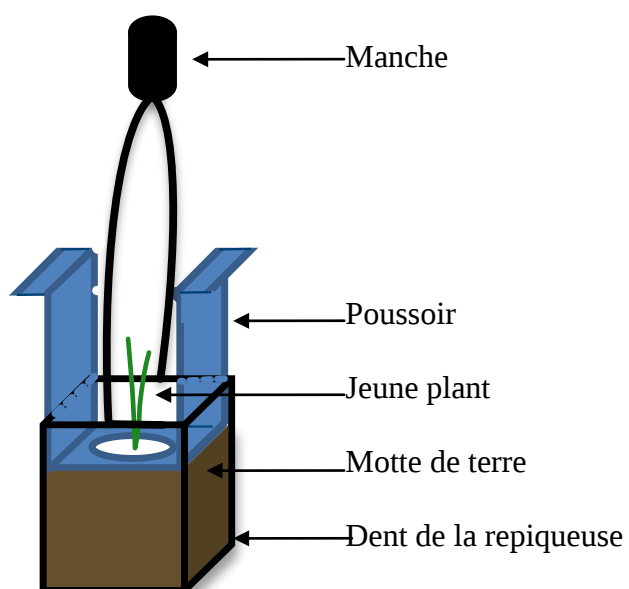
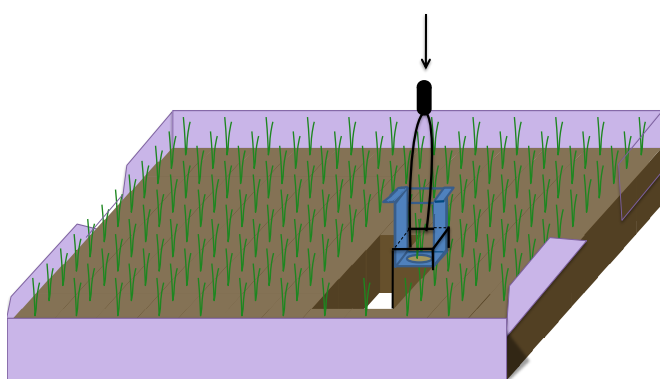


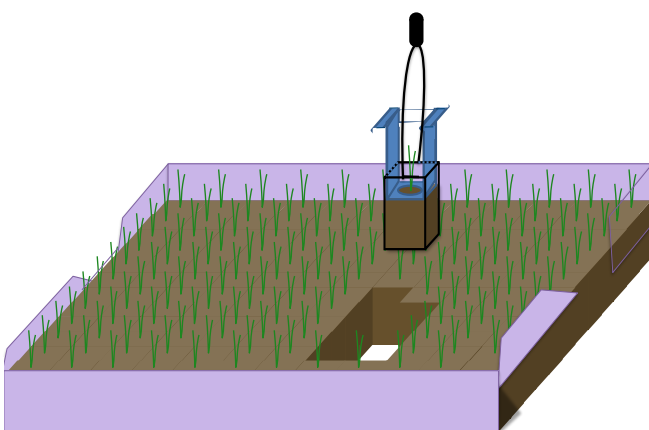
Figure2 : Dessin synoptique de la repiqueuse simple

Source: Auteur, 2015



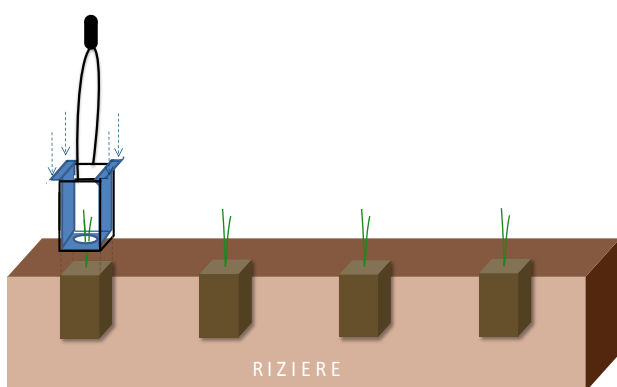
1

Prise du jeune plant dans le germoir: on appuie sur la manche



2

Détachement de la motte de terre du germoir



3

Transplantation dans la rizière: on appuie sur le poussoir

Figure 3: Mécanisme de fonctionnement de la repiqueuse simple

Source : Auteur, 2015

1.1.3.3 Développement du système

En 2013, l'exploitant participa au concours de production rizicole organisé par le Bureau de Coordination des Actions Sociales ou BUCAS de l'archidiocèse* d'Antananarivo (Cf. Annexe 2). Sa technique lui a permis d'obtenir le deuxième lot de la compétition dans le District* d'Ambohitsoabe avec un rendement de 9,4 t/ha. C'est ainsi qu'a débuté la recherche sur l'amélioration de son système. D'abord, la repiqueuse a été allongée pour que l'opérateur puisse se tenir debout pendant le repiquage. Ensuite, un système d'assemblage de plusieurs repiqueuses a été établi pour qu'il puisse transplanter plusieurs plantules simultanément. Finalement, plusieurs formes de repiqueuses ont été obtenues. Ces derniers peuvent comporter trois à neuf dents tout en respectant les distances de repiquage souhaitées. Les matériels sont construits à divers écartements : 20 cm * 20 cm ; 25 cm * 25 cm et 30 cm * 30 cm, répondant à la variation de la densité de repiquage exigée par les rizières malgaches. En effet, les sols riches sollicitent un repiquage clair, tandis que les sols pauvres demandent du repiquage dense (RANDRIANAIVO, 2008). Ainsi, Il y a quatre formes de repiqueuses rallongées par rapport à l'originale: la repiqueuses à trois dents, la repiqueuse à quatre dents, la repiqueuse à six dents et la repiqueuse à neuf dents. Les appareils de conception très simples faisant partie du premier degré de mécanisation sont construits en fer et leur poids ne dépasse pas les 10 kg.



Cliché 2: Les repiqueuses artisanales

Source: Auteur, 2015

*Archidiocèse : Territoire dirigé par un évêque dans la mission catholique.

*District : Territoire dirigé par quelques prêtres.

1.1.3.4 Constitution et mécanisme de fonctionnement

Les nouveaux matériels sont formés de deux compartiments. La partie inférieure est constituée par le groupe de dents de repiqueuse et leur manche. Tandis que la partie supérieure comprend le groupe de poussoir et également leur manche. Dans ce nouveau système, les poussoirs ne sont plus des tôles pliées mais ils seront transformés en tube carré de 4cm contenant à la base une soudure de tôle plate comportant une partie vide circulaire au centre. Les deux compartiments sont reliés à la base par un ressort et en haut par un levier. Lorsqu'on appuie sur ce levier, le ressort se comprime et les poussoirs expulsent les mottes de terre en s'enfonçant dans les dents de repiqueuse. Quand le ressort se rallonge, le matériel revient à son état initial.



Cliché 3: Repiquage avec les repiqueuses rallongées



Cliché 4: Jeunes plants sur mottes de terre dans la rizière

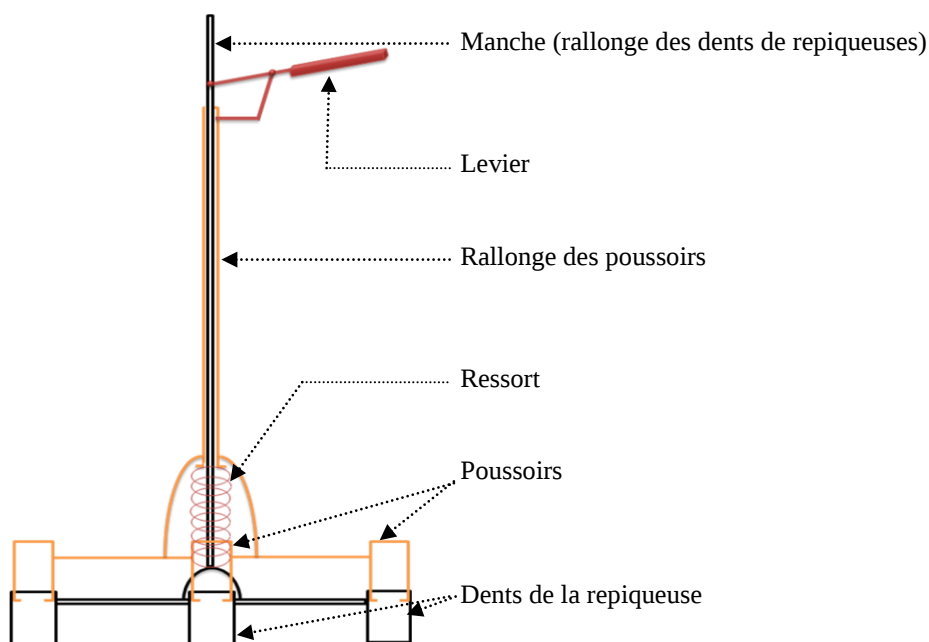


Figure 4: Dessin synoptique d'une repiqueuse à trois dents

Source: Auteur, 2015

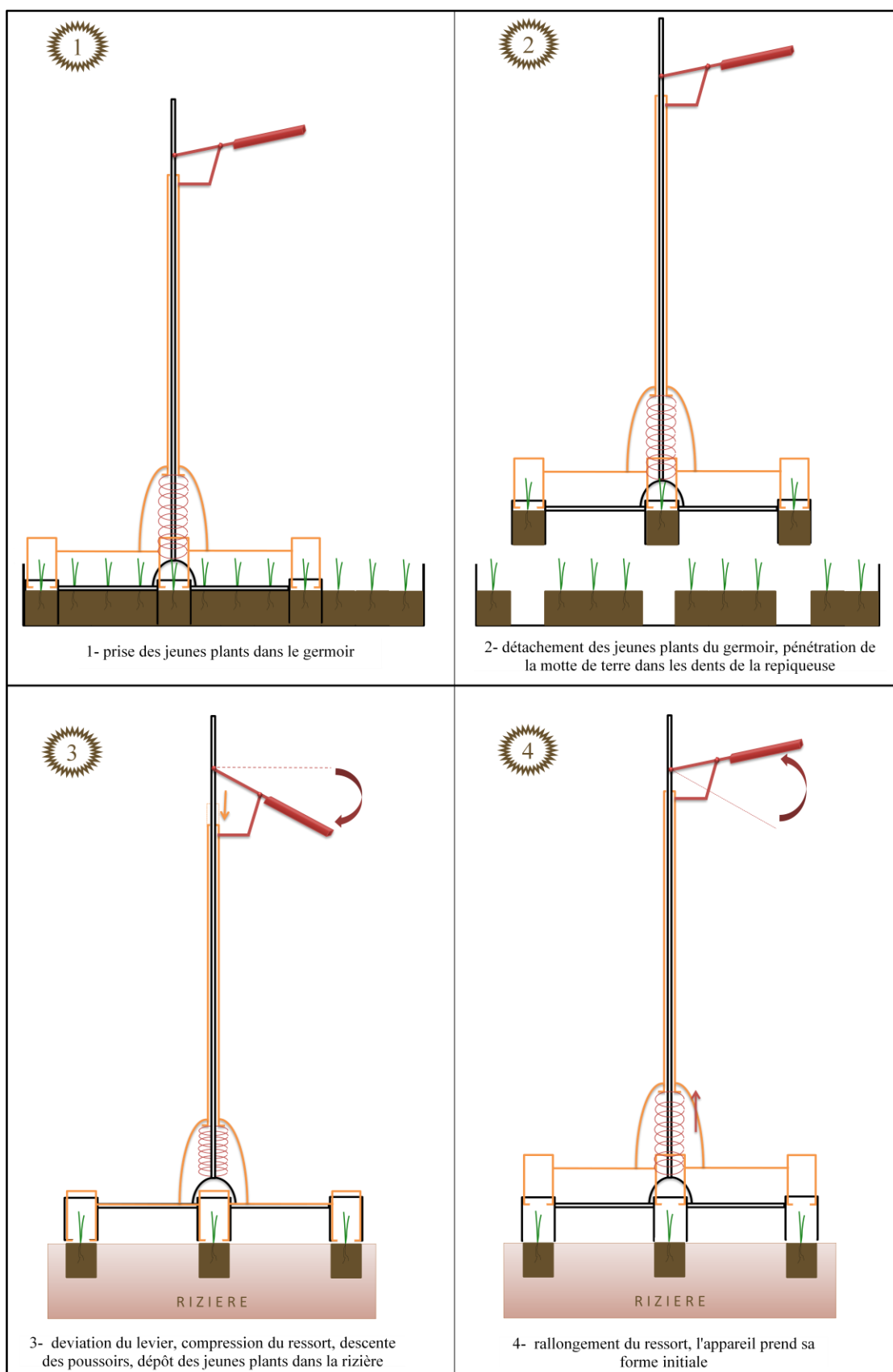


Figure 5: Mécanisme de fonctionnement des repiqueuses rallongées

Source: Auteur, 2015

1.1.3.5 Accessoires

➤ Germoirs

Ce sont des dispositifs en bois de dimension variable selon le type de repiqueuse. Ils servent à supporter les jeunes plants de riz semés un à un avec un écartement de 5 cm*5 cm pendant ses séjours en pépinière. Les germoirs peuvent être disposés de façon superposée pour économiser la surface de la pépinière. Ainsi, jusqu'à quatre germoirs peuvent être empilés dans les zones froides, contrairement à une quantité plus élevée dans les zones chaudes. En effet, les germoirs ont la forme d'une caisse plate à ciel ouvert de 15 cm de hauteur. Sur chacune de ses faces latérales apparaissent des vides qui garantissent l'aération et l'éclairage des jeunes plants. Par ailleurs, le transport d'une caisse peut être effectué par une seule personne s'elle a une taille inférieure ou égale à 60cm*60cm (cf. Annexe 7) et par deux personnes dans le cas contraire. Le déplacement du matériel dans la rizière peut se faire par simple trainage du fait qu'il peut glisser facilement sur la boue.

➤ Perceuse

C'est un outil fabriqué à base de bois pour repérer l'écartement entre les semences. La forme du matériel rassemble à celle des taloches mais seulement, sa base comporte des sortes de bosses qui, lorsqu'on applique l'appareil sur le terreau du germoir, laissent des traces pour le semis des paddy.



Cliché 6: La perceuse



Cliché 7: Bosses de la perceuse



Cliché 5: Paddy semés dans les traces de la perceuse



Cliché 8: Jeunes plants de riz dans leur germoir

1.2 Méthodes

Une expérimentation agricole a été réalisée pour déterminer les quantités de travail affectées à la préparation des jeunes plants et au repiquage et une étude économique sur table a été faite pour l'évaluation de l'amortissement des matériels. Dans tous les cas, le tableur Excel a été consulté pour faciliter les calculs.

1.2.1 Expérimentation agricole

1.2.1.1 Facteurs étudiés

Afin de bien étudier la performance des repiqueuses, un test de comparaison de la productivité de travail vis-à-vis du système de repiquage manuel et celui du système mécanisé a été fait. Le système manuel considère le SRI et le SRI-GBD tandis que le système mécanisé englobe toutes les formes de repiqueuses disponibles. Comme mentionnées précédemment, les repiqueuses peuvent avoir trois types d'écartement (20 cm * 20 cm, 25 cm * 25 cm et 30 cm * 30 cm) et pour chaque type, on compte cinq formes. Ainsi, l'étude comprend deux facteurs contrôlés: la productivité de travail et la distance de repiquage.

Ainsi, pour chaque type d'écartement, il y aura sept modalités qui sont :

-M1 : SRI

-M2 : SRI-GBD

-M3 : SRI mécanisé avec la repiqueuse simple (REP1)

-M4 : SRI mécanisé avec la repiqueuse à trois dents (REP3)

-M5 : SRI mécanisé avec la repiqueuse à quatre dents (REP4)

-M6 : SRI mécanisé avec la repiqueuse à six dents (REP6)

-M7: SRI mécanisé avec la repiqueuse à neuf dents (REP3)

1.2.1.2 Dispositif expérimental

Le dispositif de type bloc de Fischer a été utilisé pour l'expérimentation. Ce bloc a été séparé en trois sites correspondant chacun à un type d'écartement. Pour chaque site, le nombre de bloc a été fixé à trois, correspondant aux trois répétitions de chaque modalité. Chaque bloc comportait un nombre de parcelles égal au nombre de modalités qui étaient réparties au hasard dans chaque bloc. Dans un site, les blocs étaient séparés par une diguette de 50 cm de largeur, et chaque bloc comportait des rigoles périphériques de 30 cm, les parcelles élémentaires dimensionnées de 9*3 m² était séparées par des petits canaux de 20 cm. La surface occupée par un bloc était alors de 220,8 m² ; soit 685,4 m² pour un site, ce qui conduit à une étendue de 20,56 are pour la totalité de l'expérimentation.

ECARTEMENT 20cmx20cm			ECARTEMENT 25cmx25cm			ECARTEMENT 30cmx30cm		
BLOC A	BLOC B	BLOC C	BLOC A	BLOC B	BLOC C	BLOC A	BLOC B	BLOC C
M3	M1	M2	M1	M2	M6	M3	M1	M2
M5	M4	M4	M3	M5	M7	M5	M4	M4
M2	M6	M5	M4	M7	M4	M2	M6	M5
M7	M2	M7	M6	M6	M3	M7	M2	M7
M6	M5	M1	M5	M4	M2	M6	M5	M1
M1	M3	M6	M2	M1	M5	M1	M3	M6
M4	M7	M3	M7	M3	M1	M4	M7	M3
Site1			Site2			Site3		

Figure 1: Le dispositif expérimental

Source : Auteur, 2015



Cliché 8 : Terrain d'expérimentation

1.2.2 Etude économique

Pour chaque système de culture, les besoins en matériels ont été évalués afin de déterminer le montant nécessaire pour l'investissement initial et l'éventuel amortissement des appareils. A part les germoirs biodégradables, le calcul de l'amortissement des matériels a été basé sur une durée de vie de cinq ans par hectare. Autrement dit, si l'exploitation est de 1ha, le matériel peut résister pendant cinq ans mais si la superficie exploitée est de 5 ha, le matériel sera amorti en une année.

1.2.3 Traitement des données

La productivité de travail a été chronométrée sur une petite superficie suivie d'une extrapolation à l'hectare tout en respectant la durée du travail utile. Ce dernier est défini comme la durée réelle du travail de l'homme pendant une heure; elle est évaluée à 40 à 50 minutes en moyenne. Dans l'étude, l'unité de temps de 45 mn par heure a été considérée. Afin de standardiser les résultats, le repiquage de chaque parcelle a été fait par une femme et un homme.

Le logiciel tableur Microsoft Excel a été utilisé pour faciliter le traitement des données. Il s'agit d'une application qui présente sous forme de tableaux structurés en lignes et colonnes dans des onglets séparés avec, pour chaque cellule qui compose chaque feuille, des caractéristiques particulières pour les calculs, des outils de génération de graphiques, des outils d'analyse croisée dynamique et un module de programmation par macro ou en développement direct avec le langage Visual Basic pour Application

Après l'expérimentation, la quantité de travail affecté en pépinière est déterminée pour chaque système et la situation de la productivité de travail de chaque matériel par rapport au SRI et au SRI-GBD peut être établie. Le coût de mains d'œuvre pour le gain de temps offert par ces derniers a été évalué à partir du résultat, puis a été comparé avec l'amortissement des matériels. Le système sera bénéfique si le revenu peut couvrir le prix des appareils.

1.3 Limites du travail

En termes de productivité de travail, les résultats recueillis par cette recherche ne coïncident pas réellement à la vraie réalité. Cela est dû à la méthodologie de travail qui s'est globalement basée sur l'extrapolation.

2 RESULTATS

2.1 Travail en pépinière.

2.1.1 SRI

Pour obtenir des plants vigoureux, faciles à arracher et repartant immédiatement après repiquage, une pépinière jardinée à la japonaise ou « *Ketsavohitra* » a été utilisée. C'est une pépinière à sec confectionnée toute proche de la rizière (VALLOIS, 1996). En effet, la plate-bande doit être un peu tassée pour éviter que les plants de riz ne s'enracinent profondément, et le semis doit être régulier et clair (RANDRIANARISON, 2011). La densité de semis est de 1 *kapoaka** de grains prégermés par 4 m² (Tefy saina, 2007). Les semences doivent être couvertes d'une fine couche de fumure organique et ensuite de paillage pour le protéger contre l'entraînement par les eaux d'arrosage quotidien. Le paillage assure également la conservation de l'humidité et la protection contre les oiseaux. Les entretiens consistent à l'arrosage une fois tous les soirs. Après la levée des jeunes semis, c'est-à-dire après 3 à 5 jours du semis, la couverture est à enlever. Pour un hectare de rizière, les surfaces et travaux de pépinière du SRI sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Quantité de travail affectée en pépinière du SRI

Ecartement	20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
Surface de la pépinière (m ²)	280	180	125
Quantité de travail affectée (hj)	3,86	2,47	1,72

2.1.2 SRI-GBD

Les travaux de pépinière du SRI-GBD se font en trois étapes : la phase de préparation du terreau, le remplissage des germoirs et le semis proprement dit. Le terreau des germoirs est constitué par un mélange équitable de fumier, de terre rouge et de terre noire. Comme préparation, les substrats sont tamisés afin d'éliminer les particules inutiles qui risqueraient à la fois de nuire au développement des jeunes plants et/ou d'abîmer le germe puis mélangés sur un espace plat bien nettoyé pour avoir une bonne homogénéité. Lors du rebouchage, le terreau doit être bien tassé dans les germoirs qui ne doivent pas être remplis jusqu'à ras bord et qui sont ensuite placés dans des plates-bandes bien aplanies. La largeur de ces dernières est de 1m afin de faciliter l'entretien et le contrôle des pépinières. En outre, il faut un espacement entre les groupes de germe pour que l'air puisse circuler et qu'il n'y ait pas de décomposition. Avant de passer au semis, l'arrosage est nécessaire pour garder l'humidité (RAMANANJANAHARY, 2012). Les grains de paddy pré-germés sont semés individuellement dans les germoirs. On fait le semis avec une graine par pot et puis on le recouvre par de la terre fine mélangée de terreau ou de fumier. Ensuite, on dépose l'ombrière et on arrose les plates-bandes. La protection des bordures contre

*Kapoaka : mesure locale d'une boîte de lait de 1/3 de litre

des prédateurs et contre le glissement de la terre de la pépinière est aussi nécessaire. L'ombrière est à enlever après la levée des jeunes plants. Après leur séjour en pépinière, les germoirs biodégradables contenant des plants de riz sont ramassés et sont transportés vers la rizière pour être repiqués. Une personne peut préparer jusqu'à 50 soubiques de terreau par jour, reboucher 3 500 germoirs biodégradables, effectuer le semis de 27 200 germoirs et ramasser 18 000 germoirs. La surface consacrée pour la pépinière est respectivement de 435m²; de 280m² et de 195m² pour les trois densités de repiquage considérées. Le tableau suivant résume la quantité de travail affectée à ces tâches pour un hectare de rizière en fonction du type d'écartement:

Tableau 2: Répartition des tâches en pépinière du SRI-GBD

Ecartement	20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
Préparation de terreau (hj/ha de rizière)	16,68	10,80	7,50
Rebouchage des germoirs (hj/ha de rizière)	71,43	45,71	31,75
Semis (hj/ha de rizière)	9,19	5,88	4,09
Ramassage des germoirs (hj/ha de rizière)	13,89	8,89	6,17
TOTAL (hj/ha de rizière)	111,19	71,29	49,51

2.1.3 SRI mécanisé

Comme ceux du SRI-GBD, les travaux de pépinière du SRI mécanisé sont : la préparation de terreau, le rebouchage des germoirs et le semis proprement dit. La composition et la technique de préparation du terreau sont identiques pour les deux systèmes mais seulement, les substrats sont ici versés dans des grands germoirs en bois puis arrosés. Contrairement au SRI-GBD, le semis se fait juste après le rebouchage de quelques caisses. Dans ce cas, il faut assurer que le terreau dans le germoir soit bien aplani avant d'y appliquer la perceuse. Les grains pré-germés sont ensuite semés un à un dans des petits trous écartés de 5cm qui sont des traces de la perceuse, paillés et enfin arrosés. Dans cette technique, on peut empiler les germoirs pour réduire la surface occupée par la pépinière. Ainsi, (4) étages de germoirs ont été mis en place lors de l'expérimentation. Ce qui conduit à une étendue de pépinière de 170m² pour l'écartement 20cm*20cm ; 130m² pour le 25cm*25cm et 65m² pour le 30cm*30cm. Pour un hectare de rizière, la quantité de travail affectée par les travaux de pépinière est résumée par ce tableau :

Tableau 3: Répartition des tâches en pépinière du SRI mécanisé

Ecartement	20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
Préparation de terreau (hj/ha de rizière)	24	15,2	10,8
Rebouchage et semis (hj/ha de rizière)	27,8	18	12
TOTAL (hj/ha de rizière)	51,8	33,2	22,8

Le mode de préparation des jeunes plants diffère d'un système à un autre, la quantité de travail affecté est aussi très variée. Cette évolution est résumée dans le graphique suivant :

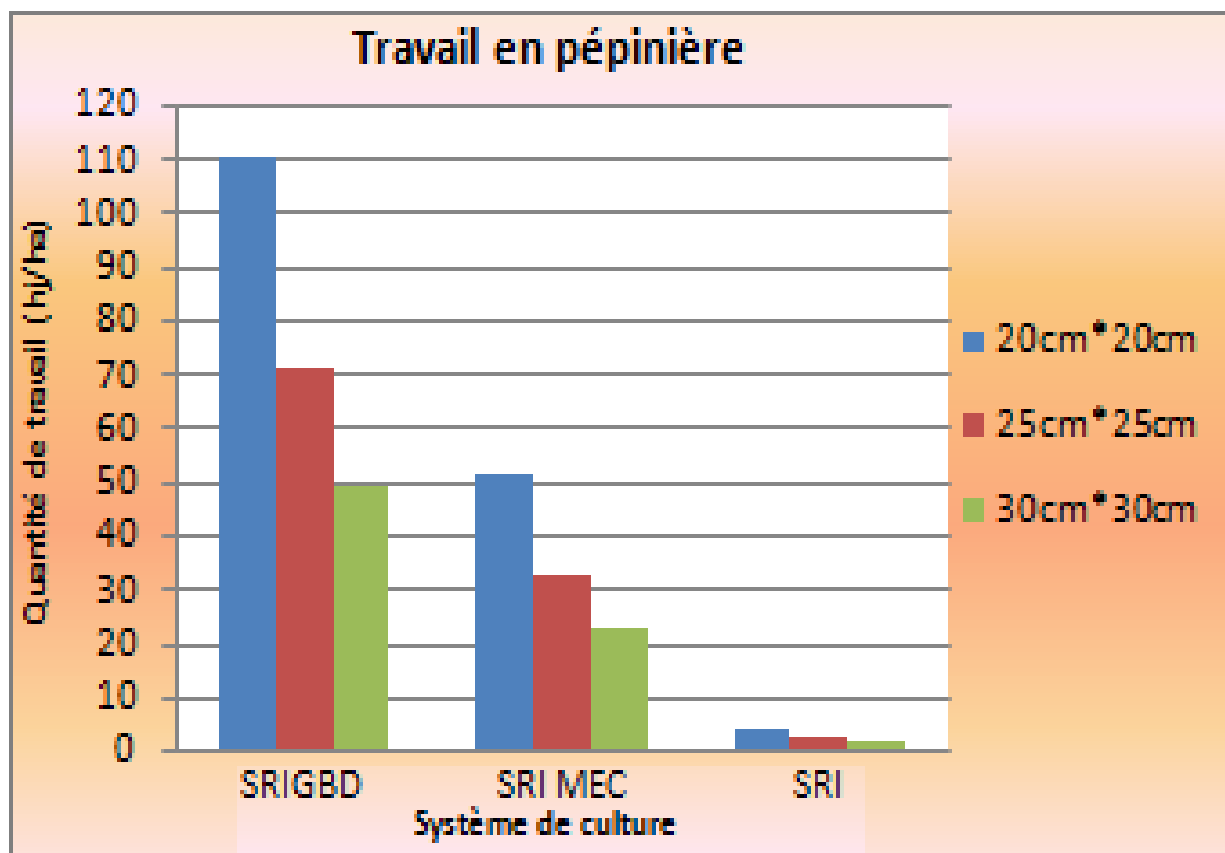


Figure 7: Travail affecté en pépinière pour le SRI, le SRI-GBD et le SRI mécanisé

D'après la figure, la quantité de travail de préparation des jeunes plants diminue en fonction de la densité de repiquage pour chaque système. Plus la densité est forte, moins la pépinière demande de main d'œuvres. Par ailleurs, la quantité de travail sollicitée par la pépinière du SRI est largement inférieure à celle des deux autres systèmes et la préparation des jeunes plants en SRI-GBD requête deux fois plus de travail que celle des jeunes plants en SRI mécanisé.

2.2 Repiquage

2.2.1 SRI

En SRI, les travaux de repiquage exigent l'utilisation d'un rayonneur. Les jeunes plants de riz sont arrachés avec des mottes de terre à l'aide de l'*angady** et sont déposés dans des plateaux. Ils sont ensuite transportés dans la rizière et sont repiqués brin par brin à chaque intersection des grilles tracées par le rayonneur. Les travaux de repiquage demandent en moyenne 31,89 hj/ha pour l'écartement 20 cm * 20 cm contre 21,60 hj/ha pour l'écartement 25 cm * 25 cm et 14,75 hj/ha pour l'écartement 30 cm * 30cm (cf. Annexe3).

2.2.2 SRI-GBD

Le repiquage des jeunes plants sur GBD nécessite l'utilisation d'une corde marquée. Les germoirs sont détachés de leur groupe et les plantules sont repiquées avec les mottes de terre enrichies en fumure organique contenue dans le germoir. La quantité de travail de repiquage est d'environ 64,81 hj/ha pour l'écartement 20 cm * 20 cm, de 41,84 hj/ha pour l'écartement 25 cm * 25 cm et de 32,24 hj/ha pour l'écartement 30 cm * 30 cm (cf. Annexe4). On affirme souvent que l'utilisation des germoirs biodégradables facilite la manipulation des jeunes plants en SRI (ANDRIANTSOA *et al*, 2009; RAZAFIMANANTSOA, 2009 ; RAHARINAIVO, 2010 ; RAMANANJANAHARY, 2012), pourtant cette étude a évoqué un besoin en main d'œuvre presque double en SRI-GBD. Lors de l'expérimentation, on a constaté que le système SRI-GBD permet juste d'éviter le traumatisme des jeunes plants pendant le repiquage et d'en apporter un surplus d'éléments nutritifs mais pas de faciliter le repiquage. En effet, en SRI une main tient une plaque d'une centaine de jeunes plants et une autre les repique un à un. Par contre, en SRI-GBD, une personne ne peut tenir qu'un groupe de 9 germoirs dans sa main, et après le détachement du jeune plant à repiquer, l'opérateur est obligé de laisser le reste et d'utiliser ses deux mains pour le repiquage.

2.2.3 SRI mécanisé

Comme son nom l'indique, ce dernier système consiste à repiquer le riz avec un outil. En effet, avec les repiqueuses artisanales, les mains d'œuvres n'auront plus besoin de s'accroupir pour effectuer leur tâche et les matériels de repérage des écartements peuvent être éliminés. Il suffit de transporter les germoirs dans les rizières et d'y prélever et transplanter les jeunes plants de riz à l'aide des repiqueuses. Dans la recherche, la productivité de travail de toutes les formes possibles de repiqueuse a été étudiée pour les écartements 20 cm * 20 cm ; 25 cm * 25 cm et 30 cm * 30 cm. Les résultats seront illustrés postérieurement par des graphes qui comprendront des histogrammes ainsi que des courbes reflétant la quantité de main d'œuvre affectée à chaque système et par des tableaux indiquant le pourcentage de gain de temps de chaque repiqueuse par rapport au SRI et au SRI-GBD.

**angady* : nom malgache attribué à une bêche très tranchante à lame étroite, droite et longue, en forme de gouttière ouverte et à manche courte ou longue ; utilisée pour les différents travaux du sol.

Dans le graphique, l'axe des abscisses indique les différentes formes de repiqueuses testées dans les trois écartements étudiés et l'axe des ordonnées montre la quantité de main d'œuvre affectée pour le repiquage d'un hectare de rizière.

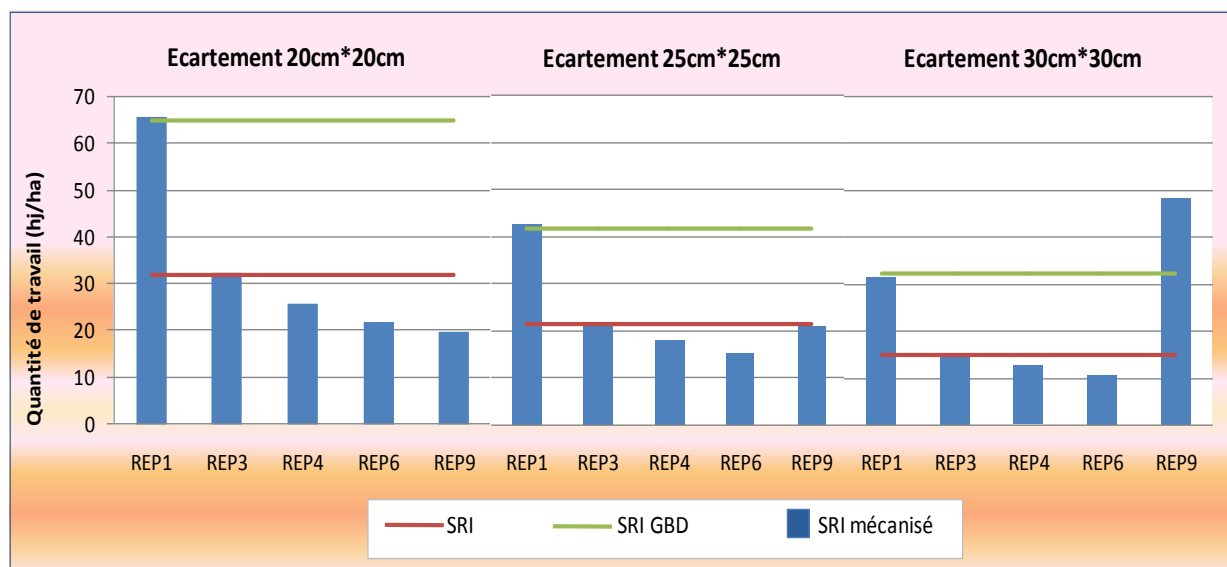


Figure8: Mains d'œuvres affectées au repiquage du SRI, SRI-GBD et SRI mécanisé

Tableau 4: Gain de temps des matériels par rapport au SRI et au SRI-GBD

Ecartement	20cm*20cm		25cm*25cm		30cm*30cm	
Gain par rapport au	SRI	SRI-GBD	SRI	SRI-GBD	SRI	SRI-GBD
REP1 (%)	-105,38	-1,06	-98,41	-2,46	-113,95	2,13
REP3 (%)	-1,08	50,26	0,00	48,36	2,33	55,32
REP4 (%)	19,35	60,32	15,87	56,56	13,95	60,64
REP6 (%)	31,18	66,14	28,57	63,11	27,91	67,02
REP9 (%)	37,63	69,31	3,17	50,00	-227,91	-50,00

En général, les besoins en main d'œuvre diminuent avec la densité de repiquage. A part la repiqueuse à neuf dents, la variation de la productivité de travail des matériels suit la même tendance pour les écartements étudiés. En effet, la productivité de travail des matériels augmente avec le nombre de leur dent. Par rapport au SRI, le temps de travail de la repiqueuse simple est presque le double du SRI, on obtient une égalité pour la repiqueuse à trois dents et on ne gagne de temps qu'à partir de l'utilisation de la repiqueuse à quatre dents (cf. Annexe 5). Le gain de temps est très remarquable en SRI-GBD qu'en SRI. Pour l'écartement 20 cm * 20 cm, il varie respectivement de 50,26 à 69,31 % et de 19,35 à 37,63 % tandis que dans le 25 cm * 25 cm, de 48,36 à 63,11 % et de 15,87 à 28,57 %, contre les 55,32 à 67,07 % et les 2,33 à 27,91 % de l'écartement 30cm*30cm. Effectivement, la valeur de ces gains de temps a diminué avec la densité de repiquage. La cause est éventuellement liée au poids des matériels. Quand les instruments sont lourds, ils demandent plus de force et la productivité de travail de l'opérateur

diminue. Le plus remarquable est celui de la repiqueuse à neuf dents, qui, contrairement aux autres appareils, représente une productivité de travail décroissante avec la réduction de la densité de repiquage.

2.3 Amortissement des matériels

2.3.1 SRI

Le SRI demande un rayonneur pour le traçage de la rizière et dix plateaux pour le support des jeunes plants. Le prix d'un rayonneur est estimé à 10 000 Ar quelque soit l'écartement considéré, le montant de son amortissement annuel est de ce fait 2 000 Ar. Le coût d'un plateau est évalué à 2 000 Ar/pièces, soit un montant total de 20 000 Ar et un amortissement annuel de 4 000 Ar. Le coût total des amortissements est alors évalué 6 000 Ar/an pour le SRI (cf. Annexe6).

2.3.2 SRI-GBD

Dans ce système, on aura besoin d'une corde marquée et de dix grands plateaux pour le transport des jeunes plants sur germoirs biodégradables. Le besoin en ces derniers varie en fonction de la densité de repiquage, le nombre correspond à la densité de repiquage des jeunes plants. Ainsi, on aura besoin de 250 000 GBD pour l'écartement 20 cm * 20 cm, 160 000 GBD pour l'écartement 25 cm * 25cm et 111 120 GBD pour l'écartement 30 cm * 30 cm (cf. Annexe7). Les germoirs sont amortis en 1 an tandis que la corde et les plateaux en 5 ans.

Tableau 5: Amortissement des matériels en SRI-GBD

Matériels	Prix Unitaire (Ariary)	Durée de vie (année)	Amortissement annuel (Ariary)		
			20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
GBD	4	1	1 000 000	640 000	444 480
CORDE	3500	5	700	700	700
PLATEAU	6000	5	6 000	6 000	6 000
TOTAL			1 006 700	646 700	451 180

2.3.3 SRI mécanisé

Dans le système, les besoins en matériel sont : la repiqueuse, la perceuse et le germoir. La taille et le prix des repiqueuses varient en fonction de la densité de repiquage. La grandeur de ses accessoires varie également avec la dimension du matériel de transplantation considéré (cf. Annexe 8). Les appareils sont amortis en cinq ans. Pour un hectare de rizière, le nombre de repiqueuse et de perceuse est fixé à l'unité, mais celui du germoir est variable en fonction du type de repiqueuse utilisé. En fait, les besoins en germoirs représentent trois propriétés qui sont :

- Augmentation avec la densité de repiquage

- Non-proportionnalité avec la performance des repiqueuses. Une repiqueuse à quatre dents peut réclamer plusieurs germoirs qu'une repiqueuse à six dents.
- Instabilité de la tendance de variation. Dans l'écartement 20 cm * 20 cm, l'utilisation d'une repiqueuse à six dents sollicite beaucoup de germoirs que celle de la repiqueuse à quatre dents, ce qui est le cas contraire de ce qu'on a observé dans le cas de l'écartement 25 cm * 25 cm.

Tableau 6: Amortissement des matériels en SRI mécanisé

Ecartement	Type de repiqueuse	Am. Rep ⁽¹⁾ (Ariary)	Am.germoir ⁽²⁾ (Ariary)	Am.perceuse ⁽³⁾ (Ariary)	TOTAL AM. ⁽⁴⁾ (Ariary)
20cm*20cm	REP1	600	1 563 600	1 600	1 565 800
	REP3	5 000	1 563 600	1 600	1 570 200
	REP4	6 000	2 032 160	1 200	2 039 360
	REP6	7 000	1 563 600	1 600	1 572 200
	REP9	8 000	1 806 480	1 400	1 815 880
25cm*25cm	REP1	600	960 000	1 400	962 000
	REP3	5 400	960 000	1200	966 600
	REP4	6 400	960 000	1 400	967 800
	REP6	8 000	1 280 400	1 200	1 289 600
	REP9	9 000	853 200	1 600	863 800
30cm*30cm	REP1	600	618 000	1 400	620 000
	REP3	6 000	618 000	1 400	625 400
	REP4	8 000	926 400	1 200	935 600
	REP6	9 000	618 000	1 400	628 400
	REP9	11 000	480 200	1 600	492 800

(1)Amortissement annuelle des repiqueuses

(2)Amortissement annuelle des germoirs

(3)Amortissement annuelle des perceuses

(4)Total des amortissements des matériels pour un type de repiqueuse

3 DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

3.1 Rentabilité du système

3.1.1 Comparaison du coût du gain de temps avec le montant de l'amortissement des matériels

Au moment du repiquage, l'utilisation de certaines repiqueuses permet d'avoir des gains de temps variant de 14 à 37 % par rapport au SRI et de 50 à 69 % par rapport au SRI-GBD. Cependant, les résultats ont montré un coût d'investissement très élevé dans le système mécanisé. Ainsi, on se demande si les bénéfices peuvent rembourser l'amortissement des matériels investis dans le système ou non.

NB : Le coût d'une main d'œuvre est évalué à 3 000 Ar/jour.

Tableau 7: Comparaison des coûts du gain de temps et des montants de l'amortissement des matériels en SRI

Ecartement	Type de repiqueuse	Coût du gain de temps (Ariary)	Amortissement des matériels (Ariary)	Différence (Ariary)
20cm*20cm	REP4	18 519	2 039 360	-2 020 841
	REP6	29 835	1 572 200	-1 542 365
	REP9	36 008	1 815 880	-1 779 872
25cm*25cm	REP3	10 288	967 800	-957 512
	REP4	18 519	1 289 600	-1 271 081
	REP9	2 058	863 800	-861 742
30cm*30cm	REP3	6 173	1 049 940	-1 043 767
	REP4	12 346	737 366	-725 021

Tableau 8: Comparaison des coûts du gain de temps et des montants de l'amortissement des matériels en SRI-GBD

Ecartement	Type de repiqueuse	Coût du gain de temps (Ariary)	Amortissement des matériels (Ariary)	Différence (Ariary)
20cm*20cm	REP3	97 737	1 570 200	-1 472 463
	REP4	117 284	2 039 360	-1 922 076
	REP6	128 601	1 572 200	-1 443 599
	REP9	134 774	1 815 880	-1 681 106
25cm*25cm	REP3	60 700	966 600	-905 900
	REP4	70 988	967 800	-896 812
	REP6	79 218	1 289 600	-1 210 382
	REP9	62 757	863 800	-801 043
30cm*30cm	REP3	53 498	744 269	-690 771
	REP4	58 642	1 049 940	-991 298
	REP6	64 815	737 366	-672 552

D'après les tableaux, le gain de temps obtenu par la mécanisation artisanale du repiquage n'arrive pas à rembourser l'amortissement des matériels investis dans le système.

3.2 Particularité des nouveaux matériels de repiquage de riz

En riziculture, plusieurs chercheurs ont déjà étudié la mécanisation du repiquage. De leurs investigations sont écoulés des outils à conception très simples et des outils très sophistiqués. Du fait que l'étude ne concerne que le premier degré de mécanisation, les repiqueuses manuelles déjà en service seront les seules considérées dans cette partie.

3.2.1 Comparaison avec la repiqueuse trainée chinoise à 2 rangs

La repiqueuse trainée chinoise est conçue pour imiter le repiquage traditionnel du riz. Il s'agit d'un transplantoir manuel de 2 lignes, tenu manuellement, de type de marche à reculons. En général, le matériel comprend trois parties : la base qui supporte l'ensemble de l'appareil, la partie intermédiaire qui constitue le système de repiquage proprement dit et la partie supérieure, permettant le réglage et le guidage de l'appareil. La base est une sorte de plateau, pouvant glisser facilement sur la boue. Vue de face, ce plateau comprend deux vides rectilignes correspondant aux deux rangs de l'appareil. Par contre, la partie arrière présente une section pour la mise en place des bottes de jeunes plants mesurés de plus de 15 cm de longueur. Les plants de riz sont à déposer latéralement sur le plateau de la partie intermédiaire qui est disposé de façon plus ou moins verticale et est orienté vers l'opérateur. L'opération de repiquage se fait par le retournement du levier de guidage par la main gauche et le trainage de la machine vers l'arrière par la main droite. La rizière doit être bien aplanie, bien boueuse et couverte par une fine lame d'eau. L'appareil pèse 20 kg à vide et jusqu'à 30 kg sur rizière, peut repiquer deux rangées espacées de 20 à 25 cm de plantules de 15 à 35 cm de longueur. La productivité du travail est de 2,5hj/ha.



Photo 1: Repiqueuse manuelle chinoise à deux rangs (vue de profil)



photo 2: Repiqueuse manuelle chinoise à deux rangs (vue de derrière)



*photo 3: Repiqueuse chinoise à deux rangs
(vue de face)*



photo 4: Repiquage avec la repiqueuse chinoise à deux rangs

Source : www.alibaba.com.

Le système de mécanisation conduit à une technique rizicole proche du système de riziculture amélioré ou SRA. Il correspond à la pratique de repiquage en ligne de quelques touffes des plants âgées, ce qui provoque la réduction de la capacité productive du riz. Ainsi, le système demande une large étendue de pépinière et une consommation élevée en semence que le SRI mécanisé. De plus, la production est moindre.

3.2.2 Comparaison avec la repiqueuse trainée à trois rang

La repiqueuse trainée à trois rangs est une nouvelle repiqueuse manuelle pouvant repiquer des plants plus jeunes que précédent. Le matériel comprend trois parties : le support constitué en fer pouvant glisser facilement sur la boue, la partie intermédiaire liée à un système de manutention et la partie postérieure constituée par un grand plateau déposé de façon plus ou moins horizontale. Sur ce dernier sont déposées des plaques de plantules et l'opération de repiquage se fait à reculons tout en jouant sur les deux leviers de manipulation. L'appareil marche bien sur une rizière saturée d'eau mais bien aplanie. Le matériel pèse 28 kg à vide et sa productivité est de l'ordre de 2 hj/ha. La distance de repiquage est réglable avec un maximum de 30 cm.



Photo 5: Repiqueuse trainée à trois rangs
(vue de profil)



Photo 6 : Repiqueuse trainée à trois rangs
(vue de derrière)



Photo 7 : Repiquage avec la repiqueuse trainée à trois rangs

Source : www.alibaba.com.

Le système de mécanisation est meilleur que précédent mais le réglage de la machins ne permet pas de repiquer les plants de riz brin par brin. La transplantation est effectuée par touffe. Ce qui permet de dire que le système est encore peu productif et il consomme beaucoup de semence et de pépinière. En effet, quand beaucoup de plants sont plantés ensemble, leurs racines sont en compétition entre elles et les plants se développement mal. Par contre, quand la plantation est

individualisée, les racines sont fortes et aptes à puiser les nutriments du sol, les plants de riz pourront ainsi produire plus de grains (UPHOFF et TEFY SAINA, 1999).

3.3 Avantages et inconvénients du système

3.3.1 Avantages

3.3.1.1 Technique

Le SRI mécanisé s'avère plus praticable que le SRI et le SRI-GBD. Classiquement, les repiqueurs de riz restent courbés pendant l'opération du repiquage. Grâce à la présence des ces nouvelles repiqueuses artisanales, l'opérateur peut travailler en se tenant debout, ce qui conduit à la réduction de la fatigue et à la diminution, voire suppression des problèmes de courbature de dos. Le SRI mécanisé conduit également à la résolution des problèmes des agriculteurs qui cultivent loin de leur localité. Dans ce système, on n'effectue pas le semis en plein sol mais les grains de paddy sont semés dans des caisses. La pépinière peut être alors placée n'importe où et on peut transporter les jeunes plants à la rizière après. Enfin, la technique permet de limiter le problème de non maîtrise d'eau dans les grands périmètres rizicoles. Les jeunes plants, déjà fixés sur des mottes de terre résistent bien aux fortes pluies et à l'inondation brusque des rizières.

Par rapport à la riziculture conventionnelle qui utilise en général de vieux plants de 30 à 45 jours, l'itinéraire technique SRI mécanisé offre la possibilité de préparer une nouvelle pépinière au bout d'une semaine en cas de sécheresse ou d'insuffisance d'eau. Dans la riziculture traditionnelle, il faut un mois et demi pour avoir des jeunes plants à repiquer dans les rizières victimes de la sécheresse. Cette souplesse constitue un des avantages qui permet aux riziculteurs de faire face aux conséquences du cataclysme naturel.

3.3.1.2 Agronomique

Du point de vue agronomique, la technique permet d'assurer la croissance continue des jeunes plants et de favoriser leur développement optimal. Les jeunes plants repiqués avec la motte contenue dans le germoir peuvent continuer leur cycle végétatif sans aucun stress. Grâce à la présence de motte de terre, le « collet » ou la partie millimétrée entre les racines et la tige n'est pas complètement à l'air ou enfoncée dans le sol. Ce positionnement ainsi que le repiquage individuel permettent à toutes les parties du jeune plant de vivre dans des conditions optimales de leur développement. Ainsi, le SRI mécanisé permet d'augmenter considérablement le rendement rizicole.

3.3.1.3 Economique

D'abord, la technique permet de faire une économie de semence et de pépinière. On n'en demande que 3 à 4 kg par hectare de rizière contre les 6 à 8 kg du SRI. De plus, on peut empiler jusqu'à quatre germoirs dans les zones froides et plusieurs dans les zones chaudes, ce qui conduit à la réduction de la surface de la pépinière jusqu'à 20 m²/ha (écartement 30cm*30cm) contre les

60 m²/ha du SRI-GBD (RAHARINAIVO, 2010) et les 100 m²/ha du SRI. Ensuite, le SRI mécanisé permet de réduire les travaux d'épandage d'engrais et de repiquage. Pour la densité de repiquage de 25 plants/m², les germoirs mobilisent 1200 soubiques de terreau par hectare. Ce qui signifie que la technique permet de transporter 400 soubiques de fumier/ha, correspondant à environ 14 charrettes de fumier. Cette quantité de fertilisant est déjà suffisante pour assurer le développement des plants repiqués densément. Tous les travaux d'épandage d'engrais sont alors éliminés. Pour les exploitants qui utilisent des engrais spéciaux comme le TSP (superphosphate triple), le NPK ou le Guanomad, ils peuvent les éparpiller sur le germoir juste avant le repiquage au lieu de perdre du temps pour les distribuer individuellement sur chaque plant de riz déjà repiqués. Par ailleurs, le système permet d'avoir un gain de temps jusqu'à 37,6 % par rapport au SRI et jusqu'à 69,3 % par rapport au SRI-GBD.

3.3.1.4 Technologique

Le nouveau système de mécanisation de repiquage de riz permet à la fois d'intensifier la riziculture et de diminuer la quantité de travail. Ce qui est le contraire des faits habituels rencontrés chez les autres repiqueuses en service. En effet, ces derniers permettent d'avoir un énorme gain de temps mais leur système de fonctionnement ne permet pas le repiquage individuel des jeunes plants de riz.

3.3.1.5 Social

Socialement, le système permet de faire intervenir les hommes dans les activités de repiquages qui sont jusqu'à maintenant considérés comme des activités particulièrement féminines pour Madagascar. Ainsi, il pourra provoquer des changements dans l'organisation du travail agricole malgache.

3.3.2 Inconvénients

Le temps consacré au semis augmente car autre que le semis grain par grain des semences, il faudra apporter des sols en dehors de la pépinière pour la préparation des terreaux et préparer ainsi la place pour mettre les germoirs. Aussi, la pépinière demande 500 à 1200 soubiques de terreau par hectare, soit 18 à 40 charrettes de substrat. Comme dans le SRI-GBD, le transport des germoirs dans la rizière demande une quantité de main d'œuvre importante. Un autre surplus de travail consiste à surveiller et à sécuriser la pépinière contre les rongeurs.

Sur le plan économique, le coût des repiqueuses est à la portée des agriculteurs malgaches mais le grand problème réside au niveau de ses accessoires. Un hectare de rizière nécessite plusieurs centaines, voire un millier de germoir coûtant au moins à 6 000 Ar l'unité. Il est alors difficile d'avoir une capacité financière suffisante pour les petits exploitants malgaches.

3.4 Recommandations

3.4.1 Minimisation des dépenses en germoirs

Les études ont évoqué que la nouvelle technique de riziculture est économiquement déficitaire par rapport au SRI et au SRI-GBD. L'investissement en germoir constitue l'essentiel cause de l'insuccès du système. Afin de réduire les dépenses, on propose d'en faire un achat en grande quantité et d'effectuer des recyclages des matériels.



Cliché 9: Tas de germoirs empilés

3.4.1.1 Achat en gros des germoirs

Les germoirs sont des pièces à conception très simple fabriqués à base de bois. Ainsi, ils peuvent être construits par les simples artisans de la localité. Sur ce, la fabrication à grande échelle pourra induire une réduction du prix de l'unité. Les exploitants sont alors incités à s'organiser entre eux et faire un achat en grande quantité.

3.4.1.2 Recyclage des germoirs

Pour une rizière considérée, la pépinière n'engage les germoirs que pendant environ une semaine. Pour les exploitants malagasy, les rizières sont généralement réparties dans l'espace. Il faut donc jouer dans le temps en décalant les travaux de repiquage et en recyclant les germoirs. Les jeunes plants peuvent être repiqués juste après leur levée mais il faut bien veiller sur la maîtrise d'eau de la rizière. Elle doit être toujours humide mais non saturée d'eau. (ANDRIANAIVO, 2008). La technique de recyclage des germoirs permet également de faire circuler les matériels dans trois ou quatre familles pendant une saison de repiquage.

3.4.2 Valorisation des germoirs

Toutefois, la conservation et le stockage des produits agricoles sont très difficiles pendant la saison de pluie. Les haricots de saison produisent beaucoup mais leur valeur ajoutée reste faible. D'une part, la majorité des agriculteurs sont obligés de les vendre rapidement juste après la récolte pour éviter la pourriture et d'autre part, les produits conservés sont généralement soumis à des problèmes d'altération. Cependant, le marché est toujours conditionné par la loi de l'offre et de la demande et les marchandises de mauvaise qualité ne sont pas onéreuses. La présence des germoirs peut résoudre ce problème. La dimension et la constitution des matériels permettent de stocker une grande quantité de produit sur une petite surface tout en permettant la circulation de l'air afin d'éviter la pourriture des aliments. Les germoirs sont également utiles pour la conservation de quelques légumes fraîches comme la pomme de terre.

3.4.3 Amélioration des matériels

Les études effectuées dans cette recherche ne constituent que le début de la recherche sur le SRI mécanisé. Pendant les expérimentations sur terrain, on a encore remarqué quelques problèmes au niveau des matériels notamment sur leur poids et leur résistance. Ci-joint quelques suggestions pour l'amélioration de ces appareils :

3.4.3.1 Conception des germoirs en plastique

Selon les enquêtes menées auprès des revendeurs de boissons, le prix des germoirs en bois semble voisin de celui des cageots des bouteilles en verre. L'étude de la conversion des matériels en bois en matière plastique est alors intéressante. En effet, les plastiques résistent mieux aux effets de la chaleur et de l'humidité que les bois. Aussi, cette initiative pourra conduire à la réduction du poids des matériels.

3.4.3.2 Mécanisation du semis

Le semis individuel des paddy constitue une cause majeure de perte de temps en pépinière de SRI-mécanisé. La conception de semoir de précision est vivement recommandée pour résoudre ce problème. Dans ce cas, le système doit être basé sur le semis grain par grain des semences écartés de 5cm*5cm.

3.4.3.3 Perfectionnement des repiqueuses

Il est déjà démontré que l'utilisation des nouvelles repiqueuses artisanales de riz conduit à l'amélioration de la productivité de travail de l'homme en réduisant le temps de travail et en limitant les problèmes de courbature de dos. Pourtant, cela ne veut pas dire que l'emploi de ces matériels n'est pas fatigant. En effet, les matériels construits en fer sont lourds et les problèmes de fatigue peuvent être retombés sur les muscles du bras. Afin de diminuer le poids des appareils, on peut faire appel à des matériaux plus légers comme l'aluminium. Par ailleurs, le système prise-repoussage des jeunes plants est très simple et n'exige ni beaucoup de mécanisme

ni de déplacement de plusieurs pièces. Ce qui permet de dire que la conversion du système manuel en système attelé est envisageable; d'autant plus que l'attelage est bien adapté aux agriculteurs malgaches.

3.4.4 Expérimentation sur différents types de sol

Les études menées par cette recherche étaient limitées sur le test de performance technico-économique des nouveaux matériels. Pourtant, les conséquences agronomiques de l'utilisation de ces appareils doivent être également connues. Ainsi, l'exécution des tests sur différents types de sol, voir dans différents régions est préconisé.

CONCLUSION

La pépinière du SRI mécanisé demande une énorme quantité de main d'œuvre que celle du SRI classique. Cependant, la quantité de travail en question ne représente que la moitié de celle du SRI-GBD. Ce qui permet de vérifier à moitié la première hypothèse stipulant que la pépinière du SRI mécanisé réclame beaucoup de travail que celle du SRI et du SRI-GBD. Par ailleurs, l'utilisation des repiqueuses artisanales de riz permet de réduire le travail de repiquage, avec un gain de temps variant de 27,28 à 37,63 % par rapport au SRI et de 63,11 à 69,31 % par rapport au SRI-GBD. Ce qui confirme la deuxième hypothèse affirmant que l'utilisation des repiqueuses artisanales conduit à la réduction du temps de travail de repiquage. Pourtant, le bénéfice obtenu est largement inférieur au montant de l'amortissement des matériels utilisés. Ce qui permet de rejeter la troisième hypothèse énonçant que le coût du gain de temps obtenu par la mécanisation du repiquage peut rembourser l'amortissement des matériels investis dans le système.

En général, on a réussi à mettre au point des machines à repiquer donnant relativement satisfaction du point de vue technique mais du point de vue économique, il en est autrement. Malgré tout, la nouvelle technique permet d'économiser les semences, de réduire la surface occupée par la pépinière, de diminuer, voir éliminer les tâches d'épandage d'engrais et d'augmenter considérablement le rendement. De plus, son adoption pourra apporter une révolution dans le système de riziculture malgache. Les repiqueurs ne seront plus obligés à s'accroupir pour exécuter leur travail, et l'opération de repiquage, essentiellement considérée comme tâche féminine pourra être convertie en tâche masculine. En termes d'itinéraire technique, le système de mécanisation des nouveaux matériels est plus intéressant que celui du système des autres repiqueuses déjà en service. Enfin, le champ d'action de ces appareils ne se limite pas à la production agricole mais il pourra conduire au développement de l'industrie, notamment l'artisanat de l'ouvrage bois et de l'ouvrage métallique. Ainsi, la prospection de l'étude dans l'amélioration des matériels et dans la réalisation des tests sur différentes régions doivent être effectuée.

BIBLIOGRAPHIE

- ABE Yoshio**, 1984. Le riz et la riziculture à Madagascar. CNRS, 231p.
- ANDRIANTSOA Mamy, RAMANOELINA Panja, RATSIRIARIJAO Mina**, 2009. Nouveaux développements dans es techniques culturelles du riz. Colloque international GP3A/CIDEFA Réduit. Maurice. 29-30 juin 2009
- Association Hevitra Maro**, 2006. Plan de Développement Communal de la commune rurale de Merikanjaka, 64p.
- Association Tefy Saina**, 2007. Le système de riziculture Intensive, 2^{ème} édition-Antananarivo
- Association Tefy saina et UPHOF Norman**, 1999. Comment avoir des plants de riz qui croissent mieux et qui produisent plus? 20p.
- BELIERES Jean-François, BOSC Pierre-Marie, ELYAH Ariel, RAZAFIMAHATRATRA Hanitriniaina Mamy, SOURISSEAU Jean Michel, TSIMISANDA Henri Michel**, 2014. Les agricultures familiales à Madagascar: Un atout pour le développement durable. Cirad-Antananarivo. 40p.
- CIRAD**, 2002. Le riz qui nourrit le monde. Salon International de l'Agriculture. Février 2002. Paris
- CTA**, 2011. Système de Riziculture Intensive. Guide pratique n°17, 8p.
- DABAT Marie-Hélène, GRANDJEAN Philippe, TREYER Jenn**, 2007. Une deuxième chance pour le système de riziculture intensive à Madagascar : la recherche d'un compromis entre gain de productivité et investissement en facteurs de production. Colloque scientifique Avril 2007-Antananarivo.
- FAO**, 2004. Tout sur le riz. www.fao.org/ag/irc/
- LABROUSSE G. et UZUREAU C.**, 1962. Méthodes et matériels susceptibles d'être utiliser pour l'amélioration de la production rizicole, particulièrement dans les pays francophones d'Afrique et de Madagascar. 21p. Revue Agronomie Tropicale, juin 1962.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche**, 2006. Recensement Général de l'Agriculture 2004-2005.
- MOSER Christine et BARRET Christopher**, 2003. Le système de riziculture intensif à Madagascar: situation actuelle et perspectives d'avenir. Conférence "AGRICULTURE ET PAUVRETE", Mars 2003

-**PPRR**, 2014. Production rizicole : Madagascar est 19ème mondial, <http://www.agriculture.gov.mg/index...>

-**RAHARINAIVO Juslain**, 2010. Méthode Germe Biodégradable-RIZICULTURE. Atelier national SRI, 22 Novembre 2010

-**RAMANANJANAHARY Harivony Blandine**, 2012. Contribution à l'étude Economique de la fertilisation biologique du sol: cas de l'utilisation du Guanomad et du Guanotsar sur la culture de riz sur les hautes terres de Madagascar, mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo-Madagascar, 43p.

-**RANDRIANAIVO Bruno**, 2008. Riziculture, cours de riziculture 4^{ème} Année ESSAgro, 22p.

-**RANDRIANARISON Lara Basilisse**, 2011. Contribution à l'étude économique de la fertilisation du sol sur culture de riz en SRI: Cas de l'utilisation du compost Tananamadio et du Taroka dans la commune rurale de Behenjy, mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo-Madagascar, 66p.

-**RAZAFIMANANTSOA Rijaharilala**, 2009. Analyse de l'échec et de la diffusion du système de riziculture intensive à Madagascar, Mémoire en vue de l'obtention de Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées, faculté DEGS, Université d'Antananarivo.54p

-**VALLOIS Patrick**, 1996. Discours de la méthode du riz, Rapport sur la nouvelle riziculture malgache SRI », Institut de Promotion de la Nouvelle Riziculture, 2ème édition.

-**VELONJARA Julien**, 1976. La mécanisation agricole en milieu rural Tsimihety. Mémoire de fin d'études, Institut Universitaire de Technologie agricole, Université d'Antananarivo, Madagascar 90p.

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : La mécanisation.....	III
Annexe 2 : Le Bureau de Coordination des Actions Sociales.....	V
Annexe 3 : Travaux de repiquage du SRI classique.....	XI
Annexe 4 : Travaux de repiquage du SRI-GBD.....	XI
Annexe 5 : Travaux de repiquage en SRI mécanisé.....	XI
Annexe 6 : Amortissement des matériels en SRI.....	XII
Annexe 7 : Amortissement des matériels en SRI-GBD.....	XII
Annexe 8 : Amortissement des matériels en SRI mécanisé.....	XII

ANNEXE1 : LA MECANISATION

➤ Définition

La mécanisation et la motorisation sont généralement confondues. Pourtant, la motorisation n'est qu'un aspect particulier de la mécanisation. La mécanisation agricole est l'ensemble de toute utilisation et amélioration d'un matériel agricole, quel qu'il soit et ayant pour but d'augmenter la productivité de l'homme.

➤ Degré de mécanisation

Suivant la nature de l'énergie mise en jeu et le résultat obtenu, on compte cinq degrés de mécanisation.

Le degré zéro correspond aux « travaux primitifs, où n'intervient que la force des bras sans aucun outil » comme le semis à la main, cueillette des fruits et le repiquage du riz. Ces derniers exigent un effort physique élevé de l'homme et font apparaître une productivité médiocre.

Le premier degré de mécanisation comprend « les travaux effectués à l'aide d'outils simples, individuels où la force motrice est fournie uniquement par les muscles de l'homme » comme le labour à l'*angady*, l'abattage des arbres à la hache et le fauchage des herbes. L'effort physique reste grand, mais la productivité devient meilleure.

Le second degré ou niveau de mécanisation de base englobe « les travaux faits par l'agriculteur muni d'outils collectifs ou de machines simples animés par une force animale » comme le transport de paddy par une charrette tirée par deux bœufs et le hersage avec herse à traction animale. L'animal ou le groupe d'hommes utilise un outil plus lourd, mais plus productif. L'homme n'intervient que pour diriger, manier et contrôler les outils ou les machines. Avec une force physique moindre, l'homme obtient un résultat supérieur aux précédents.

Dans le troisième degré ou motorisation de base, « la principale force motrice provient d'un moteur inanimé, l'homme par contre fournit la force motrice auxiliaire ». Exemple : labour avec motoculteur guidé par un homme, abattage des arbres avec une scie mécanique tenue par l'homme. Le gros de l'effort étant assuré par la machine, celui de l'homme se limite à un niveau relativement faible. La productivité de son travail est de loin plus appréciable que celle correspondant au premier et deuxième degré de mécanisation.

Le quatrième degré est équivalent à la « motorisation proprement dite ». Les travaux se réalisent à l'aide d'équipement à force motrice entièrement mécanisée. C'est le cas des charrues à disques et de la moissonneuse batteuse automotrice. La tâche de l'homme consiste à conduire la machine. La productivité est améliorée nettement.

Au cinquième degré, on arrive à l'automatisation. Les « séries de travaux s'effectuent à l'aide d'une machine sans intervention de l'homme ou avec intervention irrégulière de l'homme ». Aux Etats-Unis, on arrive à préparer le sol avec un tracteur sans pilote. Cette mécanisation n'intervient que dans les pays très développés.

➤ Mécanisation à Madagascar

Selon les rapports des activités du Programme d'Appui à la Résilience aux Crises Alimentaires à Madagascar (PARECAM) en 2011, les agriculteurs malgaches se trouvent presque dans les deux premiers degrés de mécanisation. Ce cas se trouve encore à l'état embryonnaire, vu que d'un côté, les petits matériels manuels constituent les outils les plus utilisés par les exploitations agricoles ; et d'un autre côté, une faiblesse est constatée au niveau du taux d'exploitants recourant au système attelé dans l'Agriculture. Généralement, les équipements agricoles à Madagascar sont dominés par les matériels de préparation du sol. Une exploitation agricole possède en moyenne 2 à 3 *angady* et 0,7 pelle soit 7 pelles pour 10 exploitants en 2005. Concernant les matériels de préparation du sol à traction animale, les ratios indiquent en moyenne une charrue pour 4 exploitations et une herse pour 6 exploitations.

L'essentiel des demandes en petits matériels agricoles (*angady*, pelles, charrues, herse, sarcleuses, charrettes...) est fourni par la production locale. Les principaux producteurs sont surtout des sociétés privées ou des artisans locaux. La fabrication se fait au niveau communal, parfois même villageois. Par ailleurs, les réparations des matériels agricoles se font lors des marchés hebdomadaires dans les chefs-lieux de la plupart des communes rurales.

ANNEXE2: LE BUREAU DE COORDINATION DES ACTIONS SOCIALES DE L'ARCHIDIOCESE DE TANANARIVE

➤ Historique

Le BUCAS ou Bureau de Coordination des Actions Sociales de l'Archidiocèse d'Antananarivo, est un service de l'Eglise Catholique Apostolique Romaine, chargé de l'animation et de la coordination du programme pastoral social de l'Archidiocèse. Il a été créé le 10 juillet 1993 et véhicule la conception chrétienne du développement dans le but d'améliorer les conditions de vie de la population, plus particulièrement les plus démunis et les moins avantagés.

➤ Activités

Les actions coordonnées par le BUCAS comprennent différents volets : le développement rural, le développement urbain, le secours d'urgence, la formation professionnelle, la communication sociale, la santé, la justice sociale.

➤ Groupe cible et partenaires

L'organisme collabore avec 118 centres sociaux et 70 commissions de développement social à travers le Diocèse.

➤ Intervention en matière de développement rural

En matière de développement rural, le BUCAS concentre ses efforts sur la promotion du niveau de vie des ménages ruraux tout en préservant l'environnement. Depuis 2006, des actions de formations en vue de l'amélioration des techniques culturales ont été dispensées dans les Districts ruraux du Diocèse, entre autres, le lombricompost, les techniques de compostage, la fertilisation de sols, la pisciculture, l'apiculture...

➤ Intervention en matière de riziculture

La promotion de la riziculture du BUCAS a pour but d'améliorer les conditions de vie en milieu rural et le renforcement de la sécurité alimentaire d'Antananarivo. Elle s'est débutée en 2008, à la suite des catastrophes causées par les grêles et le cyclone Ivan. Les activités sont réparties en deux volets : la formation en Système de Riziculture Intensive (SRI) et en compostage d'une part et la distribution de semences et de sarcleuses d'autre part. Dans ses actions, l'organisme a toujours gardé l'esprit d'autopromotion et la démarche participative dans la mise en œuvre des aides. Aussi, il effectue continuellement des visites de suivi et d'encadrement auprès des agriculteurs afin de les motiver à acheminer les subventions au développement plus long terme. Après sa première année d'intervention, l'organisme a entamé un programme de réhabilitation de riziculture auprès de 1000 familles victimes des catastrophes.

En 2009, le programme de promotion de la riziculture devient un programme particulier auprès du BUCAS. En fait, les effets positifs de l'intervention en 2008 ont poussé les différents

partenaires à continuer l'action. D'une part, les paysans qui deviennent plus ouverts aux nouvelles techniques souhaitent continuer la collaboration. D'autre part, le BUCAS et ses consultants voudraient exploiter les différentes opportunités découvertes au cours de l'intervention. Par ailleurs, grâce à l'appui de JICA et du Ministère de l'Agriculture, le responsable du BUCAS a pu poursuivre une formation sur la riziculture et la vulgarisation au Japon. Tout cela aboutit à l'élaboration d'un plan d'action intermédiaire 2009 - 2010. Outre, les visites de formation auprès des villages, la formation d'animateurs pour assurer le suivi et l'accompagnement ainsi que la mise en place d'un centre de démonstration et de vérification technique à Sadabe ont été effectuées.

Depuis 2010, un **festival des riziculteurs** est organisé chaque année dans le but de favoriser les échanges entre les paysans, les partenaires techniques et les autorités. « *Vary aina sady kolontsaina* » constitue le thème d'animation de cette rencontre annuelle. Il s'agit surtout de revisiter les différentes cultures relatives au riz, de s'échanger sur les techniques de riziculture, de favoriser les échanges paysans - autorités et d'encourager les riziculteurs assidus. En bref, le **festival des riziculteurs** est le moment fort pour l'animation dudit programme. Cette même année, un projet de secours d'urgence en faveur des paysans vulnérables a été mené en collaboration avec FAO et Caritas Madagascar. 1000 familles ont pu bénéficier de semences et d'outils agricoles tels les sarcleuses, bêches et arrosoirs.

En 2011, l'approche d'animation du programme a été adaptée afin d'avoir plus de mobilisation et de toucher un nombre plus large de paysans. Le côté culturel et la valorisation des initiatives à la base ont été favorisés. L'avis de concours de meilleurs riziculteurs a été diffusé auprès des Districts ecclésiastiques d'Antananarivo. Les formations ont été dispensées à la demande et non plus dans des villages ciblés d'avance. Le festival des riziculteurs a pu réunir des paysans autres que ceux des trois régions cibles.

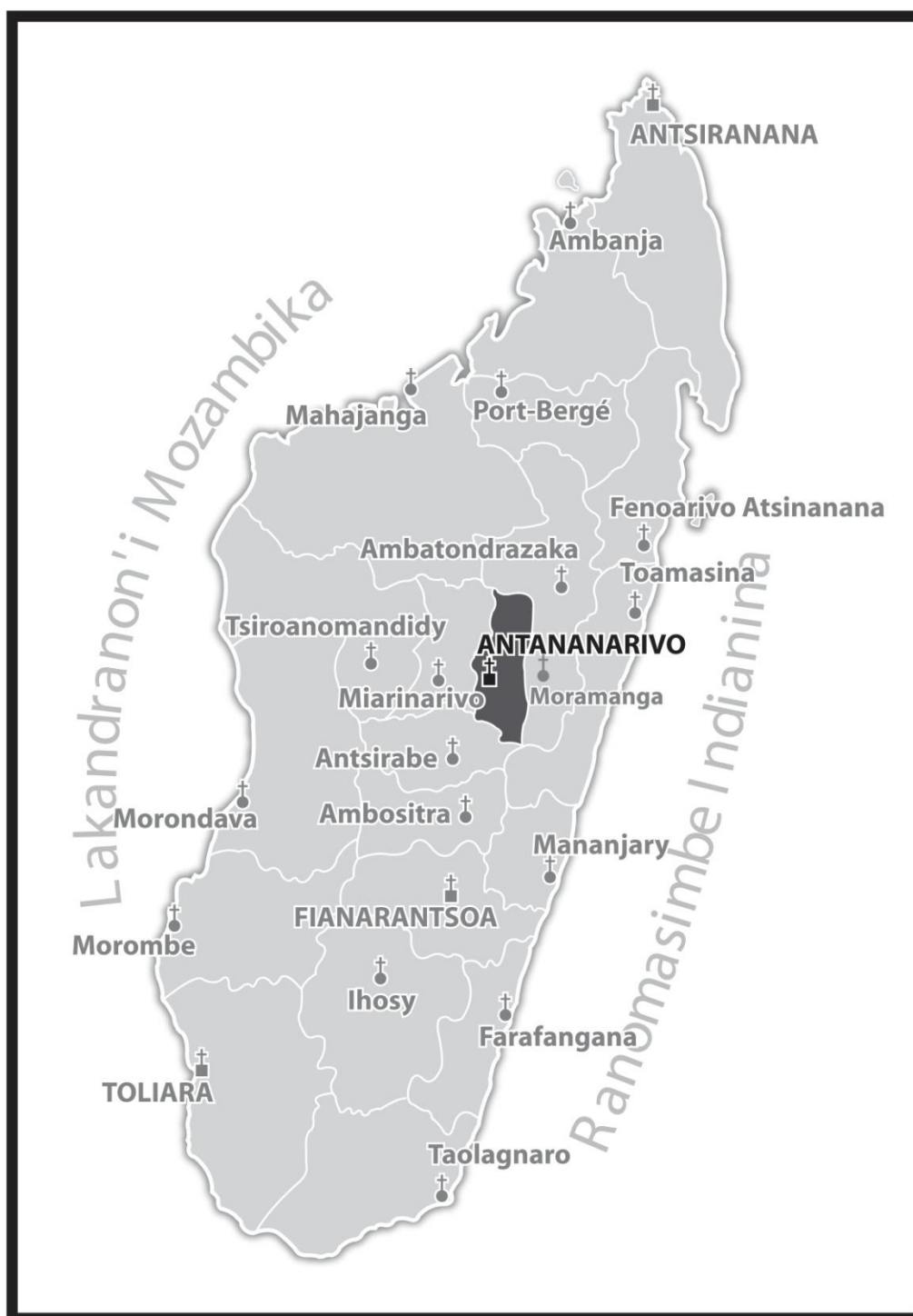
En 2012, le nombre des participants au concours a augmenté considérablement. Les paysans leaders locaux ont été responsabilisés pour renforcer les animateurs du BUCAS dans le suivi auprès des paysans et le sondage des récoltes. 250 paysans ont voulu participer au concours. Parmi les critères exigés aux paysans : leur volonté d'appliquer une technique adaptée à leur environnement (semences connues, préparation de sols faite raisonnablement, nombre de plants par pied repiqué, âge de plants, espacement, entretien et gestion d'eau...), la performance de leur rendement et leur sens de collaboration avec les autres paysans. Notons que cette année, le FAO a continué le projet de secours d'urgence pour les familles rurales vulnérables. 1180 familles ont pu bénéficier de ce projet.

SYNTHESE DE L'INTERVENTION DU BUCAS POUR LA PROMOTION DE LA RIZICULTURE DE 2008 à 2012.

	2008	2009	2010	2011	2012
Types d'intervention	- Secours aux agriculteurs victimes de grêles - Appui en semences - Distribution de sarcleuses aux villages concernés - Formation en SRI (Coopération avec Misereor)	- Formation du responsable par l'appui du JICA et du Ministère - Suivi des activités menées auprès des paysans	- Organisation du premier festival des riziculteurs - Formation d'animateurs - Accompagnement technique des paysans dans les zones d'intervention - Accompagnement auprès des ménages pour l'amélioration de leurs conditions de vie - Appui en semences et en outillage agricole (coopération avec FAO et Caritas Madagascar)	- Organisation du deuxième festival des riziculteurs - Formation d'animateurs - Accompagnement technique des paysans dans les zones d'intervention - Appui en outillage agricole aux meilleurs riziculteurs (Charrue, sarcleuses)	- Organisation du troisième festival des riziculteurs - Formation d'animateurs - Accompagnement technique des paysans dans les zones d'intervention - Appui en semences et en outillage agricole aux paysans vulnérables (coopération avec FAO) - Appui en outillage agricole aux meilleurs riziculteurs
Acteurs – ressources humaines utilisées	2 consultants en riziculture 1 animateur	2 consultants 1 animateur	4 agents du BUCAS, 10 animateurs au BUCAS 40 animateurs bénévoles sur terrain	6 agents du BUCAS, 4 animateurs au BUCAS 40 animateurs bénévoles sur terrain	6 agents du BUCAS, 7 animateurs au BUCAS, Plus de 40 animateurs bénévoles sur terrain

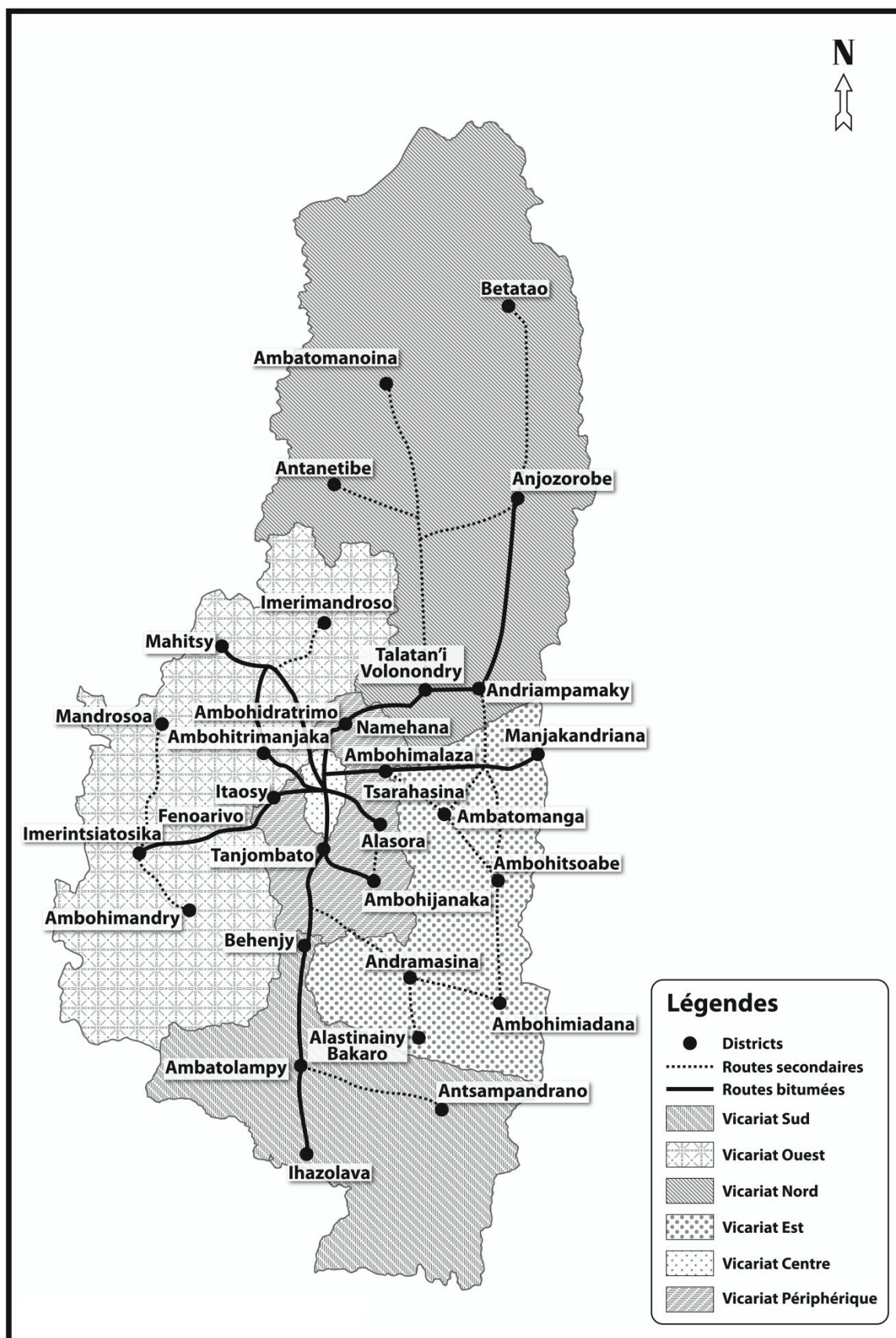
Zones touchées par l'intervention	20 localités dans 4 Districts administratifs	6 Districts	13 villages dans 7 Districts administratifs	8 Districts administratifs	8 Districts administratifs
Districts administratifs touchés	Ambohidratrimo, Andramasina, Anjozorobe, Manjakandriana	Ambohidratrimo, Andramasina, Anjozorobe, Manjakandriana, Antananarivo Atsimondrano, Antananarivo avaradrano,	Ambohidratrimo, Andramasina, Anjozorobe, Arivonimamo Manjakandriana, Antananarivo Atsimondrano, Antananarivo avaradrano,	Ambohidratrimo, Ambatolampy, Andramasina, Anjozorobe, Antananarivo Atsimondrano, Antananarivo avaradrano, Arivonimamo Manjakandriana,	Ambohidratrimo, Ambatolampy, Andramasina, Anjozorobe, Antananarivo Atsimondrano, Antananarivo avaradrano, Arivonimamo Manjakandriana,
Nombre de bénéficiaires	992 familles	—	1265 familles	400 familles	1400 familles
Participants primés au concours de meilleurs riziculteurs	—	—	41 familles	60 familles	180 familles
Région d'origine des participants au festival des riziculteurs	—	—	Analamanga, Itasy, Vakinakaratra, Ihorombe	Analamanga, Itasy, Vakinakaratra, Amoron'i Mania, Bongolava	Analamanga, Itasy, Vakinakaratra

Division administrative de Madagascar dans la norme de la mission catholique



Pour la mission catholique, Madagascar est divisé en 20 archidiocèses dirigés chacun par un évêque. Les diocèses sont ensuite fractionnés en vicariats qui sont encore sectionnés en districts. Ces derniers sont pilotés par quelques prêtres.

Carte du diocèse d'Antananarivo



ANNEXE 3 : TRAVAUX DE REPIQUAGE DU SRI

Ecartement	20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
1 ^{ère} essai (mn)	30,00	18,00	14,00
2 ^{ème} essai (mn)	34,00	22,00	14,00
3 ^{ème} éssaie (mn)	29,00	23,00	15,00
Moyenne (mn/27m²)	31,00	21,00	14,33
Extrapolation à l'ha (mn/ha)	11 481,48	7 777,78	5 308,64
MO affecté à l'ha Hj/ha	31,89	21,60	14,75

ANNEXE4 : TRAVAUX DE REPIQUAGE DU SRI-GBD

Ecartement	20cm*20cm	25cm*25cm	30cm*30cm
1 ^{ère} essai (mn)	67	44	32
2 ^{ème} essai (mn)	58	40	29
3 ^{ème} éssaie (mn)	64	38	33
Moyenne (mn/27m²)	63,00	40,67	31,33
Extrapolation à l'ha (mn/ha)	23 333,33	15 061,73	11 604,94
MO affecté à l'ha Hj/ha	64,81	41,84	32,24

ANNEXE5 : TRAVAUX DE REPIQUAGE DU SRI MECANISE

Ecartement	Type	1 ^{er} essai (mn)	2 ^e essai (mn)	3 ^e essai (mn)	Moyenne (mn/27m²)	Extrapolation à l'ha (mn/ha)	MO affecté à l'ha (Hj/ha)
20cm*20cm	REP1	65	62	64	63,67	23 580,25	65,50
	REP3	34	31	29	31,33	11 604,94	32,24
	REP4	24	27	24	25,00	9 259,26	25,72
	REP6	19	23	22	21,33	7 901,23	21,95
	REP9	21	17	20	19,33	7 160,49	19,89
25cm*25cm	REP1	42	44	39	41,67	15 432,10	42,87
	REP3	23	19	21	21,00	7 777,78	21,60
	REP4	17	20	16	17,67	6 543,21	18,18
	REP6	15	14	16	15,00	5 555,56	15,43
	REP9	23	20	18	20,33	7 530,86	20,92
30cm*30cm	REP1	32	31	29	30,67	11 358,02	31,55
	REP3	15	13	14	14,00	5 185,19	14,40
	REP4	12	13	12	12,33	4 567,90	12,69
	REP6	10	11	10	10,33	3 827,16	10,63
	REP9	45	44	52	47,00	17 407,41	48,35

ANNEXE6: AMORTISSEMENT DES MATERIELS EN SRI

Matériels	Quantité (pièce)	Prix Unitaire (Ariary)	TOTAL (Ariary)	Durée de vie (années)	Am. annuel (Ariary)
RAYONNEUR	1	10 000	10 000	5	2 000
PLATEAU	10	2 000	20 000	5	4 000
				TOTAL	6 000

ANNEXE7 : AMORTISSEMENT DES MATERIELS EN SRI-GBD

Ecartement	Matériels	Quantité (pièces)	Prix Unitaire (Ariary)	TOTAL (Ariary)	durée de vie (années)	Am. annuel (Ariary)
20cm*20cm	GBD	250 000	4	1 000 000	1	1 000 000
	Plateau	10	6 000	60 000	5	12 000
	Corde	1	3 500	3 500	5	700
	TOTAL					1 012 700
20cm*20cm	GBD	160 000	4	640 000	1	640 000
	Plateau	10	6 000	60 000	5	12 000
	Corde	1	3 500	3 500	5	700
	TOTAL					652 700
20cm*20cm	GBD	111 120	4	444 480	1	444 480
	Plateau	10	6 000	60 000	5	12 000
	Corde	1	3 500	3 500	5	700
	TOTAL					457 180

ANNEXE 8 : AMORTISSEMENT DES MATERIELS EN SRI MECANISE

➤ Prix et amortissement des repiqueuses

Ecartement	Type	PRIX (Ariary)	Durée de vie (année)	Amortissement annuel
20cm*20cm	REP1	3 000	5	600
	REP3	25 000	5	5 000
	REP4	30 000	5	6 000
	REP6	35 000	5	7 000
	REP9	40 000	5	8 000
25cm*25cm	REP1	3 000	5	600
	REP3	27 000	5	5 400
	REP4	32 000	5	6 400
	REP6	40 000	5	8 000
	REP9	45 000	5	9 000
30cm*30cm	REP1	3 000	5	600
	REP3	30 000	5	6 000
	REP4	40 000	5	8 000
	REP6	45 000	5	9 000
	REP9	55 000	5	11 000

➤ **Prix et amortissement des germoirs en SRI mécanisé**

Ecartement	Type	Taille (cm ²)	Capacité (plants)	Besoin/ha (germoir/ha)	PU (Ariary)	TOTAL (Ariary)	Am. annuel (Ariary)
20mc*20cm	REP1	80*60	192	1 303	6 000	7 818 000	1 563 600
	REP3	80*60	192	1 303	6 000	7 818 000	1 563 600
	REP4	80*40	128	1 954	5 200	10 160 800	2 032 160
	REP6	80*60	192	1 303	6 000	7 818 000	1 563 600
	REP9	60*60	144	1 737	5 200	9 032 400	1 806 480
25cm*25cm	REP1	100*50	200	800	6 000	4 800 000	960 000
	REP3	100*50	200	800	6 000	4 800 000	960 000
	REP4	100*50	200	800	6 000	4 800 000	960 000
	REP6	75*50	150	1 067	6 000	6 402 000	1 280 400
	REP9	75*75	225	711	6 000	4 266 000	853 200
30cm*30cm	REP1	90*60	216	515	6 000	3 090 000	618 000
	REP3	90*60	216	515	6 000	3 090 000	618 000
	REP4	60*60	144	772	6 000	4 632 000	926 400
	REP6	90*60	216	515	6 000	3 090 000	618 000
	REP9	90*90	324	343	7 000	2 401 000	480 200

➤ **Prix et amortissement des perceuses**

Ecartement	Taille	Prix (Ariary)	Durée de vie (années)	Am. Annuel (Ariary)
20cm*20cm	80cm*40cm	6 000	5	1 200
	80cm*60cm	8 000	5	1 600
	60cm*60cm	7 000	5	1 400
25cm*25cm	75cm*50cm	6 000	5	1 200
	100cm*50cm	7 000	5	1 400
	75cm*75cm	8 000	5	1 600
30cm*30cm	90cm*60cm	7 000	5	1 400
	90cm*90cm	8 000	5	1 600
	60cm*60cm	6 000	5	1 200