

ONG Tafa
TAny sy Fampandrosoana

GSDM
Maîtrise d'Oeuvre Délégée
Groupement Semis Direct
Madagascar
Financement
AFD – FFEM – CIRAD – MAEP

**PROJET D'APPUI A LA DIFFUSION
DES TECHNIQUES AGRO-ECOLOGIQUES A MADAGASCAR**
Volet dispositif d'appui technique et formation

RAPPORT GENERAL D'EXECUTION
Hautes Terres et Moyen Ouest
Rapport de campagne 2005-2006



Roger MICHELLON – CIRAD
Célestin RAZANAMPARANY – Tafa
Narcisse MOUSSA – Tafa
Léonardin RAKOTOVAZAHA – Tafa
J.C. FARA HANITRINIAINA – Tafa
R. RAZAKAMANANTOANINA – Tafa
Solofolala RANDRIANAIVO – Tafa
Rasalama RAKOTOARIMANANA – Tafa

Février 2007

Table des matières

1.	Introduction.....	8
2.	La démarche.....	9
2.1	Expérimentation.....	10
2.2	Appui à la diffusion et approche terroir villageois.....	11
3.	Les Hautes Terres.....	12
3.1	Le milieu et l'agriculture des Hautes Terres.....	13
3.2	Les dispositifs de TAFE dans la région.....	14
3.3	La pluviométrie durant la campagne 2005 – 2006.....	16
3.4	Les résultats agro-technico-économiques dans les expérimentations.....	18
3.4.1.	Station d'Andranomanelatra.....	18
3.4.2.	Site de références sur sols ferrallitiques pauvres.....	31
3.4.3.	Site de références sur sol volcanique riche.....	41
3.4.4.	Rizières mal irriguées.....	48
3.5	Appui à la diffusion sur les Hautes Terres.....	53
3.5.1.	Evolution de la démarche.....	53
3.5.2.	Extension des fonctions du conseiller agricole :.....	57
3.5.3.	Terroirs villageois des Hautes Terres.....	58
4.	Le Moyen Ouest.....	96
4.1	Le milieu et l'agriculture du Moyen Ouest.....	97
4.2	Les dispositifs de TAFE dans la région.....	97
4.3	La pluviométrie durant la campagne 2005-2006.....	98
4.4	Les résultats agro-technico-économiques dans les expérimentations sur sol ferrallitique rouge. 98	
4.4.1.	Productivité des cultures.....	98
4.4.2.	Résultats économiques.....	111
4.5	Appui à la diffusion dans le Moyen Ouest.....	112
5.	Conclusions.....	129
6.	Bibliographie.....	131
7.	Annexes.....	137

Liste des tableaux

Tableau 1 : Systèmes de cultures testés sur tanety à Andranomanelatra et dans les sites de références	15
Tableau 2 : Pluviométries décadaires sur les Hautes Terres (en mm)	16
Tableau 3 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs en kg de grain par ha selon l'emplacement sur la toposéquence (variétés locale sur F1 et F2, ou Pannar 6730 sur F3, semées du 22 au 24 novembre 2005)	19
Tableau 4 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement de deux variétés de soja en kg de grain par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (semis du 27 au 29 novembre 2005) ..	20
Tableau 5 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du haricot en kg de grains par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (Andranomanelatra)	22
Tableau 6 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement de deux variétés de riz pluvial, en kg de paddy par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (semis du 30 novembre au 2 décembre 2005).....	23
Tableau 7 : Comparaison de rendements (en t/ha de paddy) de riz polyaptitudes cultivés en pluvial après Eleusine coracana (Andranomanelatra, haut de pente, 1600 m d'altitude).	24
Tableau 8 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs et du haricot de première saison, en culture pure ou associée, en kg de grains par ha (Andranomanelatra, haut de pente).	24
Tableau 9 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs et du soja FT 10, en culture pure ou associée, en kg de grains par ha (variétés locales de maïs sur F1 et F2 ou Pannar 6730 sur F3, et FT 10 de soja, semées du 22 au 29 novembre 2005).....	25
Tableau 10 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion du sol à Andranomanelatra.....	27
Tableau 11 : Rendement des cultures sur sol ferrallitique pauvre selon le mode de gestion du sol (en t/ha).....	32
Tableau 12 : Rendement du haricot de deuxième saison selon le mode de gestion du sol à Antsampanimahazo (en t/ha)	34
Tableau 13 : Test de diversification des systèmes de culture en semis direct sur sols ferrallitiques pauvres (avec la fumure minérale F2).....	35
Tableau 14 : marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion des sols ferrallitiques	37
Tableau 15 : Rendement des cultures de maïs, soja et haricot sur sol volcanique selon le mode de gestion du sol (en t/ha).	42
Tableau 16 : Test de diversification des systèmes de culture en semis direct à Betafo sur sol volcanique.	43
Tableau 17 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion du sol à Betafo	44
Tableau 18 : Rendement de variétés de riz (en t/ha de paddy) en système pluvial intensif comparé à la conduite traditionnelle sur les Hautes Terres	49
Tableau 19 : Rendement du riz (en t/ha de paddy) en rizière à mauvaise maîtrise de l'eau selon le mode de gestion du sol et la conduite de l'irrigation.	51
Tableau 20 : Rendement de variétés de riz conduites en intensif irrigué en comparaison de la pratique traditionnelle à Ampandrotrarana (altitude 1450m)	52
Tableau 21 : Evolution du nombre d'agriculteurs suivis par TAFE et des surfaces (en ares) autour des sites de références ou sur les terroirs villageois, à partir de 2003 – 2004.	54
Tableau 22 : Associations d'agriculteurs pratiquant le semis direct et suivies par TAFE sur les terroirs villageois des Hautes Terres et du Moyen Ouest.	55
Tableau 23 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.....	66
Tableau 24 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.....	67

Tableau 25 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFa sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.....	68
Tableau 26 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFa sur le terroir en sol volcanique des Hauts Terres (Miaramamindra).....	69
Tableau 27 : Quantité et valeur des intrants mis à la disposition des groupements sur les Hautes Terres (pour la campagne 2005-2006).....	70
Tableau 28 : Données pluviométriques décennales (en mm) dans le Moyen Ouest.....	98
Tableau 29 : Rendement du maïs en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory, niveau de fumure F2).....	100
Tableau 30 : Rendement du maïs, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory, niveau de fumure F2, résultats moyens sur les 2 parcelles d'expérimentation).....	101
Tableau 31 : : Rendement du riz pluvial, en t de paddy par ha sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory, niveau de fumure F2).....	102
Tableau 32 : Rendement du riz en t/ha de paddy sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory, niveau de fumure F2, résultats moyens sur les 2 parcelles d'expérimentation).	103
Tableau 33 : Rendement de variétés de riz en culture pluviale sur résidus de <i>Stylosanthes guianensis</i>	104
Tableau 34 : Rendement du maïs et des cultures associées, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> après un précédent riz pluvial (Ivory 2005 – 2006).....	105
Tableau 35 : Rendement du riz pluvial B22, en t de paddy par ha, après maïs en culture pure ou associée, sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory 2005 – 2006).	106
Tableau 36 : Rendement du maïs en culture pure continue sur labour ou associée en semis direct sur résidus après un précédent riz pluvial sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory 2002 – 2006).....	107
Tableau 37 : Rendement du riz sur labour après un maïs pur ou sur résidus de maïs en culture associée, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le <i>Striga asiatica</i> (Ivory 2002 – 2006)	108
Tableau 38 : Evolution des rendements de cultures diversifiées en semis direct sur sol ferrallitique rouge (Ivory 1998 – 2006).....	110
Tableau 39 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les rotations de riz en culture pure et de maïs associé à des légumineuses vivrières ou une graminée fourragère.....	111
Tableau 40 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les cultures du maïs et du riz dans les systèmes intégrant des cultures fourragères.....	111
Tableau 41 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFa sur le terroir d'Ivory dans le Moyen Ouest.....	114
Tableau 42 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFa sur le terroir d'Ivory dans le Moyen Ouest.....	115
Tableau 43 :Quantité et valeur des intrants mis à la disposition des agriculteurs dans le Moyen Ouest (pour la campagne 2005-2006).....	116

Liste des figures

Figure 1 : Evolution des rendements annuels de maïs sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra	28
Figure 2 : Evolution des rendements annuels de soja sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra	29
Figure 3 : Evolution des rendements annuels de haricot sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra	30
Figure 4 : Evolution des rendements annuels des rendements de maïs sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches.....	38
Figure 5 : Evolution des rendements annuels des rendements de soja sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches.....	39
Figure 6 : Evolution des rendements annuels des rendements de haricot sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches.....	40
Figure 7 : Evolution des rendements annuels de maïs sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo.....	45
Figure 8 : Evolution des rendements annuels de soja sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo.....	46
Figure 9 : Evolution des rendements annuels de haricot sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo.....	47
Figure 10 : Rendement du riz pluvial en t de paddy par ha selon le nombre d'années d'installation du semis direct et la variété sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres.	72
Figure 11 : Rendement du riz pluvial selon sa fumure en t de paddy par ha sur les sols ferrallitiques des Hautes terres	73
Figure 12 : Rendement du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d'Ampandrotrarana (en t de paddy par ha).	74
Figure 13 : Rendement du riz pluvial en fonction de son mode d'installation sur andosol sur le terroir de Betafo (en t de paddy par ha).	74
Figure 14 : Rendement des variétés de haricot de premier cycle en semis tardif sur les terroirs en sols ferrallitiques des Hautes Terres (en t/ha).	76
Figure 15 : Rendement du haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur les terroirs en sols ferrallitiques des Haute Terres (en t/ha).	76
Figure 16 : Rendements du soja selon la fumure sur les terroirs en sols ferrallitiques des Hautes Terres.	77
Figure 17 : Rendement de la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe (SD) ou après labour (W).....	78
Figure 18 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial en fonction de la fumure et du nombre d'années d'installation du semis direct sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en h./ha).81	
Figure 19 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial en fonction de la fumure et de l'année d'installation du semis direct sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar/ha)	82
Figure 20 : Marge nette (hors rémunération du travail familial) pour la culture du riz pluvial sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar/ha).....	82
Figure 21 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar par jour de 7h. de travail familial ou salarié).....	83
Figure 22 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d'Ampandrotrarana (en h/ha)	83
Figure 23 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d'Ampandrotrarana (en Ar/ha, fumure F2).	84
Figure 24 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en h/ha.....	85
Figure 25 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/ha.85	

Figure 26 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/ha.	85
Figure 27 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'une sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/j de 7 heures.	86
Figure 28 : Temps de travaux pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en h/ha.	87
Figure 29 : Marges brutes pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en Ar/ha.	87
Figure 30 : Valorisation brute de la journée de travail pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en Ar/jour de 7h.	88
Figure 31 : Temps de travaux pour la culture du soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en h/ha.....	89
Figure 32 : Marges brutes pour la culture du soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en Ar/ha.....	89
Figure 33 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture de soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en Ar/jour de 7h.....	90
Figure 34 : Temps de travaux pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD) ou après labour (W) en h/ha.	91
Figure 35 : Marges brutes pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD) ou après labour (W), en Ar/ha.....	92
Figure 36 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD), ou après labour (W), en Ar/ha.	92
Figure 37 : Valorisation brute de la journée de travail pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD), ou après labour (W), en Ar/j de 7h.....	93
Figure 38 : Rendement du riz pluvial en culture pure avec paillage ou associée au <i>Stylosanthes guianensis</i> dans le Moyen Ouest (en t/ha)	117
Figure 39 : Rendement du maïs en culture associée au pois cajan ou niébé sur labour (W) ou en semis direct SD déjà installé dans le Moyen Ouest, en t/ha.	118
Figure 40 :Rendement du niébé en culture associée au maïs sur labour (W) ou en semis direct déjà installé dans le Moyen Ouest, en t/ha.	118
Figure 41 : Rendement du soja en culture pure ou associée au <i>Cajanus cajan</i> dans le Moyen Ouest, en t/ha.....	119
Figure 42 : Rendement du pois de terre lors de l'installation du semis direct (W année 0) dans le Moyen Ouest (en t de pois de terre en coque par ha).....	120
Figure 43 :Temps de travaux pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au <i>S. guianensis</i> dans le Moyen Ouest, en h/ha.	121
Figure 44 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au <i>S. guianensis</i> dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.....	121
Figure 45 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au <i>S. guianensis</i> dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.....	122
Figure 46 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au <i>S. guianensis</i> dans le Moyen Ouest, en Ar/jours de 7h.	122
Figure 47 : Temps de travaux pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en h/ha.	123
Figure 48 : Marge brute pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.....	123

Figure 49 :Marge nette (hors rémunération du travail familial) pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.....	124
Figure 50 : Valorisation de la journée de travail pour la culture de maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/jour de 7 heures.	124
Figure 51 :Temps de travaux pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en h/ha.....	125
Figure 52 : Marges brutes pour le soja en culture pure ou associée au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.	125
Figure 53 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.	126
Figure 54 : Valorisation de la journée de travail pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/jour de 7h.	126
Figure 55 : Temps de travaux pour la culture de pois de terre dans le Moyen Ouest.....	127
Figure 56 : Marges brutes pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.	127
Figure 57 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.....	128
Figure 58 :Valorisation de la journée de travail pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar /jour de 7h.	128

1. INTRODUCTION

Le présent rapport ne concerne que la région du Vakinankaratra, anciennement financée par FIFAMANOR, qui comporte deux zones écologiques : Les Hautes Terres et le Moyen Ouest.

Le projet « d'appui à la diffusion des techniques agroécologiques à Madagascar », qui devait prendre en compte la région du Vakinankaratra, n'a pu être financé qu'en 2004 (AFD-FFEM-CIRAD-MAEP), compte tenu des graves problèmes politiques qu'a connus Madagascar après les élections présidentielles de décembre 2001.

Le GSDM en est Maître d'œuvre Délégué suivant un contrat de maîtrise d'œuvre déléguée signé entre le GSDM et le MAEP n°23/2003/AFD/MAEP/DAPV. Les activités de l'ONG TAFE dans le cadre de ce projet sont :

- Pérenniser tous les sites de référence installés dans ces cinq régions d'intervention.
- Démarrer des actions sur la gestion des terroirs à des échelles significatives au Lac Alaotra, au Sud-Est, au Moyen Ouest et sur les Hauts-Plateaux.
- Multiplier le matériel végétal nécessaire pour assurer la conduite des sites et des terroirs encadrés par TAFE, et pour répondre à la demande des partenaires de diffusion en 2005 – 2006.
- Poursuivre les activités de formation pour les partenaires de diffusion (ingénieurs, techniciens, agriculteurs), et assurer un conseil permanent à ces partenaires à la demande.
- Elaborer avec la cellule de coordination du projet au GSDM des tableaux détaillant les systèmes de culture en semis direct vulgarisables dans tous les milieux présents dans chaque écologie. Ces données seront intégrées dans un manuel du semis direct à Madagascar en cours d'élaboration.

De nouvelles actions ont été entreprises pour compléter les références et mieux appuyer la diffusion dans le cadre du Projet B.V-PI. Sud Est/ Hauts Plateaux (Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants et de périmètres aménagés ou réhabilités dans les régions de Vakinankaratra, d'Amoron'i Mania, de Vatovavy Fitovinany et d'Atsimo Atsinanana). Elles concernent principalement :

- la mise au point des itinéraires techniques en rizières à mauvaise maîtrise de l'eau et la sélection de variétés de riz adaptées à l'altitude et plus tolérantes aux maladies (pyriculariose du cou)
- la gestion d'un nouveau terroir en sol volcanique très densément peuplé (Betafo).

2. LA DEMARCHE

2.1 Expérimentation

Sur les Hautes Terres la pression démographique et la saturation des bas-fonds rizicoles accélèrent la mise en culture des collines aux sols fragiles et peu fertiles. Les labours successifs engendrent une érosion intense qui ensable les rizières et détruit les aménagements.

Dans le Moyen Ouest, la densité de population est plus faible, mais les vallées sont encaissées et leur surface est limitée. Les sols sont sensibles à l'érosion qui se manifeste sous forme de « lavaka ».

Le semis direct sur couverture végétale (SCV) permet d'y remédier tout en améliorant la productivité des cultures et des systèmes, et leurs performances économiques.

TAFA a progressivement construit et maîtrisé un vaste réseau de sites de références sur les modes de gestion durable du sol comparés aux techniques traditionnelles (SEGUY, 1990 à 2006).

Les sites les plus anciens ont été installés en 1990-1991, les plus récents en 1998-1999.

Dans une première étape de cette construction qui a connu quelques discontinuités notables (financements, troubles politiques), le niveau d'étude « systèmes de culture à l'échelle de toposéquences représentatives » a été privilégié pour permettre de maîtriser, à l'échelle de la parcelle, une offre technologique la plus ample et diversifiée possible, qui prenne en compte, simultanément :

- Les systèmes de culture traditionnels, avec leur niveau d'intrants
- Des systèmes de culture en semis direct, préservateurs de l'environnement et régénérateurs de la fertilité, le plus souvent très dégradée :
 - * des SCV sur couvertures mortes
 - * des SCV sur couvertures vivantes fourragères
 - * des SCV mixtes, entre les 2 précédents,

tous, pouvant intégrer à tout moment les activités de production vivrière et d'élevage.

- Des niveaux d'intensification très différenciés, du minimum à l'expression du potentiel des systèmes de culture :

- * fumier seul
- * fumier + 1 niveau modeste de fumure minérale (issu des recommandations de la recherche)
- * fumier + fort niveau d'intrants (expression du potentiel),

pour répondre à des types de publics utilisateurs les plus divers (petite agriculture familiale, agriculture mécanisée orientée vers la commercialisation des productions ...).

Cette modélisation pratique des systèmes de culture intègre, dans chaque grande région pédoclimatique, la variabilité du facteur sol (nature, état de dégradation, évolution sur la toposéquence : rizière ou tanety).

Les objectifs essentiels de ce réseau de sites de références (ou vitrines de l'offre technologiques) sont :

- Créer, maîtriser, reproduire, une large gamme de scénarios SCV préservateurs de l'environnement, qui puissent être ADOPTES, APPROPRIES par les agriculteurs quelque soit le niveau d'intrants souhaité,
- Evaluer, en comparaison des systèmes traditionnels avec travail du sol, les impacts des SCV sur :

- + la productivité des cultures et des systèmes, leur stabilité interannuelle,
 - + leur faisabilité technique (temps de travaux, pénibilité, calendriers culturaux ...)
 - + leurs performances économiques (coûts de production, marges, valorisation de la journée de travail)
 - + les transformations du profil cultural sous l'influence des systèmes (évolution de la fertilité : priorités physico-chimiques et biologiques)
- Former les partenaires de la recherche et du développement, à la maîtrise et reproductibilité des SCV
 - Produire des semences nécessaires à la diffusion régionale des SCV, avec l'appui de la recherche

2.2 Appui à la diffusion et approche terroir villageois

Après maîtrise de la reproductibilité des SCV face à une variabilité climatique et économique significative (> 5 ans), à l'échelle de la parcelle et des toposéquences, TAFa mobilise maintenant sa compétence au niveau des terroirs, avec pour objectifs principaux :

- Confronter la maîtrise des SCV à l'épreuve du milieu réel et plus précisément, dans chaque grande écorégion :
 - + intégrer la gestion individuelle et communautaire des ressources : terres, eau, biomasse, animaux, arbres ...
 - + gérer plus efficacement, par les SCV, les activités agricoles au niveau des unités du paysage dans leur ensemble « TANETY-RIZIERES » (flux de main-d'œuvre, de biomasses, animaux, activités d'embocagement ...)
- Former les agriculteurs à la maîtrise des divers scénarios SCV, sur leur terroir, avec les cultures de leur choix, les SCV étant construits sur les rotations de cultures (retour à la biodiversité). Cette formation doit permettre à l'agriculteur de comprendre les mécanismes de fonctionnement agronomique des SCV (durée minimum : 2 à 3 ans).
- Former les divers acteurs de la recherche-développement (partenaires de la diffusion, chercheurs).
- Contribuer à l'organisation des communautés villageoises (crédit, commercialisation des produits agricoles, achat des intrants, matériel agricole, production de semences, boutures, pépinières d'espèces arbustives pour embocagement, etc.)
- Identifier et promouvoir les agriculteurs « Formateurs d'opinion », vers la fonction « d'agriculteurs consultants » auprès des autres communautés villageoises qui les rémunéreraient (levier de diffusion efficace entre « agriculteur qui veut savoir et agriculteur qui maîtrise »).
- Construction d'un référentiel à l'échelle des grandes régions agricoles de l'île, pour une gestion intégrée des terroirs villageois (bases de données) en semis direct.
- Evaluation de la diffusion spontanée et/ou encadrée :
 - + par des agriculteurs « consultants »
 - + par des partenaires opérateurs.

3. LES HAUTES TERRES

3.1 Le milieu et l'agriculture des Hautes Terres

Une des caractéristiques du milieu réside dans la diversité des conditions rencontrées sur les Hautes Terres.

Trois grands ensembles géomorphologiques expliquent l'organisation du relief, en particulier dans le Vakinankaratra :

- Le socle cristallin est constitué de schistes cristallins (quartzites, micaschistes) et de roches métamorphiques (granites, gabbros) dont la nature conditionne le paysage. Les roches facilement altérables (schistes) constituent des dépressions, dominées par des reliefs de roches dures (granites pour les Vavavato).

- Les massifs volcaniques qui proviennent d'éruptions qui se sont succédées de la fin du tertiaire (Ankaratra), puis au quaternaire (volcanisme récent du Sud de l'Ankaratra), jusqu'à une époque très récente (moins de 10.000 ans à Betafo).

- Les sédiments volcano-lacustres qui ont pour origine des phénomènes tectoniques (abaissement d'un compartiment de sol après une fracture) et volcaniques (coulées qui jouent le rôle de barrage pour le réseau hydrographique). Le comblement s'est réalisé par des dépôts lacustres dans lesquels sont venus s'intercaler des coulées et des projections volcaniques donnant un matériau très hétérogène.

Le climat de la région est de type tropical d'altitude humide. Il est caractérisé par deux saisons :

- Pluvieuse et chaude d'octobre à avril, avec des chutes de grêle fréquentes
- Sèche et fraîche de mai à septembre, avec des précipitations occultes (rosée, brouillards) et des risques de gel.

La pluviométrie varie d'environ 1200 à 2000 mm dans la région, en fonction de l'altitude (1200 à 2400 m) et du versant de l'Ankaratra. La pluviométrie moyenne est de 1300 à 1400 mm dans la zone où sont réalisées les expérimentations.

La population des Hautes Terres est essentiellement rurale et sa densité varie en fonction de l'altitude, de la proximité du réseau routier, de la fertilité du sol : de plus de 200 habitants/km² sur volcanisme récent (Betafo) à moins de 50 habitants/km² sur socle cristallin (Ibity). Certaines zones aux sols pauvres sont parfois très peuplées (Ambositra, Fandriana, partie Est d'Antsirabe), en raison de l'importance des surfaces en rizières, mais qui sont actuellement saturées.

La surface moyenne des exploitations est très réduite, comprise entre 1,0 et 1,5 ha, avec un tiers de rizières et le reste composé de cultures sur collines ou tanety. Pratiquement tous les chefs d'exploitation sont propriétaires de la majeure partie de leurs terrains, qui sont très morcelés et ne comportent pas d'aménagements, même sur forte pente.

La mise en valeur des bas-fonds s'est faite par ordre de difficulté croissante de maîtrise de l'eau (irrigation et drainage). Lorsque l'eau est bien gérée, l'intensification de la culture du riz est possible (calage du cycle ...) et le drainage permet une production de contre saison qui valorise la main-d'œuvre et diversifie les ressources. Mais les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau représentent actuellement la moitié des surfaces des bas-fonds, qui en outre apparaissent saturés.

La conquête des tanety constitue un objectif essentiel des stratégies paysannes sur les Hauts Plateaux.

Les productions vivrières pratiquées y sont très diversifiées : maïs, haricot, pomme de terre, riz pluvial, arachide, manioc, patate douce, taro, ... et sont complétées par des cultures maraîchères (tomate, carotte, ail, oignon, petit pois, haricot vert, chou pommé, ...) et fruitières (pomme, prune, pêche, mangue, orange, raisin, ...). L'élevage bovin orienté vers le lait produit le fumier pour le maintien de la fertilité.

Le premier obstacle majeur à la mise en valeur réside dans la pauvreté des sols qui sont soumis à une dégradation continue par l'utilisation de techniques culturales inappropriées, en particulier le labour à l'angady, la surexploitation de la couverture végétale (avec une régression de la jachère). La première conséquence de ces modes de gestion des sols est le très faible niveau de production des exploitations, qui décroît régulièrement, surtout sur les sols pauvres ferrallitiques.

Seules les terres riches sur volcanisme récent offrent des niveaux de rendements élevés avec seulement des apports de fumier. Mais même dans ce cas le plus favorable, qui se rencontre sur des surfaces réduites, la très forte densité d'occupation des sols alliée à des pratiques culturales destructrices, conduit également à une dégradation accélérée des unités de paysage. Les agriculteurs doivent alors entreprendre la colonisation du vaste réservoir de sols de tanety composés de sols ferrallitiques développés sur roche acide, de très faible fertilité naturelle.

L'érosion, qui s'amplifie sur les pentes des collines, détruit les aménagements hydrauliques à l'aval (réseaux d'irrigation, ensablement des périmètres) qui coûtent cher à la société malgache, pour des rendements en riz aujourd'hui modestes.

3.2 Les dispositifs de TAFa dans la région

Les sites de références ont été choisis pour représenter la variabilité du milieu sur les Hautes Terres, avec des niveaux de fertilité très différents :

- sol ferrallitique sur socle cristallin (le plus pauvre) : Ibity (altitude 1500 m)
- sol ferrallitique sur dépôt fluviolacustre : Ambondrano et Andranomanelatra (1600 m),
Antsapanimahazo (1650 m), Sambaina (1700 m)
- sol sur volcanisme récent (le plus fertile) : Betafo (1400 m).

Les itinéraires en SCV sont comparés au témoin traditionnel labouré (tableau 1) sur un dispositif pérennisé pour disposer de références sur plusieurs années (14 ans à Andranomanelatra et 11 ans sur les autres sites).

Lors de la crise de 2001-2002 (politique et financière pour TAFa), seuls les 3 sites d'Andranomanelatra, Betafo et Ibity ont été maintenus.

Les autres dispositifs ont été homogénéisés avec les plantes de couverture déjà installées ou de l'avoine semée sur labour ou sur résidus. En 2002-2003, deux sites n'ont pas été reconduits : Ambondrano (conditions identiques à la station d'Andranomanelatra voisine) et Sambaina (proche d'Antsapanimahazo).

Les niveaux de fumure et itinéraires techniques pratiqués pour les différentes cultures figurent en annexe I.

Tableau 1 : Systèmes de cultures testés sur tanety à Andranomanelatra et dans les sites de références

SYSTEMES	MODE DE GESTION	ANDRANOMANELATRA	IBITY	ANTSAMPANIMHAZO	BETAFO
<u>CULTURES + PLANTES DE COUVERTURE</u>					
Maïs + <i>Desmodium uncinatum</i>	SD ou SD + E	X	X	X	X
Maïs + <i>Trifolium semipilosum</i> (ou trèfles introduits)	SD ou SD + E	X	-	X	X
Maïs + <i>Cassia rotundifolia</i>	SD ou SD + E	X	X	-	X
Maïs + <i>Arachis pintoï</i>	SD ou SD + E	X	X	X	X
Riz + <i>Arachis pintoï</i>	SD ou SD + E	X	-	-	X
Soja + <i>Pennisetum clandestinum</i>	SD ou SD + E	X	X	X	X
Soja + <i>Cynodon dactylon</i>	SD	X	X	-	-
Haricot + <i>Pennisetum clandestinum</i>	SD	X	-	X	-
Haricot + <i>Cynodon dactylon</i>	SD	X	-	-	-
<u>SUCCESSION DE CULTURES</u>					
Haricot / Avoine	SD	X	X	X	X
	W	-	-	X	-
Avoine / Haricot	SD	X	X	X	X
	W	X	X	X	X
<u>UN SEUL CYCLE CULTURAL</u>					
Maïs	SD	X	-	X	X
	W	X	X	X	X
Soja	SD	X	-	X	X
	W	X	X	X	X
Riz	SD	X	X	X	X
	W	-	-	X	-
Haricot	W	X	-	-	-
<u>ASSOCIATION DES CULTURES</u>					
Maïs + Soja	SD	X	X	-	-
Maïs + Soja + Vesce velue	SD	X	-	-	-
Maïs + Haricot + Avoine	SD	X	-	-	-
Maïs + Haricot	W	X	-	-	-
Maïs + <i>Cajanus cajan</i>	SD	X	-	X	-
Maïs + Avoine	SD	X	-	-	-
Maïs + Radis fourrager	SD	X	-	-	-
Maïs + Ray grass	SD	X	-	-	-
Maïs + Luzerne	SD	X	-	-	-
Riz + <i>Cajanus cajan</i>	SD	X	-	-	-
Riz + vesce velue	SD	X	-	-	-
Soja + Avoine	SD	X	X	X	X
Soja + Radis fourrager	SD	X	-	-	-

SD : semis direct

W : travail du sol

E : écobuage

3.3 La pluviométrie durant la campagne 2005 – 2006

Sur les Hauts Plateaux, la campagne a été caractérisée par une faible pluviométrie (la moyenne est de 1 300 mm)

Ce déficit a été aggravé par :

- une arrivée tardive des pluies, en fin de la deuxième décennie de novembre 2005, alors que le calage des cycles est primordial en altitude (dates limites de semis : fin octobre pour le riz pluvial, mi novembre pour le maïs,...)
- des excès d'eau en début de cycle (600 à 700 mm en 40 jours) entraînant un engorgement des parcelles et un lessivage des éléments fertilisants
- une pluviométrie mal répartie ou déficitaire à partir du mois de janvier 2006

Tableau 2 : Pluviométries décennaires sur les Hautes Terres (en mm)

Site de référence d'Antsampanimahazo (altitude 1 650 m)

Mois	Première décennie	Deuxième décennie	Troisième décennie	Total
Octobre 2005	0	0	0	0
Novembre	0	76	265	341
Décembre	0	45	183	228
Janvier 2006	10	26	46	82
Février	10	30	25	65
Mars	188	10	0	198
Avril	20	25	0	45
Mai	15	0	0	15
Juin	21	0	0	21
Juillet	0	0	0	0
TOTAL	-	-	-	995

Station d'Andranomanelatra (altitude 1 600m)

Mois	Première décennie	Deuxième décennie	Troisième décennie	Total
Octobre 2005	42	0	0	42
Novembre	0	49	65	114
Décembre	64	165	252	481
Janvier 2006	14	48	51	113
Février	93	18	0	111
Mars	209	50	0	259
Avril	0	0	0	0
Mai	0	4	0	4
Juin	0	0	14	14
Juillet	0	0	35	35
TOTAL	-	-	-	1173

Site de référence d'Ibity (altitude 1 500m)

Mois	Première décade	Deuxième décade	Troisième décade	Total
Octobre 2005	0	0	0	0
Novembre	0	125	245	370
Décembre	85	130	125	340
Janvier 2006	16	37	43	96
Février	0	0	10	10
Mars	175	25	0	200
Avril	20	10	0	30
Mai	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0
TOTAL	-	-	-	1046

Site de référence de Betafo (altitude 1 400m)

Mois	Première décade	Deuxième décade	Troisième décade	Total
Octobre 2005	27	3	0	30
Novembre	0	37	108	145
Décembre	58	68	102	228
Janvier 2006	15	38	61	114
Février	83	0	0	83
Mars	235	15	18	268
Avril	31	20	0	51
Mai	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0
Juillet	0	0	0	0
TOTAL	-	-	-	919

Site vitrine de Iavoloha (altitude 1 250m)

Mois	Première décade	Deuxième décade	Troisième décade	Total
Novembre 2005	0	0	166	166
Décembre	558	217	228	1003
Janvier 2006	45	0	242	287
Février	72	42	0	114
Mars	0	36	16	52
Avril	16	47	12	75
Mai	10	0	0	10
Juin	0	15	0	15
Juillet	0	0	0	0
TOTAL	-	-	-	1721

3.4 Les résultats agro-technico-économiques dans les expérimentations

3.4.1. Station d'Andranomanelatra

Productivité des cultures

Depuis 1991, les parcelles ont été installées sur une toposéquence, depuis le haut de pente jusqu'à la rizière sur ces sols ferrallitiques sur dépôts fluviolacustres. A l'époque, seuls les plateaux étaient cultivés, après labour ou laissés en jachère d'*Aristida sp.* Le labour constitue le témoin dans cette partie du dispositif pour les comparaisons avec les itinéraires en semis direct sur couverture végétale (SCV).

Par contre, seuls ces modes de gestion durables des sols ont été mis en place en milieu et bas de pente (versant concave où commence la formation des « lavaka »). Le labour, considéré comme déraisonnable sur ces pentes, n'a pas été maintenu, alors qu'actuellement, cette pratique se généralise en raison de la croissance démographique et de la saturation des bas-fonds rizicoles.

Au cours des deux premières années, la productivité du maïs était généralement plus faible en bas de pente avec fumier seul (F1) ou avec fumier et fumure minérale conseillée (F2). Ensuite, les différences de rendement en fonction de l'emplacement sur la toposéquence n'apparaissent plus significatives en SCV, quelle que soit la fumure (tableau 3)

Au cours de cette campagne marquée par la sécheresse, les résultats apparaissent hétérogènes.

La productivité du maïs conduit en semis direct sur résidus est très supérieure à celle obtenue après labour avec fumier seul : 0,4 t/ha, contre 1,7 t/ha en SCV.

Les associations avec les couvertures vives conduisent à une forte concurrence pour l'eau et les rendements sont réduits (0,4 t/ha). Ces systèmes de culture qui associent production vivrière et fourragère se développent chez les éleveurs, en particulier laitiers, pour lesquels l'affouragement des animaux est primordial. Les productions de biomasse sont indiquées en annexe

Le renouvellement de l'écobuage dans les associations avec légumineuses (qui améliorent le statut organique du sol) a un effet spectaculaire et permet un gain de rendement de plus de 1 t/ha de grain (1,7 t/ha en moyenne pour les parcelles réécobuées en 2005 après écobuage initial contre 0,6 t/ha pour les associations initialement écobuées ou 0,4 t/ha sans écobuage).

L'effet de la fertilisation minérale est manqué avec labour (F1 : 0,4 t/ha, F2 : 3,5 t/ha et F3 : 4,1 t/ha), alors qu'il est atténué en SCV, la fumure minérale forte n'apportant pas de supplément de rendement (F1 = 1,7 t/ha, F2 = 3,7 t/ha et F3 = 4,5 t/ha).

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol et des espèces		Variétés	F1	F2	F3	
Haut de pente (versant convexe)	Semis direct sur couverture vive	Espèces éprouvées	Desmodium	126	1773	2790	
			Trèfle	636	1992	2425	
			Moyenne	381	1883	2608	
		Arachide pérenne	Installée	374	2284	2697	
		Moyenne sur couvertures vives			379	2016	2637
		Espèces éprouvées écobuées en 1996	Desmodium	276	2054	2985	
			Trèfle	483	1774	2495	
			Cassia	1401	2273	3178	
			Moyenne	720	2034	2886	
		Trèfle écobué en 1997 et en 1999			568	3106	2830
		Arachide pérenne écobuée en 1996 et 1999			376	1085	2363
		Moyenne sur couvertures vives anciennement écobuées			621	2058	2720
		Espèces éprouvées écobuées en 1996 et réécobuées en 2005	Desmodium	925	3999	4743	
	Trèfle		1822	4175	5155		
Moyenne	1374		4087	4949			
Trèfle écobué en 1997 et en 1999, réécobué en 2005			2165	3914	4243		
Arachide pérenne écobuée en 1996 et en 1999, réécobuée en 2005			2040	2463	3401		
Semis direct sur résidus	Résidus de soja	Sans écobuage	1748	3718	4464		
Labour	Rotation avec le soja		356	3535	4060		
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur couverture vive	Espèces éprouvées	Desmodium (Lotier velu)	16 (0)	1149 (769)	2806 (2664)	
			Moyenne	8	959	2735	
			Arachide pérenne	Installée	29	2923	1615
		Moyenne sur couverture vive			23	1614	2362
		Espèces éprouvées écobuées	Desmodium écobué en 1996	308	2037	3164	
	Arachide pérenne écobuée en 1997 et 1999			702	3211	3773	
	Semis direct sur résidus	Résidus de soja	Sans écobuage :				
		. Maïs seul	1458	3014	5486		
		. Maïs + <u>Cajanus cajan</u>	120	2105	2611		

Tableau 3 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs en kg de grain par ha selon l'emplacement sur la toposéquence (variétés locale sur F1 et F2, ou Pannar 6730 sur F3, semées du 22 au 24 novembre 2005)

Remarque : Le lotier velu noté entre parenthèse () a quasiment disparu en fin de cycle

En ce qui concerne le soja (tableau 4), les rendements ont présenté une réduction importante au cours des dernières années, quel que soit le mode de gestion du sol. De nouvelles maladies sont apparues et affectent les plantes en fin de cycle (rouille : Phakospora sojae, ou complexe fongique : Cercospora Kikuchii, Phomopsis, anthracnose, septoriose).

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol et des espèces	Variétés	F1	F2	F3		
Haut de pente (versant convexe)	Semis direct sur couverture vive	Couverture de kikuyu	Cometa* FT 10	(47) 659	(175) 1756	(195) 1990	
			Moyenne	353	966	1093	
		Couverture de kikuyu écobuée en 1998, réécobuée en 2005	Cometa	340	851	882	
	Semis direct sur résidus	Résidus de maïs	Cometa FT 10	525 791	2400 1605	3000 1756	
				Moyenne	658	2003	2378
			Résidus de maïs écobué en 1998, réécobué en 2005	FT 10	1471	2316	2471
		Résidus de riz + vesce	Cometa (associé à l'avoine en fin de cycle)	274	732	915	
			Cometa (associé au radis fourrager en fin de cycle)	17	1712	1776	
		Résidus d'avoine	Cometa + avoine	677	1368	1736	
	Labour	Rotation avec le maïs	Cometa FT 10	126 232	686 894	1140 1021	
				Moyenne	179	790	1081
		Rotation avec le riz	FT 10	76	873	1029	
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur couverture vive	Couverture de kikuyu	Cometa FT 10	113 135	940 1800	1501 2310	
			Moyenne	124	1370	1906	
		Couverture de kikuyu écobué en 1998	Cometa FT 10	120 60	901 960	1418 1830	
	Semis direct sur résidus	Résidus de maïs	FT 10	180	2100	2820	
			Cometa FT 10	218 140	1391 598	1623 813	
				Moyenne	179	995	1218

Tableau 4 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement de deux variétés de soja en kg de grain par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (semis du 27 au 29 novembre 2005)

Remarque : * la parcelle de soja Cometa sur kikuyu a été détruite par les insectes (vers blancs)

Au Brésil, diverses matières actives sont préconisées contre la rouille asiatique (P. sojae) : azoxystrobin (50 g de matière active par ha), difenoconazole (50 g m.a/ha), époxiconazole (50 g m.a /ha), propiconazole (150 g m.a /ha), pyraclostrobin + épiconazole (66,5 g + 25 g m.a /ha), tebuconazole (100 g m.a /ha), trifloxystrobin + ciproconazole (56,2 g + 24 g m.a./ha) ou trifloxystrobin + propiconazole (50 g + 50 g m.a /ha)

Deux applications de fongicide sont préconisées : la première au tout début de la formation des gousses et la deuxième à la formation des grains dans les gousses.

Le fongicide systématique propiconazole est homologué à Madagascar et nous l'avons testé sur certaines parcelles à Andranomanelatra en 2 applications à 150 g/ha (0,6 l/ha de Sanavert 250 EC). Ces 2 traitements représentent un coût de 60 000 Ar/ha (90 kg/ha de la production de grains de soja).

Au cours de la saison 2005 – 2006 marquée par la sécheresse en fin de campagne, aucun symptôme de rouille n'a été observé et il n'est pas possible de conclure sur l'efficacité des traitements d'autant plus que les résultats sont hétérogènes.

Les productions obtenues en semis direct sur résidus de maïs apparaissent 4 fois plus élevées qu'après labour (0,7 t/ha contre 0,2 t/ha avec une fumure organique seule :F1).

L'effet de la fumure semble exceptionnellement marqué en semis direct sur résidus (F1= 0,7 t/ha, F2 = 2,0 t/ha et F3 = 2,4 t /ha) qu'après labour (F1 = 0,2 t/ha, F2 = 0,8 t/ha et F3 = 1,1 t/ha).

Sauf accident lié à une forte attaque d'insectes sur une parcelle de Cometa, les productions obtenues sur couverture vive de kikuyu semblent équivalentes à celles sur résidus, avec une production fourragère non négligeable. L'association de l'avoine en fin du cycle de la variété Cometa paraît plus préjudiciable au cours de cette année sèche. Le radis fourrager peut aussi être installé en dérobé dans le soja Cometa (à la chute de ses feuilles).

Pour le haricot, deux cycles annuels sont pratiqués avec des rendements équivalents seulement en semis direct sur résidus au cours de cette campagne (tableau 5) :

- une première saison, semée pendant la première quinzaine de novembre
- et une deuxième saison, entre la mi-janvier et la mi-février

Globalement, les productions affectées par des excès d'eau en premier cycle ou une pluviométrie déficitaire au cours du second, sont faibles et apparaissent encore plus réduites après labour.

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol et des espèces		Cycle annuel	F1	F2	F3
Haut de pente (versant et convexe)	Semis direct sur couverture vive	Kikuyu	Premier	110	334	390
			Second	47	65	82
			Moyenne	79	200	236
	Semis direct sur résidus d'avoine précédée de haricot	Premier	83	533	570	
		Second	45	589	686	
		Moyenne	64	561	628	
Labour après avoine	Premier	61	233	243		
	Second	40	83	210		
	Moyenne	51	158	227		
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur couverture vive	Kikuyu	Premier	17	155	198
			Second	96	805	810
			Moyenne	57	480	504
	Semis direct sur résidus d'avoine précédée de haricot	Premier	175	190	213	
		Second	102	322	509	
		Moyenne	139	256	361	

Tableau 5 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du haricot en kg de grains par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (Andranomanelatra)

Remarques : deux cycles annuels sont réalisés successivement

- le premier semé le 26 novembre 2005,
- le second le 26 janvier 2006.

Trois variétés sont utilisés dans chacun des cycles annuels : Carioca, IAPAR 16 et IAPAR 20

Le riz pluvial a été introduit dans les comparaisons de systèmes de culture à Andranomanelatra en 2001 – 2002. Il présentait une productivité intéressante en SCV (2,7 t/ha en semis direct sur résidus, contre 1,3 t/ha après labour, avec apport de fumier seul) et des résultats économiques très satisfaisants.

Au cours des deux campagnes suivantes, la pyriculariose du cou et des racèmes a occasionné des dégâts très importants sur les deux variétés FOFIFA 152 et FOFIFA 154, dont les rendements sont restés très faibles (FOFIFA 152) ou hétérogènes (FOFIFA 154) quel que soit le système de culture ou la fumure.

Dans ces conditions de forte infestation, la variété FOFIFA 159 s'est avérée la moins sensible. Elle est activement multipliée et complète les nouvelles propositions avec FOFIFA 161, conseillée pour remplacer FOFIFA 152 et FOFIFA 154 sur les Hautes Terres (tableau 6).

Au cours de cette campagne 2005 – 2006, les rendements de FOFIFA 161 apparaissent inférieurs de plus de la moitié de ceux de FOFIFA 159 en SCV (0,9 t/ha contre 2,5 t/ha en moyenne).

Les productions sont nettement plus élevées en semis direct sur résidus avec apport de fumier seul (F1= 1,1 t/ha) ou avec la fumure conseillée (F2= 2,2 t/ha) qu'après labour (F1= 0,2 t/ha et F2 = 0,5 t/ha).

En semis direct sur résidus, plusieurs précédents culturels ont été comparés : soja associé au maïs + vesce ou à l'avoine. Ils conduisent à des rendements équivalents : 1,6 t/ha en moyenne avec fumier seul (F1) ou 3,1 t/ha avec la fumure conseillée (F2) pour le cultivar FOFIFA 159. La fumure forte semble présenter un effet dépressif (F3 = 2,5 t/ha).

Plusieurs parcelles de riz ont subi des attaques de vers blancs. Le précédent radis fourrager installé en dérobé dans le soja semblerait intéressant pour réduire les dégâts (cela reste à confirmer).

La couverture vive d'arachide pérenne conduit à une baisse de rendement par rapport au semis direct sur résidus.

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol et des espèces	Variétés	F1	F2	F3	
Haut de pente (versant convexe)	Semis direct sur couverture vive	<u>Arachis pintoï</u>	FOFIFA 159	139	486	972
		Arachis pintoï écobué en 1997, réécobué en 2005	FOFIFA 159	89	268	774
	Semis direct sur résidus	Résidus de maïs + haricot + avoine + vesce, écobué en 1997, réécobué en 2005	FOFIFA 159*	556	897	111
		Résidus de maïs + soja + vesce, écobué en 1997, réécobué en 2005	FOFIFA 159	1021	2857	3469
		Résidus de soja + avoine	FOFIFA 159	1667	2827	2351
		Résidus de maïs + soja + vesce	FOFIFA 159	1481	3395	2716
			FOFIFA 161*	767	1026	904
		Moyenne		1124	2211	1810
	Labour	Rotation avec le soja + radis fourrager	FOFIFA 159	404	1150	1681
		Rotation avec le soja	FOFIFA 159*	288	544	619
FOFIFA 161			62	467	1089	
Moyenne		175	510	854		
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur couverture vive	<u>Arachis pintoï</u> écobué en 1997	FOFIFA 159	51	71	111
	Semis direct sur résidus	Résidus de maïs + soja + vesce velue	FOFIFA 159	667	2444	2222

Tableau 6 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement de deux variétés de riz pluvial, en kg de paddy par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (semis du 30 novembre au 2 décembre 2005)

Remarque :* Plusieurs parcelles ont subi des attaques d'insectes (vers blancs)

Grâce à l'introduction de variétés de riz polyaptitudes précoces, une sélection a pu être initiée avec différents modes de gestion du sol sur les Hautes Terres (Annexe III). Même en plantation très précoce (8 octobre 2005) ces variétés ne paraissent pas adaptées à une culture pluviale sur tanety en altitude (tableau 7).

Fumure	FOFIFA 159	FOFIFA 161	SEBOTA 68	SEBOTA 69	SEBOTA 70	SEBOTA 147	SEBOTA 182	PRIMAVERA
F1	3,3	3,0	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
F2	3,7	3,7	0,2	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2

Tableau 7 : Comparaison de rendements (en t/ha de paddy) de riz polyaptitudes cultivés en pluvial après Eleusine coracana (Andranomanelatra, haut de pente, 1600 m d'altitude).

Sur les Hautes Terres, comme dans les autres régions, la pratique des cultures associées est généralisée. Elle est bien adaptée aux petites exploitations qui cherchent à satisfaire leurs besoins en vivrier comme pour le maïs + haricot (la plus répandue sur les Hautes Terres). Le rendement du maïs et du haricot associés apparaissent équivalents ou supérieurs (tableau 8) à ceux de ces mêmes cultures pratiquées en pur sur la moitié de la surface (en terme de « Land Equivalent Ratio » utilisé dans les comparaisons d'associations), quel que soit le mode de gestion du sol.

Mode de gestion du sol	Précédent cultural	Cultures pures ou associées dans le cycle	Maïs			Haricot		
			F1	F2	F3	F1	F2	F3
Semis direct sur résidus	Riz + vesce	Maïs + haricot + avoine + vesce	721	3378	2444	41	325	390
	Haricot - avoine	Haricot - avoine	-	-	-	83	533	570
	Soja	Maïs pur	1748	3718	4464	-	-	-
Labour	Maïs + haricot	Maïs + haricot	749	2943	3756	31	101	156
	Haricot - avoine	Haricot - avoine	-	-	-	175	190	213
	Soja	Maïs pur	356	3535	4060	-	-	-

Tableau 8 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs et du haricot de première saison, en culture pure ou associée, en kg de grains par ha (Andranomanelatra, haut de pente).

En ce qui concerne le maïs + soja, les mêmes observations que pour maïs + haricot peuvent être faites (tableau 9).

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol	Précédent cultural	Cultures pures associés dans le cycle	Maïs			Soja		
				F1	F2	F3	F1	F2	F3
Haut de pente (versant convexe)	Semis direct sur résidus	Riz + vesce velue	Maïs+soja+vesce velue	919	3334	3193	183	820	1280
		Maïs	Soja pur	-	-	-	791	1605	1756
		Soja	Maïs pur	1748	3718	4464	-	-	-
	labour	Riz	Soja pur	-	-	-	76	873	1029
		Maïs	Soja pur	-	-	-	232	894	1021
		Soja	Maïs pur	356	3535	4060	-	-	-
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur résidus	Riz + vesce velue	Maïs+soja+vesce velue	505	2319	3532	444	634	1059
		Maïs	Soja pur	-	-	-	180	2100	2820
		Soja	Maïs pur	789	2560	4049	-	-	-

Tableau 9 : Influence du mode de gestion du sol sur le rendement du maïs et du soja FT 10, en culture pure ou associée, en kg de grains par ha (variétés locales de maïs sur F1 et F2 ou Pannar 6730 sur F3, et FT 10 de soja, semées du 22 au 29 novembre 2005)

L'adaptation des itinéraires en semis direct sur couverture végétale aux associations de cultures est réalisée sur les Hautes Terres depuis plusieurs années par TAFE, en particulier pour le soja (avec avoine et maïs), le haricot (maïs, blé), et les plantes de couvertures (installées avec les cultures vivrières)

Outre l'aspect diversification des espèces à privilégier dans une agriculture durable, ces associations améliorent la production de biomasse. Elles permettent aussi de résoudre les problèmes qui apparaissent dans certains systèmes de culture en SCV. Ainsi, la prolifération des adventices dans les céréales (surtout le riz qui est sensible à leur concurrence) est fréquente en rotation avec des légumineuses pures (soja, haricot). Par contre, elle est réduite en leur associant de l'avoine, du maïs,... (par exemple : soja + avoine semée en fin de cycle, soja + maïs, ou en culture dérobée : haricot – avoine, maïs + haricot + avoine,...). L'avoine présente des effets allélopathiques intéressants, et se décompose lentement (rapport C/N élevé dans ses pailles), mais intéresse surtout les éleveurs laitiers pour sa production fourragère.

Pour les principales cultures (haricot, soja, riz pluvial,...) et plantes de couverture (avoine, *Brachiaria ruziziensis*,...) des multiplications de semences sont réalisées sur la station d'Andranomanelatra et s'ajoutent aux productions des sites de références (Annexe 3). Elles doivent permettre de répondre à la demande des partenaires du GSDM.

Résultats économiques

Grâce au développement des suivis d'agriculteurs adoptant les SCV sur les terroirs villageois, il est possible et préférable d'apprécier les résultats économiques directement chez ces producteurs. Mais pour ne pas se limiter aux comparaisons de rendements sur les sites de références, nous les compléterons par les marges brutes obtenues selon les modes de gestion des sols. L'utilisation d'une main d'œuvre salariée formée depuis

plusieurs années conduit à des estimations sous évaluées des temps de travaux par rapport à ceux mesurés chez les agriculteurs.

Avec une fumure seulement organique (F1), les meilleurs résultats, en terme de marge brute sont obtenus en SCV sur résidus pour le maïs, le soja ou le riz pluvial (tableau 10). Ils sont toujours supérieurs aux marges après labour. Pour le haricot en culture pure, tous les résultats économiques sont négatifs avec fumier seul (F1).

Les marges brutes sont améliorées en utilisant la fumure minérale conseillée (F2) sur toutes les cultures en semis direct sur résidus.

Cultures	Modes de gestion de sol	Labour			Semis direct			Remarques
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	
Maïs	Semis direct sur couvertures vives écobuées en 1996 :							Moyenne des résultats sur Desmodium, trèfle et Cassia
	- non réécobuées	-	-	-	225	627	958	
	- réécobuées en 2005	-	-	-	618	1859	2196	
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	832	1627	3136	Rotation avec le soja
		16	1537	1672	-	-	-	
Soja	Semis direct sur couvertures vives	-	-	-	18	214	151	Couverture de kikuyu
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	210	890	989	Rotation avec le maïs
		86	61	137	-	-	-	
Haricot	Semis direct sur couvertures vives	-	-	-	- 152	- 267	- 386	Couverture de kikuyu
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	- 176	94	59	Rotation avec l'avoine
		- 166	- 364	- 329	-	-	-	
Riz pluvial	Semis direct sur couvertures vives	-	-	-	- 186	- 309	- 179	Couverture d'Arachis pintoï (FOFIFA 159 seulement)
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	385	589	272	Rotation avec le maïs + soja + vesce
		- 119	- 281	- 195	-	-	-	Rotation avec le soja

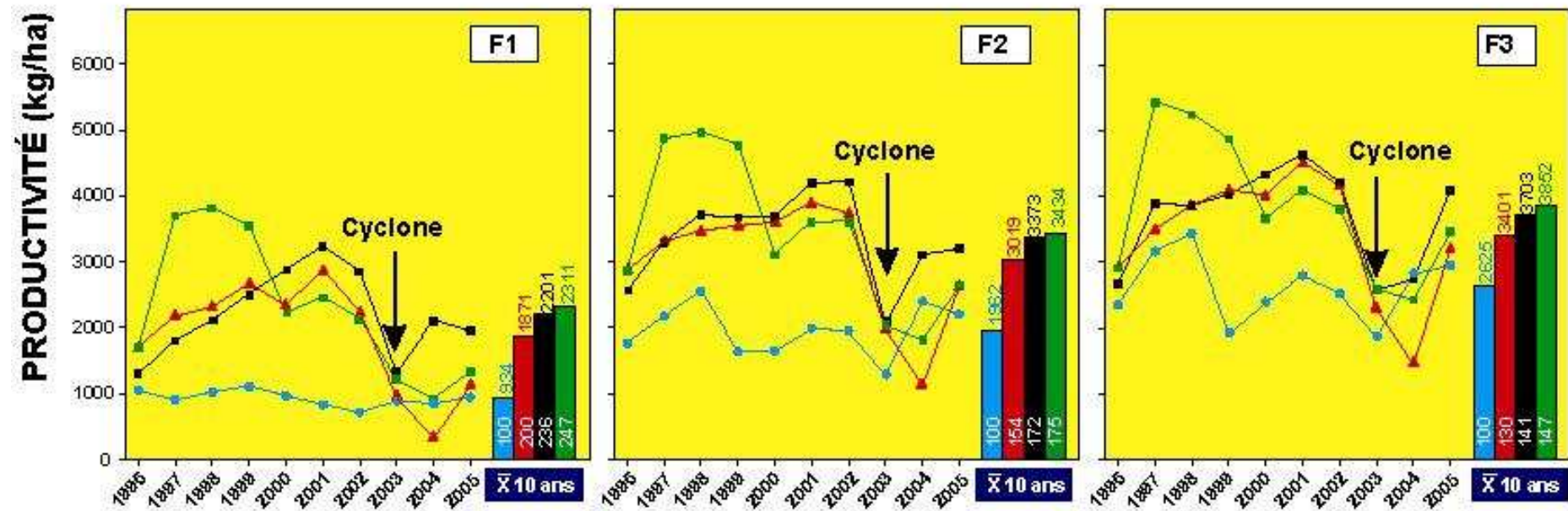
Tableau 10 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion du sol à Andranomanelatra

Remarque : Les variétés sont pour le maïs : locale ou Pannar 6730, soja : Cometa et FT 10, haricot : Carioca, Iapar 16 et Iapar 20, et riz pluvial : FOFIFA 159 et FOFIFA 161.

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LA FERME DE ANDRANOMANELATRA SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

SOLS FERRALLITIQUES DE MOYENNES À FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES

◆ Labour après Soja
 ▲ SD Légumineuses
 ■ SD résidus Soja
 ◆ SD Légumineuses écobuées 1996



F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 100N + 68 P₂O₅ + 48 K₂O kg/ha/an

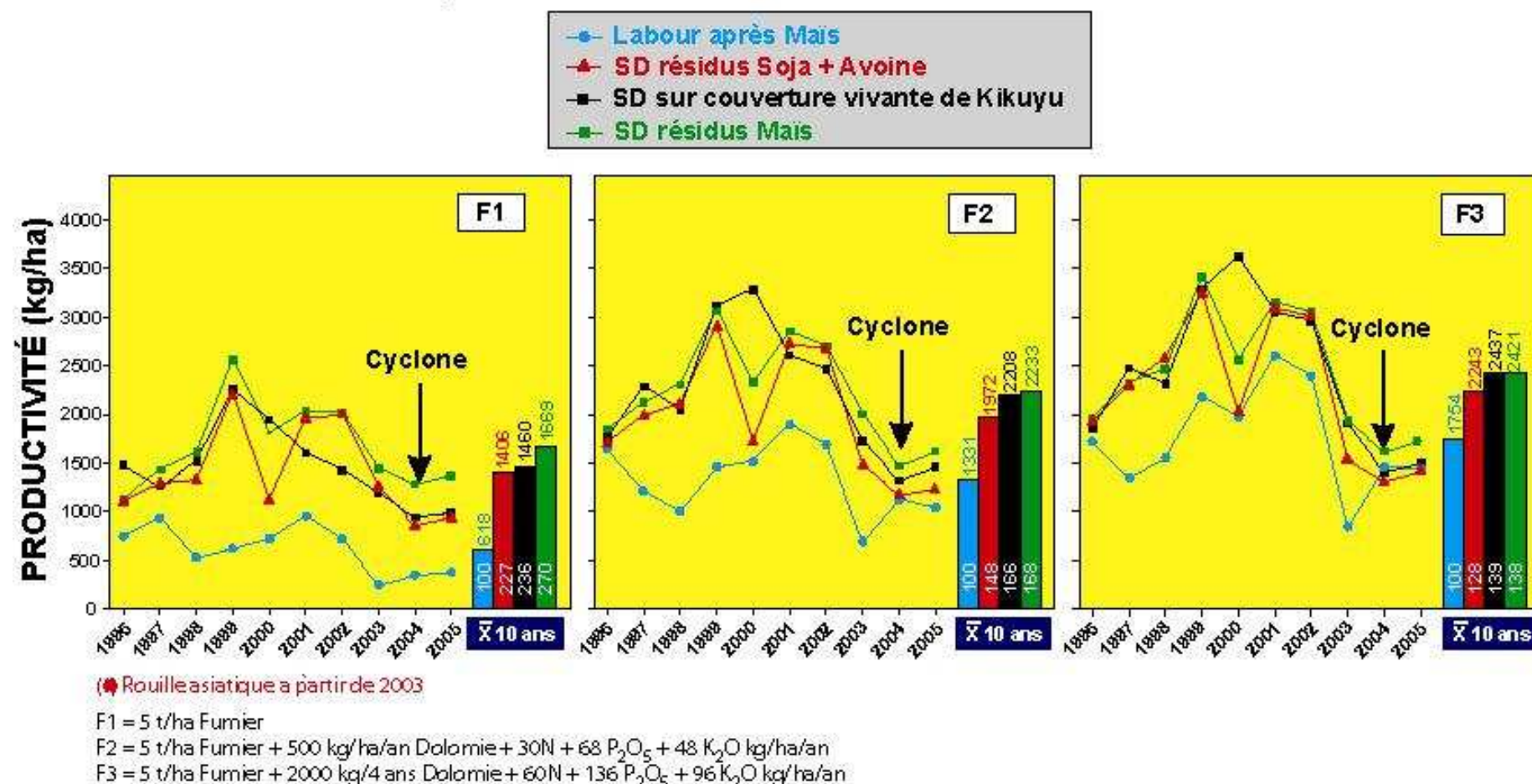
F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/4 ans Dolomie + 130N + 136 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG Tafa - CIRAD/GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

Figure 1 : Evolution des rendements annuels de maïs sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE SOJA SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LA FERME DE ANDRANOMANELATRA SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

SOLS FERRALLITIQUES DE MOYENNES À FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES

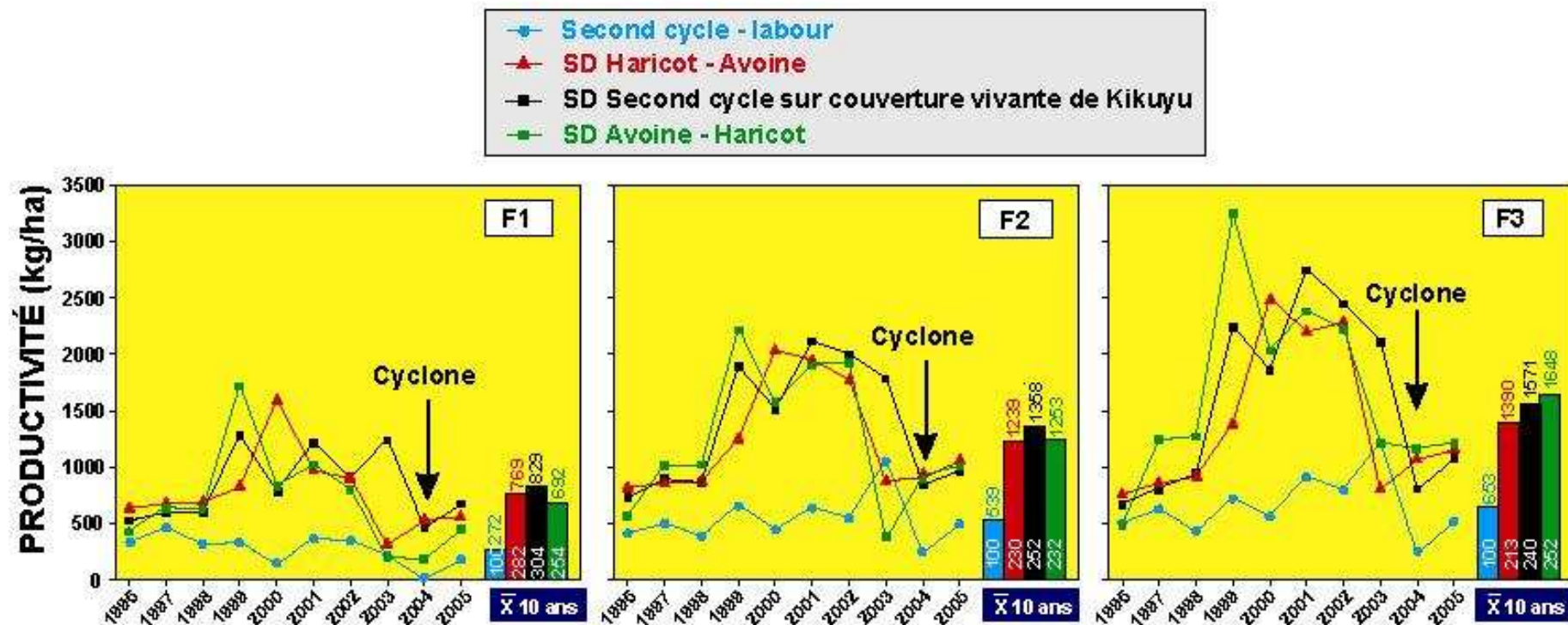


SOURCE: ONG TAFA - CIRAD/GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

Figure 2 : Evolution des rendements annuels de soja sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE HARICOT SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LA FERME DE ANDRANOMANELATRA SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

SOLS FERRALLITIQUES DE MOYENNES À FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES



F1 = 5 t/ha Fumier
 F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 30N + 68 P₂O₅ + 48 K₂O kg/ha/an
 F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/4 ans Dolomie + 60N + 136P₂O₅ + 96K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG Tafa - CIRAD/GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

Figure 3 : Evolution des rendements annuels de haricot sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans la ferme d'Andranomanelatra

3.4.2. Site de références sur sols ferrallitiques pauvres

. Production des cultures

Lors de la mise en place des sites de références sur sols ferrallitiques pauvres, sur socle cristallin ou sur dépôt fluviolacustre, il paraissait peu réaliste de pouvoir installer des systèmes en SCV avec seulement un apport réduit de fumier (F1 = 5 t/ha). Sur les sites d'Ambondrano, Ibity et Sambaina, les itinéraires ont été réalisés avec les niveaux de fumure minérale conseillés (F2) et forts (F3) pour produire une biomasse suffisante, tandis que le fumier seul (F1) a été maintenu seulement à Antsampanimahazo (tableau 11).

Il s'est avéré que l'installation du semis direct était aisément réalisable en quelques années, même sur ces sols pauvres, avec des productions satisfaisantes. Le niveau de fumure initial, considéré comme un investissement pour créer une activité biologique suffisante, a alors été réduit après les 4 premières années :

- fumier + fumure minérale conseillée (F2) a été limité au seul apport de fumier (F1),
- fumier + fumure minérale forte (F3) a été modifié en fumier + fumure minérale conseillée (F2).

Malgré cet investissement initial, les productions du soja et du haricot stagnent, puis régressent avec labour après suppression de la fertilisation minérale, alors qu'elles augmentent régulièrement puis se stabilisent en SCV (MICHELLON et al, 2006)

L'effet de l'apport de la fertilisation recommandée (F2) apparaît de plus en plus marqué pour le soja associée à la couverture vive de kikuyu, bien valorisée comme fourrage. La différence de rendement pour le soja sur kikuyu entre fumier seul (F1 : 1,1 t/ha en moyenne) et fumure minérale recommandée (F2 : 1,7 t/ha) s'accroît alors qu'elle reste peu significative en semis direct sur résidus (F1 = 1,6 t/ha et F2 = 1,8 t/ha).

Si cette tendance se confirmait, la baisse de production sur couverture vive de kikuyu pourrait être évitée par des apports de fumier plus élevés chez les éleveurs laitiers.

Le maïs est très affecté par les semis tardifs fin novembre 2005 et la sécheresse en 2006, en particulier dans les associations avec une légumineuse fourragère.

Site de références			Ibity		Antsampanimahazo		
Cultures	Mode de gestion des sols et des cultures		F1 (1)	F2 (2)	F1	F1 (1)	F2 (2)
Maïs	Semis direct	Sur couvertures vives écobuées en 1996 : - desmodium	2,23	2,80	0,69	1,18	1,89
		- trèfle	-	-	0,61	1,40	2,01
		- <u>Arachis pintoï</u>	1,77	1,95	0,71	1,23	1,71
		Sur couvertures vives écobuées en 1996 et réécobuées en 2005 : - desmodium	2,65	3,27			
	- <u>Arachis pintoï</u>	2,18	2,42				
	Labour	Sur couverture vive non écobuée : <u>Arachis pintoï</u>			0,72	1,11	1,65
Soja	Semis direct	Sur résidus : - de soja + avoine			1,21	1,83	2,10
		- de riz, avec le maïs en culture associée au <u>Cajanus cajan</u>			0,68	1,25	2,89
		Labour	Rotation avec le soja	1,26	1,73	0,11	0,29
	Semis direct	Sur couverture vive de kikuyu	1,02	1,64	0,70	1,26	1,75
		Sur résidus : - d'avoine (culture associée à l'avoine en fin de cycle)	1,38	1,73			
		- de riz - de maïs + avoine			0,84 1,48	1,28 1,74	1,50 1,87
Labour	En rotation avec : - riz - maïs	0,48	0,60	0,15 0,46	0,31 0,73	0,59 0,72	
Haricot de 2 ^{ème} saison	Semis direct	Sur couverture vive de kikuyu			0,53	0,81	1,06
	Labour	Après avoine	0,30	0,53	0,04	0,16	0,32
Haricot de 1 ^{ère} saison	Semis direct	Sur résidus d'avoine			1,01	1,37	1,44
	Labour	Après avoine			0,08	0,10	0,32
Riz pluvial	Semis direct	Sur résidus : - de maïs + <u>Cajanus cajan</u> - de soja + avoine			1,16 1,05	1,60 1,32	2,29 1,64
	Labour	En rotation avec le soja			0,18	0,36	1,10

Tableau 11 : Rendement des cultures sur sol ferrallitique pauvre selon le mode de gestion du sol (en t/ha)

Remarques :

(1) Apport de fumier et de la fumure minérale conseillée (F2) jusqu'en 1998 – 1999, puis de fumier seul (F1)

(2) Apport de la fumure forte (F3) jusqu'en 1998 – 1999, puis de F2.

Variétés utilisées pour le maïs : local (semis respectifs les 25 et 27 novembre 2005 à Antsampanimahazo et à Ibity), pour le soja : Cometa et FT 10 (24 et 26 novembre 2005) pour le riz FOFIFA 159 (21 et 22 novembre 2005) pour le haricot Carioca (24 et 26 novembre 2005 pour la première saison, 23 et 25 janvier 2006 pour la seconde)

Nous pouvons reprendre ces résultats en les détaillant.

Le niveau initial F1 a été maintenu inchangé pendant toute la durée d'expérimentation à Antsampanimahazo.

Tous les itinéraires y ont été installés après un labour pour le décompactage du sol. Mais dès la deuxième année les productions apparaissent intéressantes en SCV avec fumier seul (F1), alors qu'elles stagnent sur le témoin labouré :

- 2,4 t/ha en moyenne depuis 1996/1997 pour le maïs cultivé sur résidus (après soja) et 2,7 t/ha sur couvertures vives écobuées (en 1996), contre 0,8 t/ha sur labour (après soja)
- 0,9 t/ha pour le haricot de second cycle sur résidus, contre 0,2 t/ha sur labour (après avoine)
- 1,4 t/ha pour le soja sur résidus (après maïs) et 1,1 t/ha sur couverture vive de kikuyu, contre 0,3 t/ha sur labour (après maïs).

Il faut ajouter que toutes ces productions moyennes ont été obtenues à Antsampanimahazo en exportant les biomasses des couvertures (Desmodium uncinatum, trèfle du Kenya, arachide pérenne, kikuyu, avoine) pour alimenter des vaches laitières, avec un apport annuel de seulement 5 t/ha de fumier.

Pendant les 3 premières années d'installation des SCV sur ce site d'Antsampanimahazo, l'apport de fumure minérale initial F2 a permis d'obtenir un gain moyen annuel de rendement par rapport à un apport de fumier seul (F1) de :

- + 1,4 t/ha pour le maïs cultivé sur résidus,
- + 0,4 t/ha pour le haricot et le soja sur résidus,
- + 0,8 t/ha pour le soja sur kikuyu.

Comme à Andranomanelatra, l'écobuage réalisé l'année suivant l'installation de la légumineuse associée, est spectaculaire et reste durable même en sol ferrallitique (MICHELLON et al, 2003). La production du maïs passe de 1 t/ha en 1995-1996 à 5 t/ha avec F2, ou 6 t/ha avec F3, en moyenne pendant les 3 années suivantes.

Le comportement du soja apparaît différent de celui du maïs et du haricot, car en SCV, un apport de fumure supplémentaire ne conduit pas à un gain de rendement entre les niveaux F1 (avec une production moyenne de 2,1 t/ha) et F2 (2,3 t/ha), après un complément minéral initial.

Par contre, après labour une augmentation de la fumure conduit à un supplément de rendement pour le soja (1,0 t/ha avec F1, contre 1,3 t/ha avec F2). La fertilité de ce système se dégrade avec le temps, et le labour ne permet pas de maintenir la production de cette culture en sol ferrallitique.

Cette dégradation des caractéristiques chimiques du sol avec labour est liée en partie à une lixiviation des cations (pertes par lessivage, qui s'ajoutent à l'érosion). Au contraire, le semis direct conduit à une amélioration de ces propriétés : enrichissement en matière organique, en N, recyclage des bases échangeable : Ca, Mg, K, meilleure assimilation du P,... (MICHELLON et al, 2004). La conséquence immédiate est une réduction des besoins en fumure en SCV.

Mais après une décennie de labour, la récupération du sol dégradé peut se faire progressivement, comme le montrent les résultats obtenus sur haricot (tableau 12) en première et en deuxième année de semis direct sur résidus d'avoine (deux cycles successifs d'avoine, à la demande du propriétaire).

Gestion du sol antérieure	Mode de gestion du sol depuis 2004 - 2005	Année	F1	F1 (1)	F2 (2)
Cultures vivrières sur labour pendant 9 ans	Semis direct sur résidus d'avoine	2004 - 2005	0,68	0,61	1,03
		2005 - 2006	0,30	0,40	0,74
	Labour en rotation avec l'avoine	2004 - 2005	0,10	0,28	0,46
		2005 - 2006	0,04	0,16	0,32

Tableau 12 : Rendement du haricot de deuxième saison selon le mode de gestion du sol à Antsampanimahazo (en t/ha)

Remarque : (1) Apport de la fumure conseillée (F2) jusqu'en 1998 – 1999 puis de fumier seul (F1)

(2) Apport de la fumure forte (F3) jusqu'en 1998 – 1999, puis de F2

Plusieurs autres systèmes de culture sont proposés pour diversifier les productions et les modes de gestion du sol, en particulier des associations prisées par les agriculteurs (tableau 13).

Le riz pluvial apparaît comme une culture intéressante sur ces sols ferrallitiques, dans les zones où les bas-fonds sont saturés. Comme le haricot ou le soja, il a pu être installé directement sur le chiendent, Cynodon dactylon, en 2002 – 2003, mais il a fallu dessécher complètement la couverture à l'herbicide, contrairement aux légumineuses qui ne sont pas affectées par sa repousse pendant leur cycle. Aucun effet allélopathique du chiendent desséché sur le riz n'a été observé. Par contre, lorsque le chiendent est tué, il est nécessaire de compléter la production de biomasse pour le remplacer (avoine associée au soja).

En 2005 – 2006, la production du riz a été très affectée par sa plantation tardive (un mois de retard, surtout à l'altitude d'Antsampanimahazo).

Certains systèmes S.C.V à base de riz pluvial sur couvertures vives sont praticables sur sols ferrallitiques très pauvres en association avec Cassia rotundifolia ou Stylosanthes guianensis :

- Cassia rotundifolia :

Il s'installe aisément par semis (sauf en terrain volcanique), même dans la jachère d'Aristida sp (comme à Ibity).

Il ne nécessite aucun entretien après le semis du riz sur la couverture séchée à l'herbicide (ou tuée par simple décapage à l'angady). Ses nombreuses graines lui permettent de repousser en même temps que la culture.

Le Cassia rotundifolia qui s'adapte sur les sols ferrallitiques lessivés les plus pauvres est capable d'extraire des éléments minéraux en condition de très basse fertilité alors que les cultures vivrières y végètent. Sur sol pauvre, la concurrence entre cette couverture agressive et la culture est forte pendant les premières années. Mais ce problème s'atténue si la fertilité est redressée, comme après écobuage ou après une fumure répétée pendant plusieurs années (3,7 t/ha de paddy en 2004-2005 sur C. rotundifolia recevant une fumure F2 depuis 5 ans au moins).

Actuellement cette espèce n'est pas proposée aux partenaires de la diffusion car elle risque d'envahir les parcelles de culture : ses graines sont transportées par l'eau de ruissellement ou projetées à près de 5 m par ses gousses déhiscentes.

- Stylosanthes guianensis CIAT 481 :

A l'inverse du C. rotundifolia, la capacité de multiplication de S. guianensis est réduite en haute altitude (plus de 1 500m). Il s'installe lentement dans la jachère d'Aristida sp et même disparaît s'il est surpâturé.

Par contre il n'est pas nécessaire d'immobiliser de surface productive lors de cette installation. Son développement est favorisé sous couverture d'une culture dont il bénéficie de la fumure sans affecter sa production. Ainsi en 2001, il a pu être associé au haricot du second cycle à Ibity qui a présenté une production de 1,8 t/ha (fumure F2) ou du riz pluvial à Antsampanimahazo produisant plus de 1t/ha sur labour et de 2 t/ha après écobuage (respectivement 0,5 t/ha et 1 t/ha avec fumier seul). Une nouvelle culture associée de soja a pu être installée l'année suivante à Antsampanimahazo en raison de la lenteur du développement du S. guianensis à cette altitude élevée. La production de grains s'avère encore équivalente à celle d'un soja pur (F1 = 0,4 t/ha et F2 = 1,2 t/ha sur résidus de riz). Une couverture de S. guianensis bien développée peut ensuite être seulement associée à du maïs.

Après 3 ans elle est maîtrisée sans intrants, par simple coupe de la souche (à l'angady) après avoir soulevé la couverture pour y installer du riz dont la production varie de 1 t/ha en année défavorable (2005 – 2006), jusqu'à 3 à 4 t/ha en saison plus propice (2004-2005 respectivement à Antsampanimahazo et à Ibity).

La couverture de S. guianensis se ressème dans le riz et une association avec le maïs permet de la réinstaller aisément (même si sa production de graines est faible en altitude).

Mode de gestion du sol et des cultures	Cultures	Rendement en t/ha	
		Ibity	Antsampanimahazo
Rotation soja + avoine et maïs	Soja (associé à l'avoine en fin de cycle)	1,34	-
	Maïs	2,24	-
Cultures associées soja + maïs	Soja + maïs	0,72 + 1,48	-
Riz sur couverture vive de <u>Cassia rotundifolia</u>	Riz	1,39	
Rotation soja + avoine et riz	- Soja (associé à l'avoine en fin de cycle)	1,79	3,26
	- Riz	1,60	1,46
Rotation soja + avoine et riz sur ancienne couverture morte de <u>Cynodon dactylon</u>	- Soja (associé à l'avoine en fin de cycle)	2,03	
Rotation riz et maïs sur résidus de <u>Stylosanthes guianensis</u> *	Riz sur résidus de <u>S. guianensis</u> qui se ressème	1,15	
	Maïs (associé au <u>S. guianensis</u>) sur résidus de riz	3,21	
Haricot sur résidus d'avoine	Haricot de première saison	1,72	0,70
	Haricot de deuxième saison	1,39	1,17

Tableau 13 : Test de diversification des systèmes de culture en semis direct sur sols ferrallitiques pauvres (avec la fumure minérale F2)

Remarque : * le Stylosanthes guianensis a été semé en février 2001 sur jachère d'Aristida en association avec de haricot (MICHELLON et al, 2003).

Les variétés et les dates de semis sont identiques à celle du (tableau 12).

Une possibilité de diversification très prometteuse apparaît en altitude grâce à la sélection de variétés de niébé introduites du Brésil (Annexe II) avec les rendements pouvant atteindre 1t/ha pour CNC 792-17E, CNC 796-9E et CNC 796-10E en association avec le maïs à Ibity.

Résultats économiques :

Sur ces sols ferrallitiques pauvres, les résultats économiques sont nettement supérieurs en SCV par rapport au labour quelle que soit la culture et la mode de gestion du sol (tableau 14).

A Ibity les marges brutes sont plus élevées pour la culture de maïs, en particulier après renouvellement de l'écobuage, que pour celle du soja ou du haricot. Sur ces sols d'origine cristalline, un apport de fumure minérale n'améliore pas les résultats économiques en semis direct installé depuis 10 ans (avec un apport minéral initial). Une exception apparaît cependant par la culture de soja sur couverture vive de kikuyu.

A Antsampanimahazo les marges brutes sont élevées (1 million d'Ar/ha environ) pour toutes les cultures en semis direct sur résidus recevant seulement un apport de fumier (F1, après un apport minéral initial), sauf pour le riz et le haricot de deuxième saison affectés par la sécheresse en fin de campagne. L'association vivrier avec couverture vive conduit le plus souvent à une réduction des résultats économiques. Mais les productions fourragères du Desmodium uncinatum et du trèfle du Kenya associées au maïs, ou du kikuyu au soja et au haricot peuvent en outre être valorisées comme fourrage.

Un apport de fumure minérale n'améliore pas les marges brutes en semis direct installé depuis 10 ans (avec un apport minéral initial).

Cultures	Modes de gestion des sols	Ibity		Antsampanimahazo			Remarques
		F1 (1)	F2 (2)	F1	F1 (1)	F2 (2)	
Maïs	Semis direct sur couvertures vives écobuées en 1996 : - non réécobuées - réécobuées en 2005	1135 1387	1091 1373	197 -	581 -	590 -	Moyenne des résultats sur trèfle ou Desmodium
	Semis direct sur résidus	-	-	513	885	660	Résidus de soja
	Labour	363	458	- 126	- 18	- 117	Rotation avec le soja
Soja	Semis direct sur couverture vive	460	612	248	622	685	Couverture de kikuyu
	Semis direct sur résidus	686	661	752	924	766	Résidus d'avoine en association avec le maïs à Antsampanimahazo
	Labour	112	- 64	99	277	14	Rotation avec le maïs
Haricot de deuxième saison	Semis direct sur couverture vive	-	-	211	420	246	Couverture de kikuyu
	Semis direct sur résidus	732	808	249	452	785	Rotation avec l'avoine
	Labour	27	-162	- 50	105	- 29	
Haricot de première saison	Semis direct sur résidus	-	-	770	1070	755	Rotation avec l'avoine
	Labour	-	-	- 195	- 33	- 295	
Riz	Semis direct sur résidus	-	-	305	451	281	Résidus de soja + avoine
	Labour	-	-	- 116	- 19	37	Rotation avec le soja

Tableau 14 : marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion des sols ferrallitiques

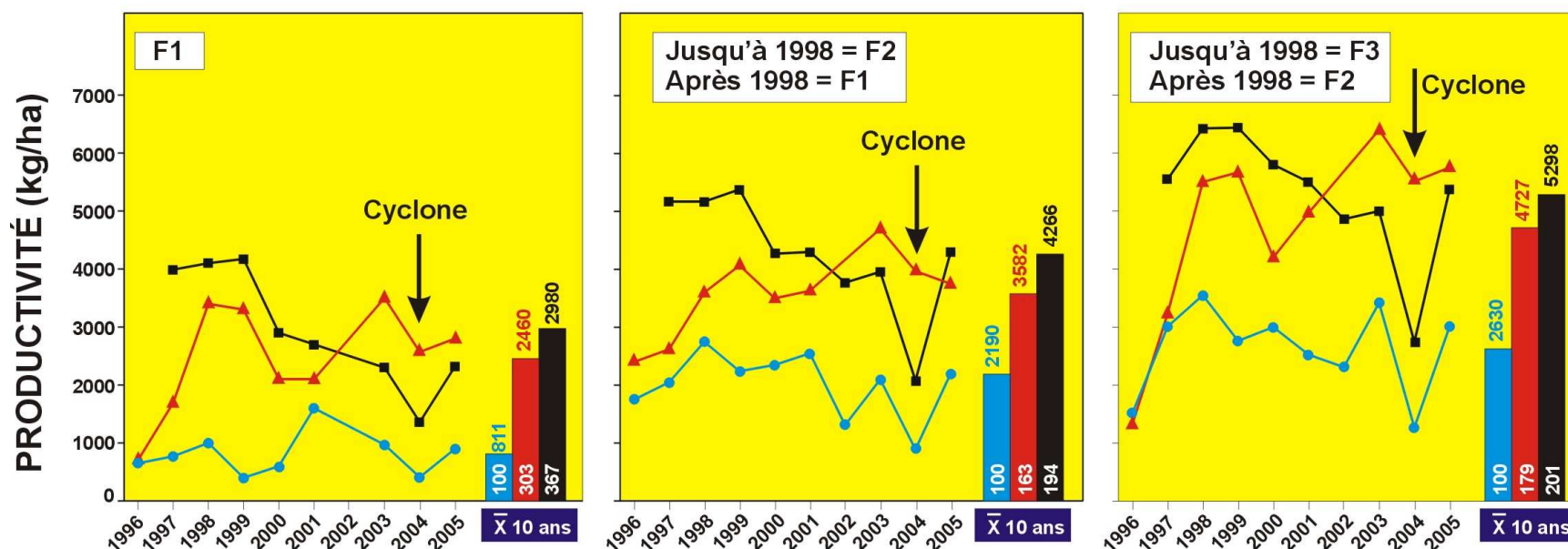
Remarques : (1) Apport de la fumure conseillée (F2) jusqu'en 1998 – 1999, puis de fumier seul (F1)
(2) Apport de la fumure forte (F3) jusqu'en 1998 – 1999, puis de F2

Les variétés sont locales pour le maïs, Cometa et FT 10 pour le soja, Carioca pour le haricot et FOFIFA 159 pour le riz pluvial.

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS 4 SITES DES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m de altitude)

SOLS FERRALLITIQUES À TRÈS FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES

- Labour à l'angady x Rotation avec Soja
- ▲ Semis Direct sur Résidus (SD_R) x Rotation avec Soja
- Semis direct sur couverture vivante⁽¹⁾ permanente fourragère (SDCV) avec écobuage en 1996



1 - COUVERTURES VIVANTES: Genres *Desmodium*, *Arachis*, *Trifolium*.

F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 100N + 68 P₂O₅ + 48 K₂O kg/ha/an

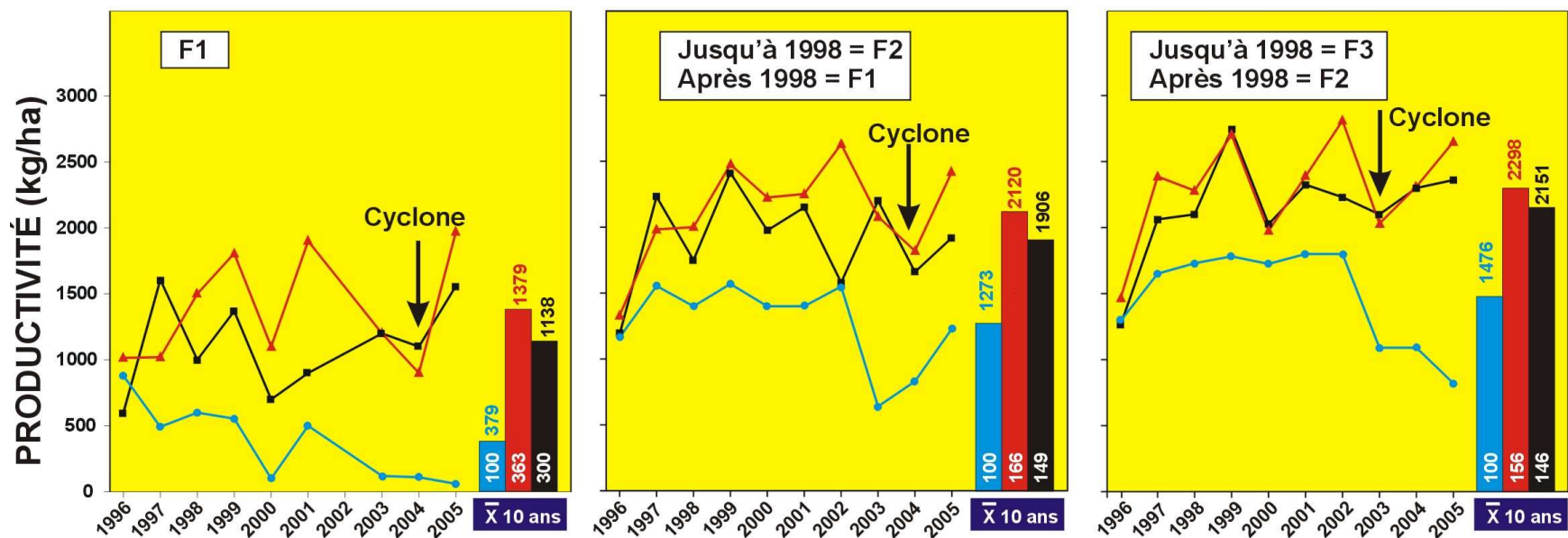
F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/3 ans Dolomie + 130N + 136 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG TAFA - CIRAD/GEC - UR1, Anatananarivo - Madagascar, 2006

Figure 4 : Evolution des rendements annuels des rendements de maïs sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE SOJA SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS 4 SITES DES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m de altitude)

SOLS FERRALLITIQUES À TRÈS FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES



(*) Rouille asiatique à partir de 2003

F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 30N + 68 P₂O₅ + 48 K₂O kg/ha/an

F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/3 ans Dolomie + 60N + 136 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG TAFA - CIRAD/GEC - UR1, Anatananarivo - Madagascar, 2006

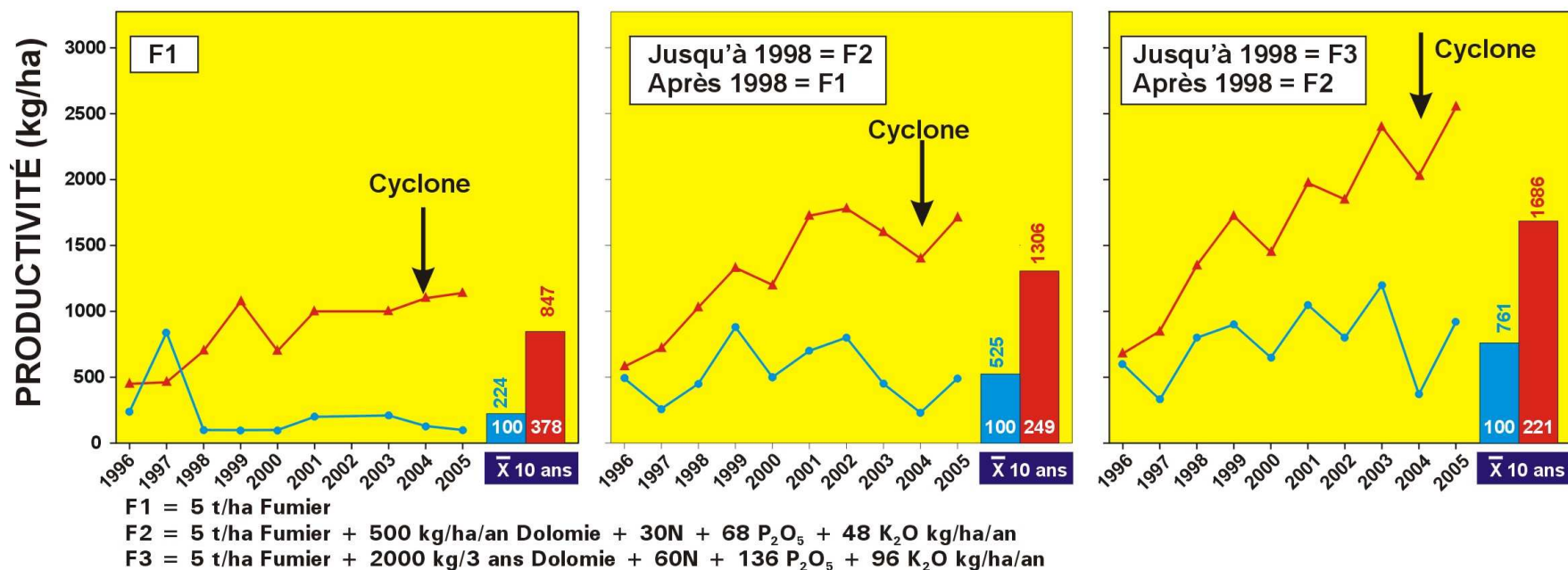
Figure 5 : Evolution des rendements annuels des rendements de soja sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE HARICOT SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS 4 SITES DES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m de altitude)

SOLS FERRALLITIQUES À TRÈS FAIBLES POTENTIALITÉS NATURELLES

SUCCESSION ANNUELLE AVOINE - HARICOT

—●— Labour à l'angady
—▲— Semis direct sur résidus (SD_R)



SOURCE: ONG Tafa - CIRAD/GEC - UR1, Anatananarivo - Madagascar, 2006

Figure 6 : Evolution des rendements annuels des rendements de haricot sur 10 ans (1996/2005) en fonction du système de culture dans 4 sites des hauts plateaux malgaches

3.4.3. Site de références sur sol volcanique riche

Production des cultures

Sur ces sols volcaniques récents, les productions sont plus élevées que sur les ferrallitiques seulement après labour (tableau 15), les différences de rendement selon la fertilité des sols s'atténuant en SCV.

La production du maïs conduit en semis direct sur résidus est très supérieure à celle obtenue après labour : 4,5 t/ha pour seulement 3,3 t/ha avec apport de fumier seul (F1). Cette différence s'accroît avec la fertilisation minérale conseillée F2 (5,6 t/ha contre 3,7 t/ha avec labour) et la fumure maximale F3 (6,8 t/ha pour seulement 4,0 t/ha avec labour, cette production étant inférieure à celle obtenue en SCV avec fumier seul).

L'association du maïs avec une couverture vive conduit à une réduction de rendement (d'1 t/ha en moyenne par rapport au maïs sur résidus) en raison d'une concurrence de la plante fourragère au cours de cette année sèche.

L'écobuage dont l'effet a été spectaculaire les deux premières années (1997 et 1998) et même en troisième année (1999) avec fumier seul, n'a plus présenté ensuite d'arrière effet. L'écobuage réalisé en 2005 a favorisé très nettement la croissance des plantes de maïs, mais cet effet positif ne se retrouve pas au niveau des rendements obtenus.

L'effet de la fumure minérale est significatif pour le maïs quel que soit le mode de gestion du sol au cours de cette campagne, comme des précédentes (exceptés en 2003 – 2004 où les rendements ont été affectés par les cyclones).

Le soja apparaît plus productif en semis direct sur résidus qu'après labour.

Pour le haricot de second cycle, les rendements sont nettement plus élevés en semis direct sur résidus qu'en labour : ils sont multipliés par 4 avec fumier seul (F1), ou par 2,5 avec la fumure conseillée (F2) en moyenne depuis 9 ans (après 2 ans de pratique des SCV).

Mode de gestion du sol		FUMURES		F1	F2	F3	
Maïs	Semis direct	Couvertures vives	Cassia rotundifolia	2,76	3,80	6,85	
			Arachis pintoï	2,74	3,34	6,94	
			Moyenne	2,75	3,57	6,90	
	Couvertures vives écobuées en 1996	Desmodium uncinatum Trèfle	2,74	3,51	5,49		
			3,51	5,20	7,77		
			Moyenne	3,13	4,36	6,63	
	Couvertures vives écobuées seulement en 2005	Cassia rotundifolia Arachis pintoï	3,01	4,34	7,66		
			3,23	4,14	8,00		
			Moyenne	3,12	4,24	7,83	
	Couvertures vives écobuées en 1996 et réécobuées en 2005	Desmodium uncinatum Trèfle	3,26	4,14	7,46		
3,34			3,94	7,34			
Moyenne			3,30	4,04	7,40		
		Sur résidus de soja		4,47	5,61	6,79	
Labour		Après soja		3,30	3,66	4,03	
Soja	Semis direct	Sur couverture vive de kikuyu		1,53	1,93	2,19	
		Sur résidus de maïs		1,90	2,17	2,34	
	Labour		Après maïs		1,39	1,72	1,91
Haricot (second cycle)	Semis direct		Sur résidus d'avoine		1,53	2,47	2,61
	Labour		Après avoine		0,41	1,20	1,54

Tableau 15 : Rendement des cultures de maïs, soja et haricot sur sol volcanique selon le mode de gestion du sol (en t/ha).

Remarques : Les variétés utilisées sont locales en F1 et F2 pour le maïs et Pannar 6730 en F3 (semis du 1 décembre 2005), FT 10 pour le soja (2 décembre 2005) et Carioca pour le haricot (26 janvier 2006).

Le test de diversification permet de présenter des productions en S.C.V de riz pluvial sur résidus ou couverture vive et de haricot de premier cycle (tableau 16).

La couverture fourragère d'arachide pérenne apparaît toujours verte à Betafo (1400 m d'altitude) et s'avère très intéressante pour une production de maïs ou riz pluvial, sauf en année sèche (rendements réduits de moitié par rapport au semis direct sur résidus en 2005 – 2006).

Après rotation de culture, la bactériose commune du haricot, *Xanthomonas campestris pv Phaseoli* qui infeste ces terrains, ne pose plus de problème en premier cycle.

Mode de gestion du sol		Cultures	Rendement en t/ha	
			F1	F2
Rotation soja – maïs		Soja	-	2,32
		Maïs	-	3,87
Maïs sur couverture vive d' <u>Arachis pintoï</u>	Ecobuée en 2000	Maïs	1,76	2,91
	Non écobuée	Maïs	1,48	2,41
Rotation soja + avoine (semée en fin de cycle) - riz		Soja (associé à l'avoine)	-	2,82
		Riz	-	2,43
Riz sur couverture vive d' <u>Arachis pintoï</u> écobuée en 2000		Riz	0,74	1,15
Haricot sur résidus d'avoine		Haricot de première saison	-	1,80
		Haricot de deuxième saison	-	1,99

Tableau 16 : Test de diversification des systèmes de culture en semis direct à Betafo sur sol volcanique.

Remarque : La variété de riz pluvial est FOFIFA 159, semée le 30 novembre 2005.

II.4.3.2. Résultats économiques

Sur les sols volcaniques, les résultats économiques, en terme de marge brute sont supérieurs en S.C.V. sur résidus à ceux sur couverture vive qui sont équivalents à ceux sur labour (tableau 17).

Après plusieurs années de semis direct, les valorisations économiques sont faiblement améliorées sur maïs et soja en utilisant la fumure minérale conseillée (F2) en plus du fumier seul (F1), contrairement au haricot. Seul l'hybride de maïs permet de valoriser la fumure forte (F3).

Cultures	Modes de gestion du sol	Labour			Semis direct			Remarques
		F1	F2	F3	F1	F2	F3	
Maïs	Semis direct sur couvertures vives : • écobuées en 2005 • non écobuées	-	-	-	1668	2211	4011	Moyenne des résultats sur Cassia et arachide pérenne
		-	-	-	1452	1614	3443	
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	2469	2830	3377	Rotation avec le soja
		1771	1678	1741	-	-	-	
Soja	Semis direct sur couvertures vives	-	-	-	796	943	1115	Couverture de kikuyu
	Semis direct sur résidus Labour	-	-	-	1029	1101	1050	Rotation avec le maïs
		713	814	786	-	-	-	
Haricot (second cycle)	Semis direct sur résidus	-	-	-	966	1583	1539	Rotation avec l'avoine
	Labour	-	-	-	966	1583	1539	
		113	447	709	-	-	-	

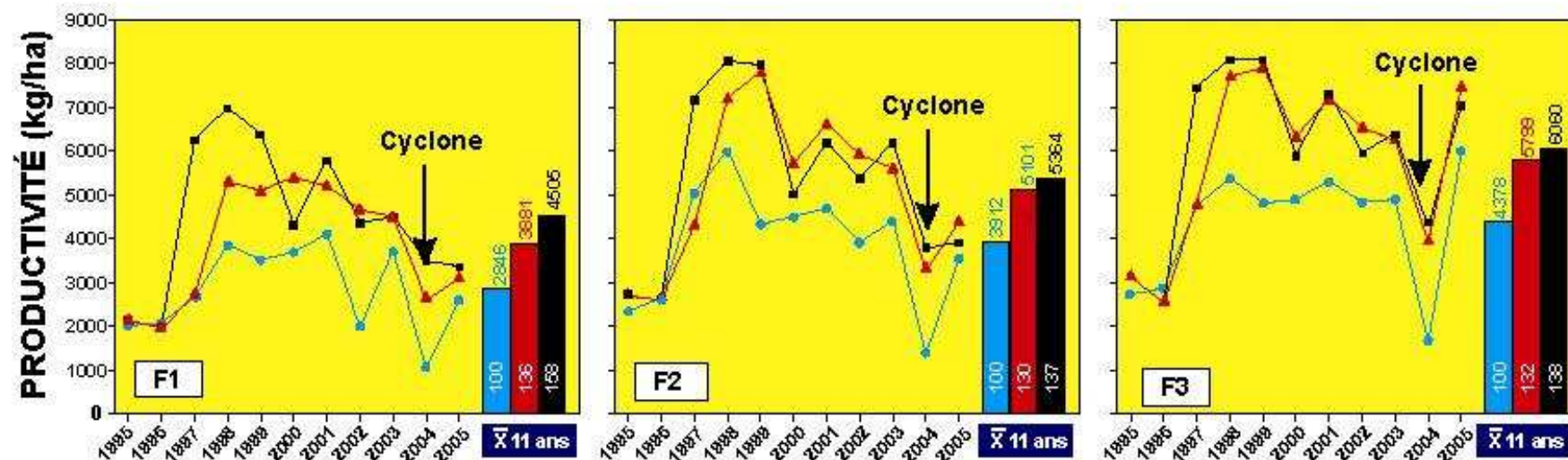
Tableau 17 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les différentes cultures en fonction du mode de gestion du sol à Betafo

Remarque : les variétés sont pour le maïs : locale ou Pannar 6730, soja : FT 10, et haricot : Carioca.

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE MAÏS SUR 11 ANS (1995/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LE SITE DE BETAFO SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

BETAFO - SOL VOLCANIQUE À FORTES POTENTIALITÉS NATURELLES

◆ Labour à l'angady x Rotation avec Soja
 ▲ Semis Direct sur Résidus (SDR) x Rotation avec Soja
 ■ Semis direct sur couverture vivante⁽¹⁾ permanente fourragère (SDCV) avec écobuage en 1996



1 - COUVERTURES VIVANTES: Genres *Desmodium*, *Arachis*, *Trifolium*.

F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 90N + 45 P₂O₅ + 30 K₂O kg/ha/an

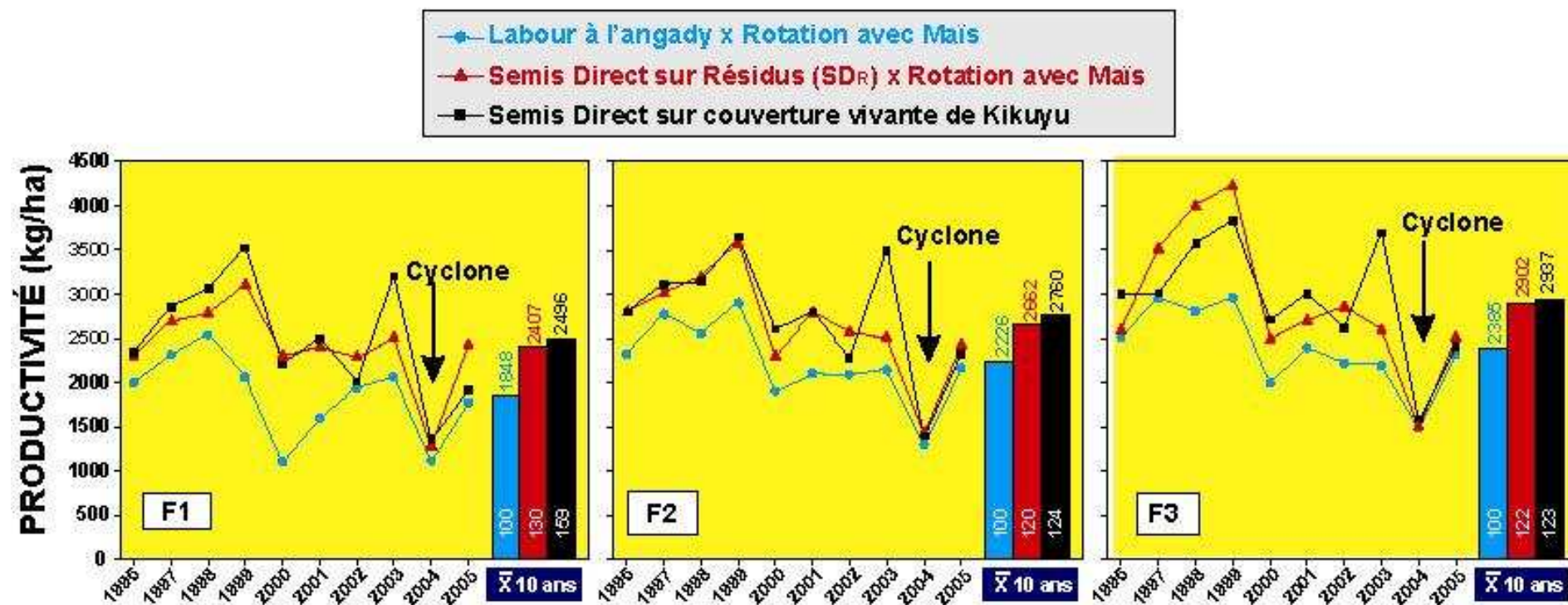
F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/4 ans Dolomie + 110N + 90 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG TAFA - CIRAD.GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

Figure 7 : Evolution des rendements annuels de maïs sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE SOJA SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LE SITE DE BETAFO SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

BETAFO - SOL VOLCANIQUE À FORTES POTENTIALITÉS NATURELLES



F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 20N + 45 P₂O₅ + 30 K₂O kg/ha/an

F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/ha/4 ans Dolomie + 40N + 90 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG TIFA - CIRAD/GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

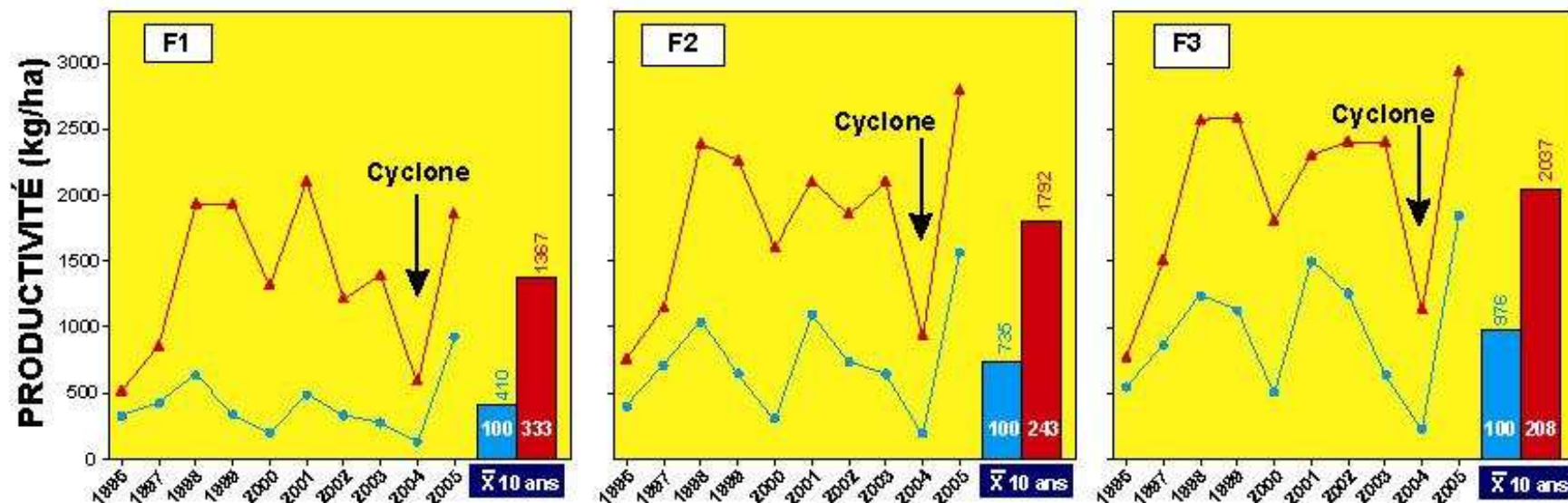
Figure 8 : Evolution des rendements annuels de soja sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo

ÉVOLUTION DES RENDEMENTS ANNUELS ET MOYENNES DES RENDEMENTS DE HARICOT SUR 10 ANS (1996/2005) EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE DANS LE SITE DE BETAFO SUR LES HAUTS PLATEAUX MALGACHES (1400 - 1600 m d'altitude)

BETAFO - SOL VOLCANIQUE À FORTES POTENTIALITÉS NATURELLES

SUCCESSION ANNUELLE AVOINE - HARICOT

● Labour à l'angady
▲ Semis direct sur résidus (SDR)



F1 = 5 t/ha Fumier

F2 = 5 t/ha Fumier + 500 kg/ha/an Dolomie + 20N + 45 P₂O₅ + 30 K₂O kg/ha/an

F3 = 5 t/ha Fumier + 2000 kg/ha/4 ans Dolomie + 40N + 90 P₂O₅ + 96 K₂O kg/ha/an

SOURCE: ONG TAFE - CIRAD.GEC - UPR1, Antananarivo - Madagascar, 2006

Figure 9 : Evolution des rendements annuels de haricot sur 11 ans (1995/2005) en fonction du système de culture dans le site de Betafo

3.4.4. Rizières mal irriguées

Le semis direct dans les rizières aménagées se pratique couramment dans certains pays d'Asie, du moins ce qui concerne les cultures de contre saison : vivrier, maraîchage, ...

Dans le cas présent, les expérimentations sont conduites dans les rizières avec mauvaise maîtrise de l'eau, qui en riziculture traditionnelle sont repiquées trop tardivement en année sèche.

Le semis direct sur couverture végétale permet de semer les variétés pluviales de riz dès les premières pluies. Son installation se réalise après drainage de la rizière (par des drains permanents), et mise en place d'une culture de contre saison qui assure la production de biomasse : avoine, blé ... Le ray grass se satisfait des situations hydromorphes (sources). Grâce à la fertilité du milieu, leur productivité est intéressante : 5 à 8 t/ha de paille sèche d'avoine, appréciée par les éleveurs en période de déficit fourrager hivernal, ... L'avoine peut être associée à d'autres espèces fourragères (vesce velue, radis,...) ou maraîchère : ainsi l'association avoine + petit pois mange-tout est particulièrement productive et appréciée par les agriculteurs.

Les riz est alors semé directement dans cette biomasse après fauche ou herbicide.

Les productions varient de 3 à 5 t/ha de paddy (tableau 18) en fonction de l'altitude et de la culture fourragère ou maraîchère pratiquée en hiver. Par rapport au mode de gestion traditionnel avec repiquage, le semis direct sur couverture végétale, avec des variétés adaptées et une fumure minérale complète (avec apport de ternaire NPK et d'urée), apparaît régulièrement plus productif sur les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau, qui représentent une part très importante des surfaces des bas-fonds des Hautes Terres.

Souvent, ces terrains cultivés sur sol asséché, au milieu des rizières inondées, subissent d'importantes attaques d'insectes terricoles (*Heteronychus sp.*, ...), malgré les traitements insecticides pratiqués dans ces systèmes en S.C.V. (traitement des semences).

Les productions peuvent être très sensiblement affectées par ces dégâts de vers blancs comme le montrent les résultats obtenus à Ibity. Les rendements du témoin FOFIFA 159 varient en fonction des attaques qui apparaissent liées au précédent cultural de 3,2 t/ha après avoine associée à 4,4 t/ha après radis pur. Alors que toutes les parcelles voisines subissent des dégâts importants de vers blancs (plants qui se dessèchent sous l'effet des vers blancs qui coupent les racines), la parcelle installée sur résidus de radis fourrager reste indemne.

Parmi les plantes qui recèlent des molécules allelochimiques (à propriétés insecticides, fongicides, acaricides, bactéricides,...) certaines produisent des composés nématocides et nématofuges comme les crucifères, en particulier *Raphanus sativus* qui est utilisé comme engrais vert (biodésinfections). Ses propriétés sont liées à des composés azotés soufrés : les glucosinolates, dont les crucifères sont la source la plus connue.

Mode de gestion du sol et de l'eau		Culture pluviale intensive en semis direct avec fumure minérale complète (NPK + urée)					Système traditionnel irrigué avec contre saison, sans fumure minérale, avec repiquage après labour
Emplacement	Altitude en m	Nombre d'années de semis direct	Précédent cultural	SEBOTA 68	SEBOTA 70	FOFIFA 159	Botrakely
Iavoloha	1250	1	- Vesce - Avoine ou avoine + vesce	1,6 1,2	3,1 1,6	2,1 1,3	-
Betafo	1400	6	Avoine + petit pois	1,9	1,4	4,5	2,7
	1500	1	Pomme de terre (travail minimum du sol)	2,5	2,2	4,3	2,8
Ibity	1500	8	Vesce locale + avoine	1,9	2,7	4,6	2,9
		4	Avoine + radis fourrager	1,8	1,7	3,0	
			Avoine + petit pois	1,9	-	3,4	
			Radis fourrager pur	-	-	4,4	
Andranomanelatra	1600	1 et 6	Avoine	0,2	0,4	0,6	(1,8 sans contre saison)

Tableau 18 : Rendement de variétés de riz (en t/ha de paddy) en système pluvial intensif comparé à la conduite traditionnelle sur les Hautes Terres

Remarque : A Andranomanelatra, le rendement figure entre parenthèse () car la variété Botrakely est remplacée par Rojofotsy 1285.

Une autre solution pour lutter contre les vers blancs consiste à inonder les parcelles pour limiter les dégâts, comme en rizière traditionnelle.

Certains agriculteurs voisins des sites de référence comme à Ibity, adoptent après la contre saison un mode de gestion intermédiaire avec le système traditionnel. Au lieu de labourer le terrain et de repiquer dans une parcelle irriguée des plants de riz produits en pépinière, ils sèment directement dans les résidus de la contre saison et irriguent lorsque l'eau devient disponible. Les résidus sont en partie exportés pour les bovins, l'irrigation de la parcelle devant ensuite limiter l'envahissement par les adventices (tableau 19).

Ce mode de conduite de la rizière avec installation du riz en pluvial, puis irrigation de la parcelle permet alors d'arrêter les attaques de vers blancs. A Antsampanimahazo l'agricultrice irrigue périodiquement la parcelle pour éviter tout dégâts de ces insectes terrioles.

La variété FOFIFA 159 sélectionnée sur les collines en altitude présente lorsqu'elle est cultivée intensivement des rendements en rizières équivalents dans les 2 modes de gestion comparés :

- soit en conditions pluviales pendant tout le cycle
- soit installée en pluvial, puis cultivée en irrigué lorsque l'eau devient disponible (après 1 mois environ).

Nous pouvons le vérifier à Betafo (4,3 t/ha en pluvial après pomme de terre contre 4,1 t/ha en irrigué en fin de cycle après orge), Ibity (3,0 t/ha contre 3,3 t/ha après avoine + radis), Andranomanelatra (rendements quasiment nuls en conditions hydromorphes).

Lorsque le riz est installé en pluvial, puis est conduit en irrigué (tableau 19), le cultivar traditionnel Botrakely semble mieux adapté que la variété pluviale FOFIFA 159 (4,2 t/ha pour Botrakely contre 3,3 t pour FOFIFA 159 à Ibity, 2,4 t/ha contre 0,4 t/ha à Andranomanelatra).

Ce mode de gestion du sol est très économe en main d'œuvre car le semis direct supprime le labour et le repiquage. Il permet un meilleur calage du cycle du riz grâce à un semis précoce (dès une première pluie utile de 40 à 50 mm) dans ces rizières à mauvaise maîtrise de l'eau (dont l'arrivée est tardive en saison).

Dans les conditions où l'irrigation est devenue impossible (destruction d'aménagements,...) les variétés pluviales sont à recommander (FOFIFA 159,...).

Lorsque l'irrigation est possible pendant le cycle, la culture de riz est sécurisée grâce à l'inondation qui limite les dégâts de vers blancs et l'envahissement par les adventices et constitue un volant thermique favorisant une meilleure fécondation. Les cultivars utilisés par les agriculteurs en irriguée (Botrakely...) peuvent être conservés dans ce mode de gestion du sol et de l'eau.

Les intrants supplémentaires qui sont utilisés dans les parcelles observées en culture intensive : traitements des semences (2,5 g/kg à 5 g/kg de Gaucho T45 WS), herbicide éventuel (0 à 1,5 l/ha de Round up) et fertilisation minérale (200 à 300 kg/ha de NPK et 100 kg/ha d'urée) représentent environ 0,7 t/ha de paddy. Cette production supplémentaire nécessaire pour couvrir les intrants ajoutés par rapport au système traditionnel (avec contre saison) est inférieure au gain de rendement observé (qui varie entre 0,6 et 2,4 t/ha de paddy). Des systèmes avec minimum d'intrants pourraient être étudiés et proposés à brève échéance aux agriculteurs, grâce à :

- la suppression du traitement des semences (après un précédent radis fourrager, vesce velue,...)
- une réduction de la fertilisation (écobuage, précédent légumineuse : vesce velue,...)

Mode de gestion du sol et de l'eau	Système intensif conduit en pluvial en début de cycle, puis en irrigué				Système intensif irrigué	Système traditionnel irrigué
Mode d'implantation du riz	Semis direct sur les résidus de la contre saison				Repiquage de plants jeunes après labour	Repiquage de plants âgés après labour
Fumure minérale	Fumure minérale complète (NPK + urée en couverture)				Fumure minérale complète (NPK + urée)	Sans
Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	FOFIFA 159	BOTRAKELY	Madrigal	Botrakely
Première année de système intensif après orge à Betafo (1500m)	2,1	2,1	4,1	-	5,2	2,8
Deuxième année de système intensif après avoine + radis fourrager à Ibity (1500m)	2,4	2,9	3,3	4,2	-	2,9
Sixième année de système intensif après avoine à Andranomanelatra (1600m)	0,2	1,3	0,4	2,4*	-	1,8*
Sixième année de système intensif après avoine + petit pois à Antsampanimahazo (1650m)	-	-	3,3	-	-	1,2

Tableau 19 : Rendement du riz (en t/ha de paddy) en rizière à mauvaise maîtrise de l'eau selon le mode de gestion du sol et la conduite de l'irrigation.

Remarque : * A Andranomanelatra, le cultivar Botrakely est remplacé par Rojofotsy 1285.

la suppression des herbicides (en fonction de la plante de couverture en contre saison : avoine,...)

En ce qui concerne l'aspect variétal, les cultivars polyaptitudes SEBOTA qui présentent un intérêt majeur en basse ou moyenne altitude (Lac Alaotra, Moyen Ouest) ne semblent pas adaptées sur les Hautes Terres à une altitude supérieure à 1400m.

En culture pluviale intensive en semis direct avec fumure minérale complète, les rendements des variétés les plus précoces SEBOTA 68 et SEBOTA 70 apparaissent inférieurs de moitié à celui de FOFIFA 159, sur les rizières sans irrigation d'appoint (tableau 18).

Lorsque la rizière est irriguée après une installation en semis direct, la production des variétés SEBOTA 68 et SEBOTA 70 reste nettement inférieure à celle des cultivars traditionnels Botrakely et Rojofotsy 1285, ou éventuellement FOFIFA 159 (tableau 19).

Dans ces 2 modes de gestion de l'eau, SEBOTA 70 apparaît régulièrement plus productive que SEBOTA 68.

Un test a été réalisé en rizière à bonne maîtrise de l'eau en conduite intensive irriguée après une contre saison de pomme de terre (tableau 20).

La variété SEBOTA 70 serait plus productive dans ces conditions que le cultivar traditionnel (4,0 t/ha contre 3,1 t/ha) avec un gain en précocité de plus de 2 semaines (en cette période de risque de grêle).

	Système intensif			Système traditionnel
Mode d'implantation du riz	Repiquage de plants jeunes			Repiquage de plants âgés
Fumure minérale	300 kg/ha de ternaire NPK + 100 kg/ha d'urée			Sans
Variétés	SEBOTA 68	SEBOTA 70	Vary Mena	Vary Mena
Rendement en t/ha de paddy	3,3	4,0	3,1	1,7

Tableau 20 : Rendement de variétés de riz conduites en intensif irrigué en comparaison de la pratique traditionnelle à Ampandrotrarana (altitude 1450m)

3.5 Appui à la diffusion sur les Hautes Terres

3.5.1. Evolution de la démarche

Le suivi des exploitations adoptant le semis direct sur couverture végétale autour des sites de références, qui recourent à la variabilité pédoclimatique de la région, a permis de :

- disposer de l'avis des agriculteurs sur les itinéraires proposés et d'observer les modifications éventuelles qu'ils y apportent
- d'évaluer les conséquences au niveau de l'exploitation
- de disposer de supports de visites pour la formation des partenaires.

Cet encadrement est réalisé depuis la campagne 1998-1999, grâce au recrutement d'un technicien. L'évolution des surfaces au cours des années suivantes est régulière (tableau 21) avec une stagnation en 2001-2002 (crise du premier semestre 2002) et même une régression à Betafo (interdiction de cultiver les pentes des volcans et problèmes techniques rencontrés l'année précédente : inondations de certaines parcelles suite aux très fortes pluies, paillages emportés dans les cultures).

La démarche a évolué au cours du temps, avec transformation de l'encadrement individuel initial en un appui à la constitution d'associations d'agriculteurs et à leur animation au cours de la campagne 2002 – 2003 (MICHELLON et al, 2004).

Pour pouvoir réaliser un suivi plus régulier permettant d'établir de meilleures relations de confiance, de proposer des systèmes S.C.V mieux adaptés, et d'aborder une dimension plus globale intégrant un aménagement de l'espace, une approche terroir villageois est privilégiée à partir de 2003 -2004 (ce qui se traduit par une réduction du nombre d'agriculteurs et des surfaces encadrées).

Le suivi individuel présentait plusieurs inconvénients.

Ainsi l'agriculteur isolé qui adopte de nouveaux systèmes de culture transgresse les règles ancestrales d'organisation de la communauté villageoise, il abandonne le labour, laisse des pailles sur le sol. Il risque alors de subir le dénigrement de ses voisins (« culture dans la saleté »), et même exceptionnellement un rejet et un isolement social.

Il se heurte aux habitudes du passé qui gênent la conservation des paillages : vaine pâture, volailles en liberté (qui recherchent les vers de terre dans les résidus)

De plus pour TAFa, ce suivi individuel est coûteux en temps et en moyens de déplacement.

TAFa réoriente alors ses activités : l'animation et l'appui à la constitution de groupements apparaissent comme une étape préliminaire de la diffusion (tableau 22).

Zone	Localité	1998 - 1999		1999-2000		2000-2001		2001-2002		2002- 2003		2003 - 2004		2004 - 2005		2005-2006	
		nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface	nombre	surface
Hautes terres (altitude 1500 à 1700 m)	Ampandrotrarana	0	-	0	-	1	100	1	200	24	486	-	-	23	659	24	712
	Andranomanelatra	7	29	10	115	16	506	20	496	25	616	-	-	-	-	-	-
	Antsampanimahazo	10	85	13	132	18	231	18	262	23	384	20	561	31	794	30	745
	Betafo	4	35	7	42	11	119	2	18	4	8	-	-	-	-	7	192
	Ibity	9	32	13	104	20	158	19	218	20	395	-	-	-	-	-	-
	<i>Total</i>		30	181	43	393	66	1114	60	1194	96	1889	-	-	54	1453	61
Moyen-Ouest (altitude 1000 m)	Ivory (Ankazomiriotra)	0	-	6	21	6	21	11	72	28	1265	36	1660	39	1739	18	1438
	Miarinarivo (Ankazomiriotra)	0	-	0	-	2	16	3	19	9	64	-	-	-	-	-	-
	Miandriarivo	0	-	0	-	0	-	0	-	9	36	-	-	-	-	-	-
	<i>Total</i>		0	-	6	21	8	37	14	91	46	1365	-	-	39	1739	18
TOTAUX		30	181	49	434	74	1151	74	1285	148	3254	-	-	93	3193	79	3087

Tableau 21 : Evolution du nombre d'agriculteurs suivis par TAFE et des surfaces (en ares) autour des sites de références ou sur les terroirs villageois, à partir de 2003 – 2004.

Remarque :Les agriculteurs des fokontany voisins d'Antsampanimahazo, Mahazina,...sont regroupés dans le terroir localisé à Antsampanimahazo – De même pour simplifier, les fokontany d'Ivory, Miarinarivo,...sont regroupés dans celui d'Ivory dans le texte, et ceux d'Ampandrotrarana et d'Ibity dans le terroir d'Ampandrotrarana

Zone	Station, localité	Association	Nombre d'adhérents suivis par TAFE
Hautes Terres (altitude 1400 à 1700 m)	Sols ferrallitiques sur dépôt fluviolacustre : Antsampanimahazo	FIFAMA FITAMIA F.T.M.M	5 22 3
	Sols ferrallitiques sur socle cristallin : Ampandrotrarana	FAFA MANANTENASOA SOROKA IRAY	15 6 3
	Sols volcaniques récents	MANIRISOA	7
Moyen-Ouest (altitude 1000 m)	Sols ferrallitiques rouges : Ivory	AVOTRA FANOMEZANTSOA FANASINA FANEVA SOAFIANATRA TAFARAY	0(arrêt des suivis à cause des impayés) 5 3 6 4

Tableau 22 : Associations d'agriculteurs pratiquant le semis direct et suivies par TAFE sur les terroirs villageois des Hautes Terres et du Moyen Ouest.

Remarque : Le suivi individuel des agriculteurs d'Ampandrotrarana a été interrompu en 2003 - 2004, car l'accès y était trop difficile (pont détruit). Par manque de moyens à TAFE, il en a été de même de celui réalisé à Miarinarivo près d'Ivory (association AVOTRA FANOMEZANTSOA)

Toutes ces activités se traduisent par une valorisation sociale des membres par les habitants du terroir villageois. Leur reconnaissance par la communauté conduit à modifier les règles (dina) de vaine pâture, par exemple. Ainsi, à Antsampanimahazo, les résidus de récoltes, conservés comme paillage, sont alors considérés comme des cultures par les éleveurs voisins et sont respectés. A Ampandrotrarana, les volailles qui grattaient le sol à la recherche d'insectes dans les tapis végétaux ont été attachées par une patte pendant le début de la campagne (puis les agriculteurs ont éloigné leurs parcelles en SCV du village).

Des démonstrations et formations de groupes peuvent être organisées pour les membres des associations.

A partir des systèmes pratiqués par les agriculteurs, une gamme de solutions envisageables est proposée, en présentant leurs intérêts, leurs exigences et leurs limites.

Sans changer la culture prévue par l'exploitant, la démonstration est destinée à produire directement la biomasse dans la parcelle pour installer le semis direct, grâce à :

- des associations ou successions de cultures (légumineuses vivrières permettant de renforcer la production de céréales dans le Moyen Ouest..., avoine en culture dérobée après un haricot sur les Hautes Terres,...),
- des associations et successions de cultures et de plantes de couvertures annuelles ou vivaces (maïs + crotalaire,...),
- des systèmes alternant cultures et espèces fourragères pérennes (Brachiaria ruziziensis installé dans une culture en première année, puis exploité comme fourrage,...).

Les démonstrations sur les cultures à forte rentabilité économique sont privilégiées (écobuage sur pomme de terre), même si leur intérêt agronomique est limité, afin de dégager un financement pour le matériel agricole (pulvérisateur), de permettre la restauration de terrains dégradés... Les tests portent sur différents niveaux d'intensification dont les effets ne sont pas encore connus par les agriculteurs (traitement des semences, herbicides,...).

Les actions communes comportent aussi un aménagement de l'espace :

- stabilisation des pentes les plus dégradées (et lavaka) par des espèces fourragères vivaces et rustiques,
- plantations d'arbres à usage multiple (bois de chauffe et d'œuvre, brise-vent,...).

Certains groupements organisaient eux-mêmes la commercialisation des intrants facilement accessibles et utilisables (engrais à Antsampanimahazo).

Pour pouvoir généraliser l'accès aux apports d'engrais minéraux, aux semences de nouvelles variétés, et à une meilleure protection phytosanitaire des cultures, des contrats sont négociés avec chaque association pour financer les intrants (montant du crédit avec caution solidaire des membres, intérêts et modalités de remboursement).

Progressivement la méthodologie employée permet de passer de l'échelle de la parcelle à une approche terroir villageois. En fonction des moyens humains et financiers, quatre zones ont été retenues par TAFa, en début de campagne (tableau 22) :

- Ivory dans le Moyen Ouest (sur sol ferrallitique rouge)
- Antsampanimahazo (sur dépôt fluviolacustre), Ampandrotrarana (sur socle cristallin) et Betafo (sur sol volcanique) sur les Hautes Terres.

Dans le cas d'Ampandrotrarana, le suivi a dû être momentanément interrompu pendant la saison 2003 -2004, car l'accès y était très difficile (pont détruit).

Le niveau terroir villageois intègre à la fois (SEGUY 2000, 2002, 2003 à 2005) :

- les unités de paysage dans leur ensemble : tanety – bas-fonds (flux des ressources en biomasse, hydriques, humains) ;
- la gestion communautaire des ressources : eau, troupeaux, embocagement, filières de production ;
- la démonstration d'impacts : par la surface d'application des S.C.V. à grande échelle, leurs effets sur l'érosion, la production des cultures, la réactivité des agriculteurs aux systèmes proposés ;
- un lieu privilégié de formation où les contraintes socio-économiques sont prises en compte par les divers acteurs (aménagement des solutions pour l'appropriation) ;
- un lieu idéal d'intégration des divers intervenants (recherche participative, diffusion, agriculteurs).

Les objectifs de cette activité décrits initialement peuvent être complétés grâce à l'approche terroir villageois adoptée par TAFa :

- Initier et former les agriculteurs aux pratiques et à la maîtrise des systèmes sur couverture végétale (S.C.V) appliqués à leurs cultures ;
- Evaluer les conséquences des S.C.V au niveau de leur exploitation (utilisation de la main d'œuvre, modification des systèmes et des surfaces cultivées,...) ;
- Analyser à l'échelle de terroirs les modalités d'adoption et l'évolution des règles de gestion communautaires, les transformations dans l'occupation des sols et la valorisation des ressources ;
- Disposer de supports pour la formation et pour les visites des partenaires de la diffusion (voir l'annexe IV).

Nous développerons les conséquences de l'adoption des SCV sur l'évolution des productions des exploitations et de leurs ressources sur deux terroirs villageois des Hautes Terres.

3.5.2. Extension des fonctions du conseiller agricole :

La démarche de conseil technique et de formation sur les terroirs villageois a rapidement évolué au cours des 5 dernières années.

L'encadrement individuel à proximité des sites de références s'est transformé progressivement en une animation d'associations d'agriculteurs créées pour améliorer leurs systèmes de culture et d'élevage grâce aux S.C.V sur des terroirs villageois.

Ces associations répondent à un besoin en 2002 – 2003 (Antsampanimahazo) :

- mieux valoriser le statut de l'adoptant (meilleure considération sociale au lieu du dénigrement de l'individu),
- modifier les règles de vaine pâture (au niveau du fokontany),
- bénéficier de plus de conseils techniques au travers de démonstrations et formations de groupes (consolidant ainsi les réseaux d'entraide, essentiels pour ces agriculteurs aux ressources précaires),
- et accéder aux intrants jugés les plus utiles.

Ainsi les nouvelles introductions se multiplient rapidement suite aux démonstrations, telles que variétés améliorées des cultures vivrières : riz pluvial (FOFIFA 133, 152 et 154), haricot (Carioca, Iapar 20 et 44), et de soja (FT 10 et Cometa), ou de plantes fourragères : Brachiaria ruziziensis, Arachis pintoï (arachide pérenne), Penisetum clandestinum (kikuyu).

Par contre certains intrants jugés comme très efficaces et d'un coût abordable doivent être achetés (engrais ternaires et azotés, fongicides). Les membres du groupement FITAMIA (d'Antsampanimahazo) décident de les financer grâce à une caisse commune : chacun investit progressivement en fonction de ses moyens financiers disponibles (vente du lait ou d'un surplus de pomme de terre,...). Le Président du groupement peut alors acheter les intrants chez les fournisseurs (à Antsirabe) et les ramener sur place. Le sac d'engrais ou le sachet de produit phytosanitaire est partagé entre les membres en fonction de leur participation financière respective.

Les financements obtenus en 2004 pour le Projet d'Appui à la Diffusion des Techniques Agro-écologique à Madagascar ont permis de démultiplier les actions d'approvisionnement et de crédit qui restent l'attribution du technicien. Dès la première année, le matériel végétal dont ne disposent pas les agriculteurs leur est fourni, avec objectif de le multiplier sur ses parcelles (remboursement en quantité équivalente). Ce matériel végétal peut éventuellement être donné à titre de subvention en première année. L'approvisionnement en intrants est assuré, et un crédit à 0% d'intérêt est proposé pour la durée de la campagne (GSDM, 2004). La politique de crédit pour les opérations de diffusion des techniques SCV consiste à fournir à titre incitatif un crédit bonifié les premières années d'adoption de ces systèmes (taux d'intérêt de 0% en première année, 1% par mois en deuxième,...), de se rapprocher progressivement des conditions du marché (3% par mois) et de transférer cette activité aux organismes spécialisés dans le crédit rural (CECAM, OTIV).

Pour pouvoir généraliser l'accès aux intrants des contrats sont négociés avec chaque association pour les financer (montant du crédit avec caution solidaire des membres).

Les fonctions du technicien qui encadre le groupement sont étendues : appui à la constitution et à la légalisation de l'association, signature des contrats et modalités de remboursement des emprunts pour les intrants, approvisionnement,...

Dès le début certains agriculteurs se dessolidarisent du groupe, ne voulant pas cautionner un autre membre jugé peu sérieux (et risquer de devoir rembourser à sa place).

Les montants des crédits octroyés sur les Hautes Terres paraissent raisonnables : 32 000 Ar par agriculteur ou 110 000 Ar/ha en 2003-2004 (respectivement 13€ ou 47€/ha, soit moins de 50 kg ou 150 kg/ha de paddy ou de maïs), puis 66 000 Ar par agriculteur ou 250 000 Ar/ha en 2004-2005.

Ces sommes sont cependant relativement importantes en regard des productions des agriculteurs d'Antsampanimahazo. Ainsi les revenus agricoles moyens des ménages incluant l'autoconsommation, varient de 300 000 Ar (suffisant à peine aux besoins) à 600 000 Ar par exploitation (GOUDET, 2003).

Les agriculteurs vivant quasiment en autarcie qui intensifient leurs parcelles grâce aux SCV mettent une partie de la récolte en réserve pour les besoins de la famille (6 enfants en moyenne) et doivent vendre le surplus pour acheter les produits de première nécessité (bougies, allumettes,...) et rembourser leur emprunt. Le technicien consacre alors une partie de son temps à collecter les sommes dues, même dans le cas où les campagnes agricoles sont normales (comme en 2003-2004 ou en 2004-2005 sur les Hautes Terres). Les relations de confiance s'altèrent (recours à un échantillonnage des parcelles pour prouver que la récolte était bonne,...) les surfaces en diffusion stagnent et le nombre d'agriculteurs encadrés régresse (tableau 21).

Par contre, le problème devient insoluble lorsque les conditions climatiques se dégradent comme dans le Moyen Ouest qui a subi 2 cyclones en 2004 et une forte sécheresse en 2004 – 2005, ou sur les Hautes Terres en 2005 – 2006...

Rien d'étonnant ensuite que le taux de remboursement des emprunts reste dérisoire les années de catastrophes climatiques. Lors de la préparation de la campagne, le technicien propose l'itinéraire qu'il juge le plus approprié (en fonction du précédent cultural, de la fertilité du sol,...) et les intrants correspondants à l'agriculteur. Par contre, il relègue en seconde position les critères des organismes spécialisés dans le micro-crédit rural (critères de solvabilité, listes de « mauvais payeurs »,...)

Nous pouvons tirer 2 enseignements de ces opérations d'appui à la diffusion de TAFE :

- le rôle du technicien agricole doit se limiter à son métier de conseiller, sans vouloir le transformer en distributeur d'intrants, percepteur,...
- la nécessité de proposer des systèmes de culture avec minimum d'intrants.

3.5.3. Terroirs villageois des Hautes Terres

Trois terroirs ont été retenus par TAFE en raison de leur représentativité des milieux agricoles des Hautes Terres :

- Antsampanimahazo sur plateau sédimentaire (sol ferrallitique sur dépôt volcanolacustres) avec une forte densité de population ne disposant que d'une faible surface cultivée, en particulier de rizières.
- Ampandrotrarana, caractéristique des vastes ensembles sur collines très pauvres et fragiles (sols ferrallitiques sur socle cristallin) dont l'exploitation détruit les rizières en aval.
- Miaramamindra, sur la commune de Betafo, choisi pour ses sols fertiles sur volcanisme récent, mais très densément peuplé.

a) Caractéristiques du terroir d'Antsampanimahazo :

Nous avons pu étudier en détail ce milieu et les exploitations grâce à deux stagiaires en binôme : GOUDET (2003) et RANDRIAMIDONA (2005).

- Caractéristiques du milieu :

- Situé à 1.700m d'altitude (entre Ambohibary et Antsirabe), au pied du massif volcanique de l'Ankaratra, Antsampanimahazo comporte :
 - des collines ou tanety, aux sols ferrallitiques, acides et désaturés, généralement compactés à faible profondeur (10 cm) ou érodés sur les pentes,
 - découpées par des bas-fonds fertiles où l'eau est souvent mal maîtrisée (manque d'eau au repiquage du riz ou inondations en saison des pluies)
- Son climat tropical d'altitude humide est caractérisé par 2 saisons :
 - chaude d'octobre à avril (températures moyennes 17 à 20 °C, plus de 200mm de pluie par mois) avec des chutes de grêle fréquentes,
 - fraîche de mai à septembre (11 à 15 °C, moins de 20mm par mois) avec des risques de gel.
- Il permet de pratiquer des cultures variées :
 - sur tanety : vivrières (maïs, haricot, pomme de terre, manioc, soja, taro, patate douce et récemment riz pluvial), fruitières et fourragères (sétaire, canne fourragère : kizozi)
 - dans les bas-fonds : riz avec contre saison (pomme de terre, tomate, avoine, carotte)

- Les exploitations agricoles

Peuplé depuis un siècle environ, Antsampanimahazo présente une densité de population élevée (supérieure à 150 habitants/km²), en augmentation rapide (plus de 6 enfants par famille en moyenne). Les migrations sont rares (2002 s'est même traduit par « un retour à la terre »).

Le nombre d'exploitations, évalué à 600 environ, a été multiplié par 2 en 20 ans. Le mode de faire-valoir direct est dominant, mais leur capital est faible (limité aux bovins et parfois à une charrette).

Elles disposent d'une faible surface cultivée comprise entre 0,2 ha de SAU par actif pour les petites exploitations et environ 1 ha pour les grandes . La jachère, qui était de 1 à 2 ans pour 3 ans de culture, disparaît. Les petites exploitations laissent 15 à 20% de leurs terres en jachère tous les 2 à 3 ans (1 an tous les 15 ans), seulement après la culture du riz pluvial. La jachère est progressivement remplacée par la pomme de terre (toujours bien fumée).

Outre sa fonction de capitalisation, l'élevage bovin produit le fumier pour le maintien de la fertilité. Le fumier provient du parc ou de l'étable où sont nourris les animaux avec les résidus de culture ou les fourrages naturels fauchés. Pour les exploitations qui en manquent, l'agriculteur a recours au ramassage de bouses ou de la cendre de bozaka (jachère d'Aristida sp. qui se rarifie), ou utilise parfois du compost.

La main d'œuvre est abondante et disponible à bas prix pour les grandes exploitations (moins de 800 Ar/jour, nourriture comprise). Elle permet de compléter, sur les tanety, la production de riz et de contre saison des bas-fonds saturés, par des cultures de maïs associées au haricot, ou de pomme de terre, manioc,...pratiquées avec labour manuel à l'angady (plus de 250 journées de travail par ha).

Traditionnellement les systèmes de culture sur tanety sont basés sur l'association du maïs et du haricot. Elle est répétée plusieurs années de suite et entre en rotation avec la pomme de terre qui se substitue à la jachère. Toujours bien fumée, elle est plantée généralement en premier cycle (septembre), ou parfois deuxième saison (fin janvier – début février). Elle est alors mise en place en intercalaire de maïs après la récolte du haricot et peut être aussi remplacée par la patate douce.

Certains agriculteurs introduisent le manioc dans le système maïs – haricot (à la place ou après la pomme de terre). Cette espèce est peu appréciée car elle occupe la parcelle pendant 2 saisons : elle est bouturée en septembre et récoltée après 18 mois.

La diffusion du riz pluvial est récente. Elle a été rendue possible grâce à la sélection de variétés adaptées par le FOFIFA. Introduites dans le système traditionnel, elles entrent en rotation avec le maïs et haricot, la pomme de terre ou une jachère de courte durée.

Les revenus agricoles sont liés principalement à l'importance de l'élevage bovin qui procure un gain conséquent même aux petits exploitants, qui se spécialisent dans la production laitière. L'alimentation des animaux constitue un problème majeur sur le terroir :

- qualité médiocre des fourrages qui sont disponibles en abondance en été,
- manque crucial de fourrages en saison fraîche.

Les petites exploitations, avec un élevage insuffisant, ne parviennent plus à intensifier leurs cultures et cherchent à valoriser leur main-d'œuvre abondante par un travail salarié.

b) Caractéristique du terroir d'Ampandrotrarana :

- Caractéristiques du milieu

Les sols ferrallitiques sur socle cristallin, fragiles et lessivés, constituent de vastes « ensembles vides » avec prédominance de savanes d'Aristida sp. Ils font l'objet d'une migration à partir des zones surpeuplées avec une colonisation principalement des tanety, lorsque les surfaces des bas-fonds sont limitées.

Situé dans la commune de Vakinankaratra, à moins de 20 km d'Antsirabe, Ampandrotrarana est plus peuplé avec de grandes surfaces en rizières en contre bas de l'escarpement provoqué par la faille de Betampona. Il est seulement séparé du site de référence d'Ibity (1 500m d'altitude) par la rivière Manandona.

L'accroissement de la densité de population conduit à une colonisation de ses pentes aux sols sableux qui se dégradent très rapidement en culture. L'érosion provoque la formation de lavaka sur les tanety, détruit les aménagements (ancienne RN 7) et ensable les rizières (périmètre irrigué de Manandona en aval). Les cours d'eau qui étaient abondants se tarissent ou présentent un débit plus irrégulier. La maîtrise de l'eau se dégrade dans les rizières.

Ampandrotrarana a même connu un isolement presque complet pendant la saison 2003 – 2004 (pont détruit).

Ces conditions pédoclimatiques permettent de pratiquer des cultures variées :

- sur tanety : vivrières (maïs, haricot, manioc, patate douce, taro, et récemment soja et riz pluvial), fruitières et fourragères (introduction du Brachiaria ruziziensis)
- dans le bas-fond : riz avec contre saison (pomme de terre surtout, et récemment avoine).

- Les exploitations agricoles

Ampandrotrarana est constitué par quatre villages (Antsolofara, Besoa, Ampandrotrarana et Ambaniatsimo) et compte 1756 habitants regroupés dans 337 exploitations. Ce terroir s'étend sur une surface de 800 ha, les exploitations sont en général gérées en mode de faire-valoir direct, mais leur capital est faible (limité aux bovins et parfois à une charrette). La jachère y disparaît progressivement et même les parcelles les plus pentues sont exploitées (origine de la lavakisation).

L'élevage bovin procure aux agriculteurs du fumier pour fertiliser les parcelles de culture (bovins à l'étable pendant la nuit). Ceux qui n'en ont pas se contentent des bouses ramassées ou de la cendre de bozaka (Aristida sp.) et de mimosa Acacia mearnsii, mais ne confectionnent que rarement du compost.

Comme ailleurs, les revenus agricoles sont liés principalement à l'importance de l'élevage bovin. Mais la spécialisation dans la production laitière y est très difficile car Ampandrotrarana est très loin d'un point de collecte (le plus proche est distant de 17 km à Mandaniresaka). De plus les fourrages disponibles en abondances en été (herbes sauvages) présentent une qualité médiocre et font défaut en saison sèche.

La jachère qui permettait à l'Aristida sp de restaurer la fertilité en 2 à 3 ans se réduit progressivement (1 à 2 ans). Elle est suivie de 3 à 4 ans de cultures qui débutent par le manioc. Il est installé après le labour d'ouverture soit en septembre avec des boutures aoûtées, soit en janvier avec des plus grandes tiges feuillues. Au manioc qui occupe le terrain pendant 2 campagnes, succède l'association maïs et haricot (parfois reprise une deuxième année), puis le riz pluvial (depuis la diffusion de variétés adaptées d'altitude). Cette nouvelle culture permet de compenser la production insuffisante des rizières mal irriguées et repiquées tardivement.

Le manioc est parfois remplacé par la pomme de terre, mais cette pratique est plus rare en raison de la faible fertilité des sols (faible teneur en matière organique qui s'accompagne de flétrissement bactérien,...)

c- Caractéristiques du terroir de Miaramamindra sur la commune de Betafo (Harrivel, 2001)

La région de Betafo s'étend au Sud du massif volcanique de l'Ankaratra, et le fokontany de Miaramamindra est lui-même situé sur une coulée volcanique. Les caractéristiques de cette zone avec sols très riches sont la forte densité de population avec un habitat très dispersé. Il comporte aussi une partie nettement distincte séparée par la rivière Iandratsay et constituée de collines aux sols ferrallitiques pauvres sans aucune habitation.

- Caractéristiques du milieu :

La partie volcanique comporte des sols gris sombres développés sur coulée rugueuse et chaotique, datant du quaternaire récent, qui a envahi la vallée de l'Iandratsay. Les planèzes proches de la rivière sont constituées de sols noirs humifères. Différents matériaux provenant des éruptions successives se superposent (cendre, lapilli, scories) et sont fortement remariés par l'érosion (ou des accumulations).

Leur teneur en matière organique est élevée (supérieure à 10% sous labour en continu). Ils sont définis comme andosols (du japonais ando: noir). Très riches en eau, ils se dessèchent sous l'effet des sarclages et du labour. Ils présentent une déshydratation irréversible et se transforment en poussière pulvérulente. Ces éléments hydrophobes de densité très faible (inférieure à 1) flottent sur l'eau. Ces sols soumis à un travail superficiel sont très sensibles à l'érosion.

Ils sont peu acides (pH voisin de 6,0) et leur capacité d'échange cationique est élevée. Ils présentent des réserves minérales importantes (bonnes teneurs en bases échangeables : phosphore, Ca ; Mg, K...et en phosphore total), mais ces éléments sont piégés par la matière organique. En particulier, le phosphore n'est pas disponible pour les plantes (teneurs en phosphore total de 2 500 à 5 000 p.p.m dont le dixième seulement est estimé comme assimilable).

Un habitat très dispersé s'est installé sur la coulée ou sur les boursoufflures, dominant ainsi les champs cultivés tout autour. Les cultures vivrières (maïs, haricot, pomme de terre, patate douce, manioc, taro,...) ainsi que les maraîchères (petit pois, tomate) sont situées directement autour des maisons sur andosol. Les différentes habitations sont donc séparées par des champs délimités par des murets de pierre complétés par des haies de sisal, dans un paysage de bocage. Tous les espaces situés entre les maisons sont cultivés. De petits bosquets d'Eucalyptus robusta ou d'arbres fruitiers dispersés, ainsi que des bananiers aux alentours des habitations, complètent les ressources.

Les rizières représentent une surface importante en bordure de la rivière Iandratsay, mais elles ont été en grande partie ensablées à cause des crues importantes. D'autres rizières ont été aménagées plus en hauteur sur une planèze constituée d'andosols dans la partie basse de la coulée volcanique. Ces rizières sont délimitées par des murets de pierres et alimentées en eau par de multiples canaux.

Elles sont cultivées toute l'année avec des contre saisons qui occupent le terrain dès que le riz est récolté : principalement des productions maraîchères (pomme de terre, tomate, ail, oignon, petit pois, haricot, petsai,...) fourragères (avoine, ray-grass) ou de rente (orge).

La disponibilité en eau est rare sur la coulée volcanique. L' Iandratsay est importante pour la vie quotidienne de la famille, mais aussi parce qu'elle permet d'accéder aux ressources fourragères spontanées abondantes sur les collines situées de l'autre côté en zone ferrallitique.

Les sols ferrallitiques sur socle granitique sont très pauvres et de couleur rouge qui contraste avec les terrains volcaniques noirs de la plaine. Cet ensemble est vide (sans habitation) et sa mise en valeur est peu intensive sur ces fortes pentes : manioc ou patate douce, sans fumure, avec de longues jachères d'Aristida sp.

- Les exploitations agricoles :

Miaramandra compte 2 818 habitants regroupés dans 475 exploitations sur un terroir de 800 ha. Les petites exploitations sont en général gérées en mode de faire-valoir direct avec un faible capital (limité le plus souvent à 2 bovins). La surface cultivée par personne active est très faible et la plupart des chefs d'exploitation sont pluriactifs (lorsqu'elle est inférieure à 50 ares).

Les systèmes de culture sont très intensifs sur les andosols situés autour des habitations. L'association maïs + haricot installée en octobre après le labour est le plus souvent complétée par une troisième culture de pomme de terre ou de patate douce en février après la récolte du haricot. Dans ces associations, la plante à tubercule peut être remplacée par le taro planté en août (après un labour en juillet) avant le maïs + haricot. Dans ce cas une quatrième culture annuelle peut être installée en février : la pomme de terre. Le soja est aussi introduit dans les rotations seul en association avec le maïs.

Les rendements obtenus ne sont pas aisés à estimer car les récoltes sont échelonnées. Ils dépendent surtout des niveaux de fumures dans les rotations :

- systèmes les moins intensifs : 1 t/ha de maïs, 0,5 t/ha de haricot, 1,5 t/ha de soja et 5 t/ha pour les tubercules : pomme de terre, patate douce ou taro, lorsque seule la pomme de terre reçoit un apport de fumier (limité à 5 t/ha).
- systèmes très intensifs : 2,0 à 3,5 t/ha de maïs, 1,0 à 1,5 t/ha de haricot, 2,0 à 2,5 t/ha de soja, 15 t/ha taro, 30 à 40 t/ha de pomme de terre et jusqu'à 50 t/ha de patates douces pour des fortes fumures organiques. L'apport annuel est de 20 t/ha de fumier de bovin (avant le semis du maïs + haricot), apporté de moitié avant taro (avant sa plantation), et complété par une nouvelle fumure ajoutée sur pomme de terre : 30 t/ha de fumier, 300 kg/ha de ternaire NPK et 100 kg/ha d'urée au buttage.

De nombreuses autres combinaisons sont réalisées selon les besoins de l'agriculteur : maïs associé à 2 cycles successifs de haricot (un nouveau cycle de haricot est implanté en février), maïs + haricot + pomme de terre + patate douce (les plantes à tubercules étant installées simultanément entre les lignes du maïs à la récolte du haricot),...

Le manioc est aussi introduit dans ces systèmes. Planté en juillet, il est associé au maïs + haricot en octobre. Il est ensuite conservé en culture pure au cours de la deuxième saison avec un rendement voisin de 25 t/ha (sans fumure).

Les rizières sur sols volcaniques sont aussi cultivées très intensivement, avec une généralisation de cultures de contre saison, qui conduisent à des rendements en riz très élevés et relativement stables (4 t/ha de paddy), sauf si l'eau manque au moment du repiquage. Des fumures très élevées sont appliquées sur les productions maraîchères :

- 20 à 30 t/ha de fumier + 200 à 300 kg/ha de NPK et 100 kg d'urée sur pomme de terre : pour des productions de 25 (variétés traditionnelles) à 50 t/ha (pour les sélections : Spunta, Pota,...)
- ail et tomate : 30 à 40 t/ha de fumier, 300 kg/ha de NPK et 100 kg/ha d'urée, pour des rendements de 15 t/ha d'ail et de 15 à 60 t/ha de tomates.
- petit pois : 5 à 50 t/ha de fumier pour des productions de 5 à 25 t/ha.

Dans ces conditions, l'agriculteur doit nécessairement obtenir un rendement élevé pour rentabiliser son investissement. Dès qu'un accident végétatif apparaît sur la culture, il lui associe une nouvelle plante, telle le haricot,... (ail + haricot,...)

Des cultures fourragères (avoine, ray-grass) sont aussi développées de manière intensive avec apport de fumier et de fumure minérale (NPK au semis et urée à chaque coupe). Les productions varient de 50 à 80 t/ha de matière verte pour l'avoine (en 2 coupes) ou de 80 à 100 t/ha pour le ray-grass (4 à 6 coupes).

Les champs sur sols ferrallitiques sont éloignés des habitations et leur accès nécessite la traversée de la rivière. Outre l'utilisation des jachères (2 ans) pour le pâturage, ils sont cultivés en manioc (rendement de 2 t/ha sans fumure) ou en patate douce (2 cycles successifs avec des productions de 3 à 8 t/ha en fonction de l'apport de fumier).

Malgré la très forte intensification des systèmes de production, une partie importante des exploitants (homme, femme, enfant) doit se salarier. Seuls les agriculteurs possédant plus de 10 à 20 ares de tanety, 50 ares de rizières et un élevage bovin vivent de leur exploitation (au dessus du seuil de survie) qui peut alors se reproduire. L'élevage laitier assure un revenu régulier sur des surfaces plus réduites.

d) Evolution de la diffusion :

Les expérimentations sur les S.C.V. ont débuté au début des années 1990 sur les Hautes Terres, sur la station d'Andranomanelatra, mais les adoptants des nouvelles techniques n'ont été suivis qu'à partir de la campagne 1998-1999, lorsqu'ils ont installé des paillages.

Sur le site de références d'Antsampanimahazo, ces systèmes ne sont pas mis en place en station, mais sont réalisés en partenariat avec un agriculteur Monsieur RAZAFINDRAKOTO. Dès 1996, les premières cultures de maïs, riz pluvial, haricot et soja en S.C.V peuvent y être observées, soit en semis direct sur résidus, soit sur couverture vive de kikuyu, trèfle ou *Desmodium uncinatum*. Avec un minimum d'intrants, l'écobuage conduit à des résultats spectaculaires sur maïs lors de la campagne suivante 1996 – 1997. Cette technique est alors reprise par le premier adoptant Monsieur Jean Richard RAKOTOMALALA, en 1997. Installé près d'un sentier très fréquenté (livraison de lait), il sera suivi par d'autres agriculteurs, qui ressentiront le besoin de se grouper dès l'an 2000.

En octobre 2002, l'association FITAMIA (Fikambanan'ny Tantsaha Miavotra eto Antsampanimahazo) est formalisée et TAFa, confronté à une demande de suivi croissante affecte un technicien pour l'appui à la diffusion sur ce terroir villageois à la fin de l'année 2003. Actuellement, 5 % des agriculteurs ont adopté les S.C.V et transforment progressivement leur exploitation (7 parcelles de 3,5 ares en S.C.V en moyenne par agriculteur en 2004 – 2005 avec une progression des surfaces d'un tiers depuis la campagne précédente).

A Ampandrotrarana, le premier adoptant RAKOTOMALALA J. Roland, informé par les médias (émission de télévision), a sollicité l'appui de TAFa pour la mise en place de parcelles en SCV. Après 2 ans (en 2002 – 2003), les résultats étant satisfaisants, d'autres agriculteurs ont décidé d'adopter ce mode de gestion du sol et de constituer l'association FAFa (Fambolena Antoky ny Fampandrosoana eto Ampandrotrarana).

Leur suivi n'a pu seulement être effectif qu'en 2004-2005 en raison des problèmes rencontrés (crise politique en 2002, moyens limités de TAFa, accès difficile). Contrairement à Antsampanimahazo, de nombreuses parcelles en SCV y sont en cours d'installation (doublement des surfaces au cours de la campagne 2004-2005, et stabilisation ensuite à 4 parcelles par agriculteur de 7 ares en moyenne).

Dans le cas de Miamamindra, le suivi débute en 2005 pour disposer de plus de références et pouvoir mieux appuyer la diffusion dans le cadre du Projet B.V-P.I. Sud Est/ Hauts Plateaux.

e) Evolution des systèmes de culture

A Antsampanimahazo les premiers adoptants des S.C.V ont bénéficié d'une biomasse encore disponible dans la jachère (*bozaka*, *Aristida* sp) qui leur a permis de pailler leurs parcelles et d'intensifier leurs productions avec un minimum d'intrants grâce à l'écobuage. En 2002-2003, les systèmes avec paillage représentaient moins de 10 % et y disparaissent complètement lors de la campagne suivante, au seul profit de l'écobuage. Il en est de même à Ampandrotrarana où le paillage régresse rapidement (moins de 5% des surfaces).

Actuellement, la très forte pression foncière et l'accroissement des besoins ont conduit les agriculteurs à transformer leur mode de gestion du sol en S.C.V en produisant la biomasse dans la parcelle grâce aux systèmes de culture mis en place (tableau 23).

Deux objectifs principaux semblent guider les choix des adoptants : accroissement des ressources alimentaires, et fourragères.

La priorité est donnée :

- à Antsampanimahazo, où les bas-fonds sont plus limités : au riz pluvial (qui représente la moitié des surfaces vivrières)
- à Ampandrotrarana : au haricot (la moitié des surfaces en vivrier) suivi d'une avoine en culture dérobée, l'année de l'installation du semis direct.

Les parcelles fourragères d'espèces pérennes représentent près du tiers des surfaces et sont installées grâce à l'association du Brachiaria ruziziensis et d'une production vivrière (manioc, riz pluvial et haricot essentiellement)

Des productions diversifiées permettent de conserver des résidus en quantité suffisante sur le sol, en particulier grâce aux pailles de céréales : riz pluvial ou avoine. Des démonstrations ont été réalisées pour diversifier les sources de production de biomasse dans la parcelle, lors de l'installation du semis direct. Le riz pluvial est une culture nouvelle sur les Hautes Terres, en particulier à Antsampanimahazo et à Ampandrotrarana, où elle se diffuse depuis la mise en place du site de références ou des démonstrations de TAFA. Elle est pratiquée sur labour par de nombreux agriculteurs et, en 2004 - 2005, près de la moitié des nouvelles surfaces en S.C.V était issue de ces parcelles cultivées traditionnellement (comme pour la campagne précédente). La même tendance se dessine à Miaramamindra (en sols volcaniques) où la culture du riz pluvial n'était pas pratiquée (tableau 24).

L'avoine acquiert une place prépondérante dans les SCV :

- lors de leur installation : représentant la moitié des surfaces à Ampandrotrarana ou à Antsampanimahazo (où cette proportion apparaît doublée par rapport à la campagne précédente)
- ainsi que dans les systèmes installés (en semis direct), occupant en moyenne le quart des surfaces en cultures vivrières, auxquelles elle est toujours associée

L'avoine présente de nombreux avantages pour les agriculteurs car elle allie :

- la rusticité lui permettant de se développer sur ces sols ferrallitiques pauvres avec de simples reliquats de fumure (haricot), quelle que soit la période d'installation, depuis le mois d'octobre jusqu'en mars.
- la productivité sous forme de fourrage ou de grain (250 kg/ha en second cycle à 1 t/ha en pleine saison, semences qui se commercialisent à environ 1 000 Ar/kg)
- la possibilité de l'associer aux principales cultures vivrières : soit en second cycle en dérobé (haricot / avoine, pomme de terre / avoine) ou en association (semis de l'avoine à la volée en mars dans le soja lorsque ses feuilles jaunissent, maïs +

Culture	Précédent cultural	Antsampanimahazo			Ampandrotrarana			
		Année de SD	Nombre	Surface	Année de SD	Nombre	Surface	
Riz pluvial	Jachère	0	7	23	0	1	1	
		1	4	35	-	-	-	
		2	2	15	-	-	-	
	Haricot	3	2	6	-	-	-	
		2	2	4	-	-	-	
		3	2	12	-	-	-	
	Haricot/avoine	1	4	6	1	1	4	
		2	5	14	-	-	-	
		3	2	8	3	1	3	
	Soja + avoine	8	1	8	-	-	-	
		0	1	4	-	-	-	
		1	9	21	-	-	-	
	Soja	2	1	3	-	-	-	
		3	2	11	-	-	-	
		1	2	6	-	-	-	
	Soja + <u>B. ruziziensis</u>	3	1	5	-	-	-	
		5	1	7	-	-	-	
		1	1	3	-	-	-	
	Pomme de terre	-	-	-	0	1	5	
		2	1	5	-	-	-	
3		2	8	-	-	-		
Pomme de terre/avoine	5	1	6	-	-	-		
	1	1	3	-	-	-		
	4	1	4	-	-	-		
Riz pluvial + Maïs	Riz pluvial	1	1	3	-	-	-	
	Maïs + crotalaire	4	1	4	-	-	-	
	Jachère	-	-	-	0	3	30	
		-	-	-	1	1	3	
	Haricot/avoine	-	-	-	3	1	5	
		-	-	-	0	1	4	
	Maïs + haricot	-	-	-	1	1	120	
	Maïs + haricot + avoine	-	-	-	1	1	2	
	Manioc	-	-	-	0	3	11	
	Pomme de terre	-	-	-	1	1	5	
	Soja	-	-	-	1	1	10	
		-	-	-	2	1	2	
	Soja + avoine	-	-	-	1	1	1	
		-	-	-	2	3	10	
	Riz pluvial + <u>C. cajan</u>	Haricot / avoine	3	1	1	-	-	
		Soja + avoine	2	1	2	-	-	
	Sous total pour le riz sur collines		-	57	220	-	22	216
	Haricot de première saison	Jachère	0	1	3	-	-	-
			3	1	2	-	-	-
			3	1	4	-	-	-
Haricot + avoine Pomme de terre/avoine		2	1	2	-	-	-	
		4	1	5	-	-	-	
		2	3	7	-	-	-	
Riz pluvial	3	6	23	-	-	-		
	4	2	12	-	-	-		
	1	3	16	-	-	-		
Haricot de deuxième saison	Jachère	2	1	2	-	-	-	
		1	1	2	-	-	-	
	Riz pluvial	4	1	4	-	-	-	
		5	1	9	-	-	-	
Haricot / avoine	Jachère	-	-	-	0	2	62	
		-	-	-	1	1	1	

Tableau 23 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.

Remarque : Année de SD : nombre d'années d'installation du semis direct, le labour initial étant considéré comme année 0. Le nombre de parcelles et leur surface totale correspondante sont ensuite indiqués.

Culture	Précédent cultural	Antsampanimahazo			Ampandrotrarana			
		Année de SD	Nombre	Surface	Année de SD	Nombre	Surface	
Haricot/ Avoine (suite)	Riz pluvial	-	-	-	0	4	36	
		1	1	2	1	2	8	
		2	1	6	-	-	-	
		3	1	4	-	-	-	
	Haricot/avoine	-	-	-	1	1	2	
	Chiendent	-	-	-	1	1	10	
	Manioc	-	-	-	0	1	8	
	Patate douce	-	-	-	0	1	17	
	Pomme de terre	-	-	-	0	1	2	
	Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	5	
Haricot + <u>C. cajan</u>	Riz pluvial	-	-	-	1	1	8	
	Maïs	-	-	-	0	1	7	
	Riz pluvial	3	1	2	-	-	-	
Sous total pour le haricot		-	27	105	-	17	166	
Soja	<u>B. ruziziensis</u>	3	1	4	-	-	-	
	Pomme de terre/ avoine	1	1	4	-	-	-	
	Riz pluvial	0	1	17	-	-	-	
		1	3	7	-	-	-	
		2	1	4	-	-	-	
		3	3	5	-	-	-	
		4	2	8	-	-	-	
	Soja + kikuyu	Haricot + kikuyu	2	1	4	-	-	-
	Soja + avoine	Riz pluvial	-	-	-	1	1	2
			4	1	3	-	-	-
Soja+ <u>C. cajan</u>	Riz pluvial	3	1	2	-	-	-	
Sous total pour le soja		-	15	83	-	1	2	
Maïs	Maïs + soja	3	1	6	-	-	-	
	Maïs + haricot	0	3	13	-	-	-	
	Maïs + haricot + avoine	-	-	-	1	2	23	
		2	1	5	2	1	5	
		-	-	-	3	2	18	
	Riz pluvial + <u>B.</u> <u>ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	4	
		-	-	-	1	1	4	
	Soja	-	-	-	1	1	6	
	Soja + avoine	-	-	-	0	2	5	
	Manioc	-	-	-	1	3	4	
	Jachère	-	-	-	1	1	4	
	Haricot + avoine	-	-	-	3	2	8	
	Maïs + soja	-	-	-	1	1	3	
	Riz pluvial	8	2	15	-	-	-	
		-	-	-	0	1	2	
	Maïs + haricot + avoine	-	-	-	0	1	9	
	Pomme de terre	-	-	-	1	1	6	
	Haricot / avoine	-	-	-	2	1	2	
		-	-	-	1	1	2	
	Riz pluvial	-	-	-	2	1	2	
	-	-	-	1	1	28		
Maïs + haricot + avoine	3	1	6	-	-	-		
Maïs + trèfle								
Sous total pour le maïs		-	8	45	-	24	135	
Pomme de terre	Jachère	0	2	4	0	1	1	
	Maïs + soja	1	1	4	-	-	-	
Pomme de terre/avoine	Jachère	0	1	2	-	-	-	
Sous total		-	4	10	-	1	1	

Tableau 24 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.

Culture	Précédent cultural	Antsampanimahazo			Ampandrotrarana		
		Année de SD	Nombre	Surface	Année de SD	Nombre	Surface
Haricot + <u>B. ruziziensis</u>	Jachère	1	1	1	-	-	-
	Riz pluvial	-	-	-	1	1	8
	Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	5
	<u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	7
Soja + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	-	2	1	4
	Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	2	1	3	-	-	-
	Riz + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	2	1	2
	<u>B. ruziziensis</u> pur	-	-	-	1	1	5
Maïs + haricot + <u>B. ruziziensis</u> (en cours d'installation)	-	-	-	-	3	1	13
	Maïs + haricot + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	3
	Manioc	-	-	-	0	1	5
	Riz pluvial	-	-	-	1	1	4
Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	Jachère	-	-	-	0	1	3
	Haricot/avoine	-	-	-	0	1	2
	Riz + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	2	1	2
	Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	3	1	2
<u>B. ruziziensis</u> (pur)	Jachère	-	-	-	2	4	9
	-	-	-	-	3	1	20
	Riz pluvial	-	-	-	1	1	2
	Haricot	-	-	-	1	1	2
Riz pluvial + <u>S. guianensis</u>	Haricot / avoine	3	2	3	-	-	-
	Soja + avoine	1	1	2	-	-	-
	Patate douce	-	-	-	0	1	5
	-	2	1	1	-	-	-
<u>B. ruziziensis</u> en deuxième année	Riz pluvial	5	1	9	-	-	-
	Haricot + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	1	1	11
	Maïs + <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	3	1	5
	Manioc + <u>B. ruziziensis</u>	Plusieurs	7	39	2	1	8
	Soja + <u>B. ruziziensis</u>	1	1	2	2	1	3
	Riz + <u>B. ruziziensis</u>	1	2	5	-	-	-
<u>B. ruziziensis</u> + <u>S. guianensis</u> en deuxième année	Pois de terre + <u>B. ruziziensis</u> + <u>S. guianensis</u>	-	-	-	1	1	2
	Parcelles fourragères déjà installées (principalement <u>B. ruziziensis</u>)	Plusieurs	19	188	Plusieurs	2	9
Sous total des cultures fourragères		-	36	253	-	29	141
Total des parcelles suivies sur les collines		-	147	716	-	94	661
Contre saison sur rizière :							
Riz irrigué/avoine		1	12	19	-	-	-
Riz irrigué/avoine + radis fourrager		1	1	1	1	18	24
Riz irrigué/avoine + ray grass		1	1	2	1	1	3
Riz irrigué/avoine + vesce		1	2	3	-	-	-
Riz irrigué/avoine + petit pois		-	-	-	1	3	9
Riz irrigué/radis fourrager		-	-	-	1	1	1
Riz irrigué/pomme de terre		1	3	4	-	2	14
Total des cultures de contre saison suivies sur rizière à mauvaise maîtrise de l'eau		-	19	29	-	25	51
Total des parcelles mises sur le terroir		-	166	745	-	119	712

Tableau 25 : Systèmes de cultures mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs sur sols ferrallitiques des Hautes Terres.

Emplacement	Culture	Précédent cultural	Année SD	Nombre	Surface (ares)	
Collines	Riz pluvial	Arachide	0	1	2	
			1	1	6	
		Haricot	0	1	6	
			1	1	2	
		Pomme de terre	0	1	3	
		1	3	36		
	Riz + <i>S. guianensis</i>	Soja	0	2	8	
	Sous total riz pluvial				10	63
	Maïs + avoine + petit pois	Manioc	1	1	2	
	Maïs + haricot + avoine	Chiendent	1	2	7	
		Manioc	0	1	5	
		Patate douce	1	1	7	
		Pomme de terre	0	3	11	
			1	2	6	
	Sous total en culture associée			-	10	38
Pomme de terre/avoine	Haricot	0	2	7		
		1	1	3		
	Manioc	1	1	4		
Sous total pomme de terre			-	4	14	
Manioc + <i>B. ruziziensis</i>	Haricot	0	2	19		
<i>B. ruziziensis</i>	Jachère	1	1	1		
Sous total des cultures fourragères			-	3	20	
Total des cultures suivies sur collines			-	27	135	
Contre saison sur rizière	Riz irrigué/avoine	Riz irrigué avec contre saison	1	2	21	
	Riz irrigué /avoine + vesce	//	1	1	2	
	Riz irrigué /avoine + petit pois	//	1	2	12	
	Riz irrigué/avoine + petsai	//	1	1	5	
	Riz irrigué/blé + vesce	//	0	8	13	
	Riz irrigué/ray grass	//	1	2	4	
Total des cultures suivies sur rizières			-	16	57	
Total des parcelles suivies sur le terroir			-	43	192	

Tableau 26 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur le terroir en sol volcanique des Hauts Terres (Miaramamindra).

- haricot / avoine semée après la récolte du haricot), soit en premier cycle (avoine / haricot)
- une installation aisée ne nécessitant pas de travaux supplémentaires par rapport à la culture vivrière principale de première saison en dehors du semis (qui peut-être aisément mécanisé avec une roue semeuse).
- et constitue un excellent précédent cultural grâce à sa production de biomasse, qui peut-être conservée en partie comme paillage, et à son effet sur l'amélioration de la fertilité du sol.

La paille d'avoine présente des effets allélopathiques intéressants, évitant ainsi le développement des adventices et l'utilisation des herbicides, et se décompose lentement (rapport C/N élevé). Cette culture dérobée est utilisée comme « pompe biologique » car son système racinaire puissant recycle les nutriments des horizons profonds vers la surface où ils peuvent être utilisés par les cultures principales.

Sa diffusion spontanée chez les agriculteurs les plus démunis est freinée par le coût de ses semences (100 kg/ha environ à 1 000 Ar/kg).

La pomme de terre qui remplace souvent la jachère à Antsampanimahazo permet aussi de récupérer les terrains abandonnés. Elle est fortement fertilisée (engrais minéraux, achat de cendres) et peut être écobuée avec des combustibles adaptés (*mimosa*, *Acacia mearnsii*, ou rambiazina, *Helichrysum sp.*) , et suivie d'une avoine en dérobée.

A Antsampanimahazo, cet itinéraire devrait constituer le lit du semis direct en terrain épuisé : il permet d'installer directement du riz pluvial l'année suivante. Au cours de la campagne 2005-2006, la pomme de terre a été délaissée par manque de trésorerie chez les agriculteurs.

Souvent, lorsque les sols sont trop pauvres (terrains érodés abandonnés), l'agriculteur a recours aux cultures fourragères (pompes biologiques), comme le *Brachiaria ruziziensis*, installées en association avec une culture vivrière (manioc, riz pluvial, haricot, soja, maïs, pois de terre). Le tiers des surfaces suivies à Antsampanimahazo sur les Hautes Terres deviennent ainsi fourragères avec un impact sur la production laitière.

Certains remettent déjà en culture de haricot, soja ou riz pluvial les parcelles les plus anciennes de *B. ruziziensis* ou adoptent des systèmes de culture continue sur chiendent ou kikuyu, alternant une production vivrière (haricot, soja, riz pluvial) et la fauche de la couverture fourragère.

Le développement des S.C.V conduit à une transformation des systèmes de production, à leur diversification et leur intensification (MICHELLON et al, 2006). Le recours aux intrants est généralisé sur toutes les cultures vivrières de riz, soja, haricot, pomme de terre, maïs et pois de terre (tableau 25), même en association avec les *B. ruziziensis* en cours d'implantation.

Intrants	Type : : Variété produit commercial	Prix unitaire en Ar	Quantité en kg ou en l				Valeur totale en Ariary
			Antsapanim ahazo Campagne	Ampandro trarana Campagne	Betafo		
					Campagne	Contre saison	
Engrais	NPK	1040	1445,2	590	178	35	2 338 128
	Urée	990	378,5	277,5	67	50	765 270
	Dolomie	166	1257,5	0	25	0	212 895
Sous total 1							3 316 293
Semences							
Riz	FOFIFA 159	800	96,75	112,6	40,5		199 880
	FOFIFA 154	800	0	28	0		22 400
Haricot	V. brésilienne	1000	41,9	13,5	9,5		64 900
	V.F 13	1000	0	52,5	0		52 500
Soja	FT10	1000	16,8	3,5	0		20 300
Pomme de terre	Meva	600	0	30	0		18 000
Inoculant		520	2	0	0		1 040
Sous total 2							379 020
Produit phytosanitaire							
Traitement de semence	Gaicho T45WS	168000	0,75	0,358	0,13		207 984
	Calthir PM	9000	0,3	0,4405	0,053		7 142
Herbicides	Glyphader	7000	10,66	8,21	0		132 090
	2,4-D sel d'amine	6600	1,5	0	0		9 900
	Gramoxone	9480	0	0,45	0		4 266
	Stomp 500 EC	21639	2,5	1,96	2		139 788
Insecticides	Carbofuran	9165	2,25	0	0		20 621
Sous total 3							521 791
TOTAL							4 217 104
Intérêt pour la campagne (2,5 % par mois, soit 22,5 au total)							929 521
Intérêt pour la contre saison (2,5 % par mois, soit 12,5 % au total)							10 738
Total avec intérêt							5 157 362

Tableau 27 : Quantité et valeur des intrants mis à la disposition des groupements sur les Hautes Terres (pour la campagne 2005-2006)

Remarque : A partir du 1^{er} janvier 2005 l'ariary (Ar) remplace le franc malgache (fmg) avec 1 Ar = 5 fmg et leuro équivaut à 2 500 Ar à l'époque des contrats.

Un crédit de campagne à taux d'intérêt réduit pour Madagascar (2,5% par mois pour cette campagne) a été accordé aux associations d'agriculteurs avec caution solidaire des membres. Les engrais constituent le principal achat (80% des coûts) avec un apport compris entre 100 et 300 kg/ha de ternaire (NPK 11.22.16) sur toutes les cultures, et un complément d'urée sur céréales.

Le second facteur qui est généralisé est le traitement des semences de riz et maïs avec l'imidachlopride + thirame (Gaucho T45 WS) contre les dégâts de vers blanc, ou celles de soja, haricot, et niébé au thirame (Calthir PM) contre la fonte des semis. Ces traitements représentent seulement 5% du total des intrants.

L'utilisation des variétés améliorées est aussi généralisée pour les cultures nouvelles : riz pluvial (FOFIFA 159) et soja (FT 10), ainsi que les traditionnelles : haricot (Variétés brésiliennes : Carioca et Iapar 20). Il faut souligner l'importance du facteur de multiplication de ces semences cultivées localement que les producteurs revendent à leurs voisins.

Seule la moitié des intrants a pu être remboursée à la récolte en raison des mauvais rendements liés aux conditions climatiques défavorables.

f) Rendement des cultures :

- Le riz pluvial :

Le diffusion du riz pluvial est récente et a été rendue possible grâce à la sélection de variétés d'altitude, tolérantes au froid et à la pyriculariose : FOFIFA 133, FOFIFA 152, FOFIFA 154, et actuellement FOFIFA 159. Introduites dans le système traditionnel avec labour, elles entrent en rotation avec le maïs et haricot, la pomme de terre ou une jachère de courte durée, avec des rendements inférieurs à ceux des rizières bien cultivées (généralement inférieurs à 1 t/ha).

Le riz pluvial qui, semé après labour, constitue une entrée importante pour les systèmes de culture en semis direct sur résidus, représente la production prioritaire une fois qu'ils sont installés. Il entre alors en rotation avec les légumineuses, soja ou haricot, éventuellement associées au maïs, ou succède à la pomme de terre sur terrain épuisé. Les précédents de cycle court : haricot et pomme de terre, sont souvent suivis d'une avoine en dérobé pour renforcer le paillage.

Le calage du cycle du riz est primordial dans les conditions climatiques des Hautes Terres malgaches. L'altitude, et en particulier les basses températures nocturnes au moment de l'épiaison, provoque une stérilité des grains et réduit la production des semis tardifs. Antsampanimahazo est situé à près de 1 700m d'altitude et les mises en place précoces, avec semis à sec en octobre, avant l'installation de la saison des pluies, y paraissent les plus favorables (MICHELLON et al, 2006). Les rendements sont réduits pratiquement de moitié entre la mi-octobre (semis à sec) et la mi-novembre. En outre cette installation précoce du riz pluvial ne vient pas en concurrence pour la main d'œuvre avec le repiquage traditionnel du riz en rizière.

Au cours de la campagne 2005-2006, les pluies n'ont débuté qu'à la fin de la seconde décade de novembre 2005. Même les semis à sec n'ont levé qu'à la fin novembre. La pluviométrie a ensuite été excessive et les plantes ont subi des dégâts d'érosion sur labour et d'asphyxie liée à la stagnation de l'eau en semis direct. Les rendements obtenus sont très faibles quelle que soit la variété (figure 10), et représentent entre le quart et le dixième de celui obtenu en 2004-2005.

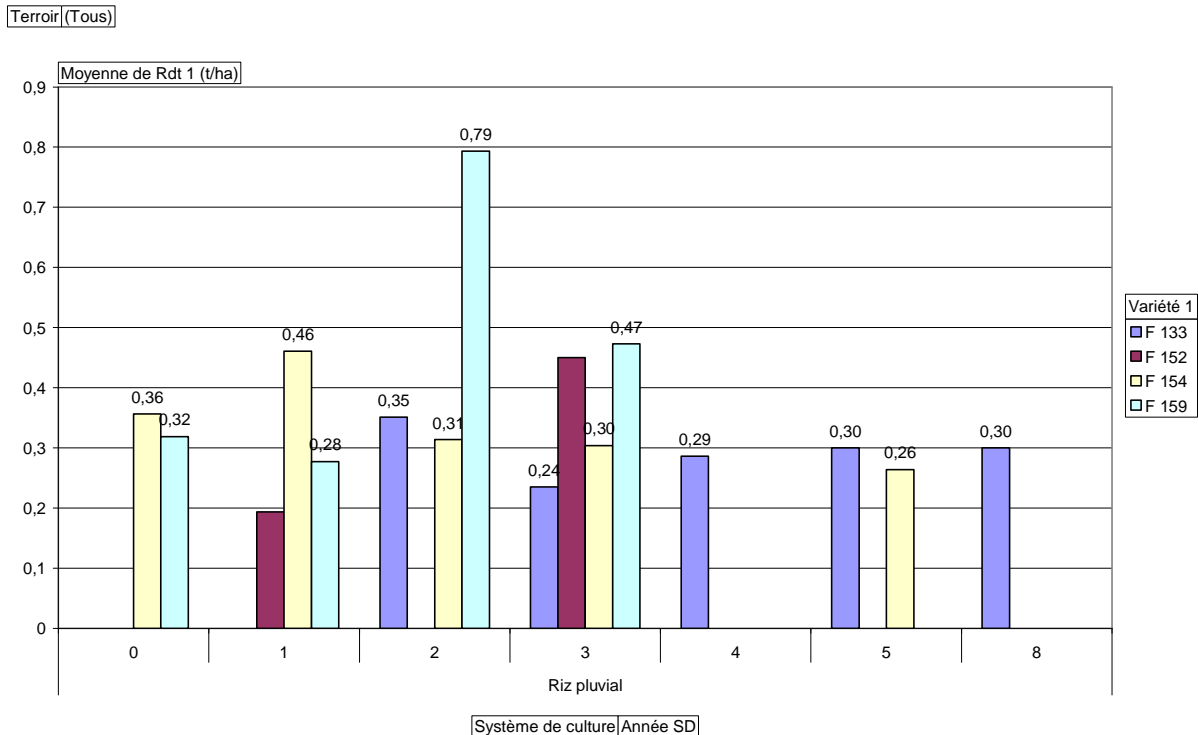


Figure 10 : Rendement du riz pluvial en t de paddy par ha selon le nombre d'années d'installation du semis direct et la variété sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres.

En ce qui concerne les itinéraires techniques, la préparation du terrain comporte généralement un traitement herbicide de nettoyage avec du glyphosate, recommandé lorsque le précédent cultural est une légumineuse seule (haricot, soja). Les semences sont traitées par voie humide avec un produit à base d'imidachlopride + thirame (Gaucho TW 45 S) qui s'avère efficace contre les vers blancs. Les semis sont réalisés après trouaison à l'angady à raison de 5 à 8 graines par poquet (à 0,3 x 0,2 m). Les apports de fumier et de fumure minérale sont localisés dans le trou. Au cours de cette campagne l'apport d'engrais minéral n'a pas eu d'influence significative sur les rendements (figure 11)

Pour la culture du riz pluvial, les mauvaises herbes représentent l'un des principaux facteurs limitants du rendement dans la mesure où elle entrent en concurrence directe avec le riz pour l'eau, les éléments fertilisants, la lumière... Le désherbage, indispensable en sol nu après labour, reste nécessaire en S.C.V installé depuis peu d'années, quand la couverture du sol est insuffisante (surtout après soja, haricot...). L'utilisation d'herbicides sélectifs au semis (pendimethaline) a fait l'objet de démonstrations et a été utilisé avec succès. Il intéresse les agriculteurs car les périodes de désherbage coïncident avec les pointes de besoin en main d'œuvre dans les rizières. De plus les adventices sont plus difficiles à maîtriser en période très pluvieuse.

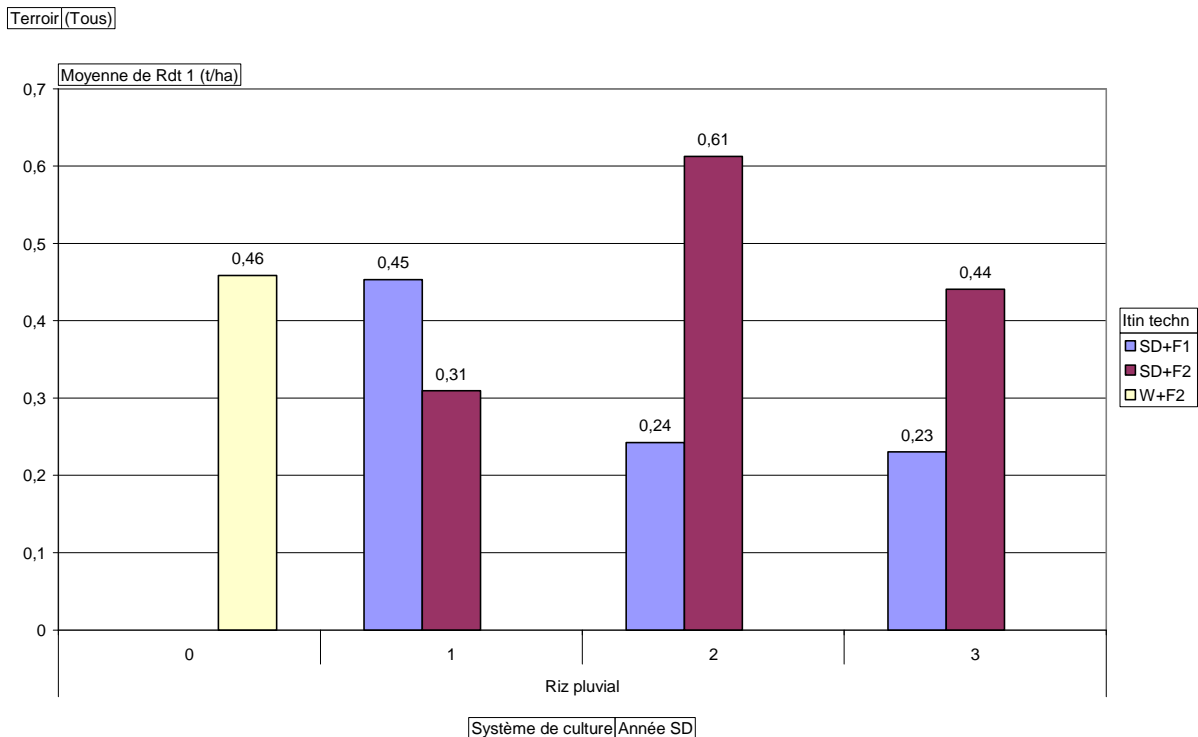


Figure 11 : Rendement du riz pluvial selon sa fumure en t de paddy par ha sur les sols ferrallitiques des Hautes terres

Remarque : Les fumures appliquées sont variées, celles représentées sur la figure sont :

- F1 : 5 t/ha de fumier
- F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée 25 jours après le semis

La culture du riz pluvial en association avec le maïs s'est généralisée sur le terroir d'Ampandrotrarana (encadré plus récemment par TAFa) avec une seule variété de riz FOFIFA 159 (la plus résistante à la pyriculariose du cou). La densité du maïs est faible avec une 1 ligne semée tous les 2 m d'écartement (avec 2 grains par poquets espacés de 0,5 m sur la ligne). Le développement du maïs reste limité sur sol ferrallitique, mais il pourrait jouer un rôle de brise vent lors de la fécondation du riz.

Le rendement du riz pluvial est alors voisin de 1 t de paddy par ha (12). Par contre la production de grains reste très faible pour le maïs (0,2 t/ha environ) dont les tiges sont valorisées comme fourrage

La culture du riz pluvial sur colline n'était pas pratiquée sur les sols volcaniques récents de Miaramandra. Les raisons invoquées étaient la longueur du cycle de cette culture (dans des zones où les agriculteurs pratiquent 3 cycles par an) et la difficulté de désherbage après son installation sur ces sols riches (présence de *Cyrus esculentus*, *C. rotundus*,...). Mais les membres de l'association Manirisoa souhaitaient compléter leur production insuffisante dans les rizières.

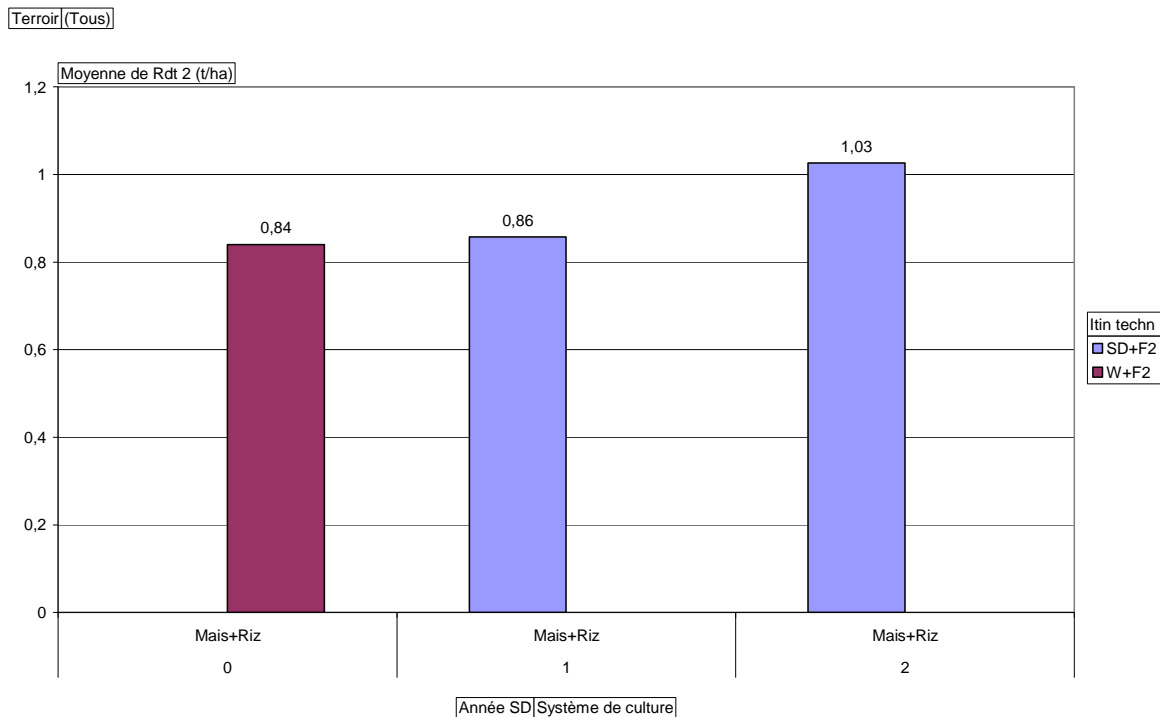


Figure 12 : Rendement du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d'Ampandrotrarana (en t de paddy par ha).

Les parcelles ont été installées avec ou sans labour sur les mêmes précédents culturaux en ayant recours à un herbicide : pendimethaline à 1500 g/ha, qui a donné entière satisfaction aux agriculteurs. Sans labour, les productions atteignent 4 t/ha de paddy et sont supérieures de moitié à celles obtenues après travail du sol (figure 13).

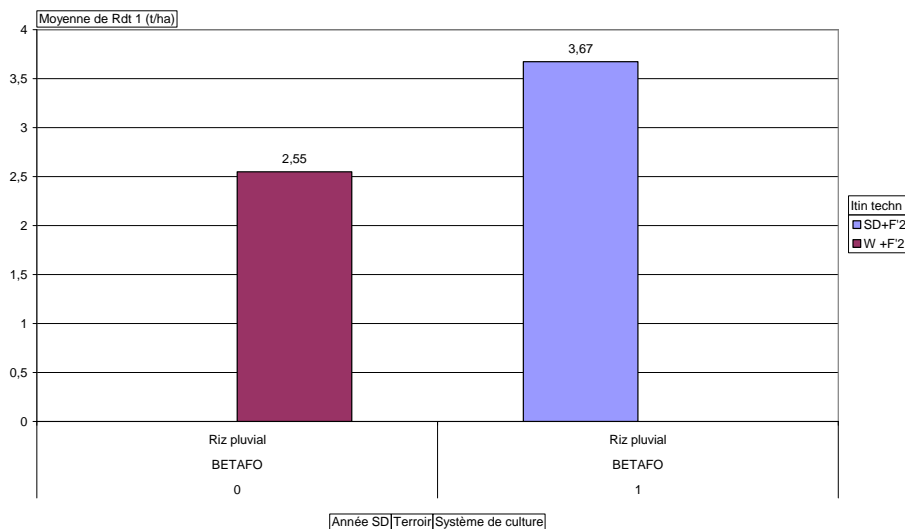


Figure 13 : Rendement du riz pluvial en fonction de son mode d'installation sur andosol sur le terroir de Betafo (en t de paddy par ha).

- Le haricot :

Sur tanety (collines), l'association du maïs et du haricot domine dans les systèmes en sol nu avec labour et se pratique plusieurs années de suite. Les agriculteurs qui innovent en adoptant les SCV diversifient aussi leurs productions vivrières (riz pluvial, soja) et fourragères. Le système traditionnel maïs + haricot subsiste, mais les légumineuses sont cultivées principalement en culture pure, évitant les successions de la même espèce (et les maladies qui en découlent : grasse du haricot, nématode sur soja...).

La culture du haricot domine en surface à Ampandrotrarana (la moitié du vivrier) et représente la seconde production après le riz pluvial à Antsampanimahazo.

Suite aux démonstrations antérieures, les variétés brésiliennes plus résistantes aux maladies (anthracnose,..) et plus productives que le cultivar traditionnel Soafianarana, l'ont pratiquement remplacé chez les agriculteurs encadrés à Ampandrotrarana. Une nouvelle variété d'origine japonaise, Nain de Kyondo, est aussi prisée car ses grains sont blancs, comme ceux de la traditionnelle Soafianarana. Les semis sont habituellement réalisés en premier cycle annuel pendant la dernière décade d'octobre à Ampandrotrarana et jusqu'aux tout premiers jours de novembre à Antsampanimahazo. Cette installation précoce permet de cultiver de l'avoine en dérobé après la récolte du haricot.

Les semences, traitées contre la fonte des semis au thirame (2 g/kg de Calthir PM à 80%), sont semées en poquets à 0,2m sur 0,4m. La fumure est localisée et comporte du fumier et le plus souvent une fertilisation minérale.

En culture pure, les rendements sont très faibles pour le haricot de premier cycle (moins de 20% de ceux obtenus en 2004-2005) pour 2 raisons principales : un semis tardif et un excès d'humidité après la levée (figure 14). Les rendements semblent baisser à partir de la deuxième année de semis direct sur résidus au cours de cette saison très humide. Une des raisons à étudier pourrait être l'infestation de la parcelle par certaines maladies qui se conservent dans les résidus (comme la bactériose commune du haricot, Xanthomonas compestris, pv phaseoli.) et qui proliféraient en condition très humides permanentes.

Les rendements du haricot de premier cycle ne sont pas améliorés par les apports de fumure minérale en année très défavorable (figure 15).

Le mêmes résultats sont obtenus pour le haricot de deuxième saison qui a été affecté par une pluviométrie déficitaire et très mal répartie pendant le cycle.

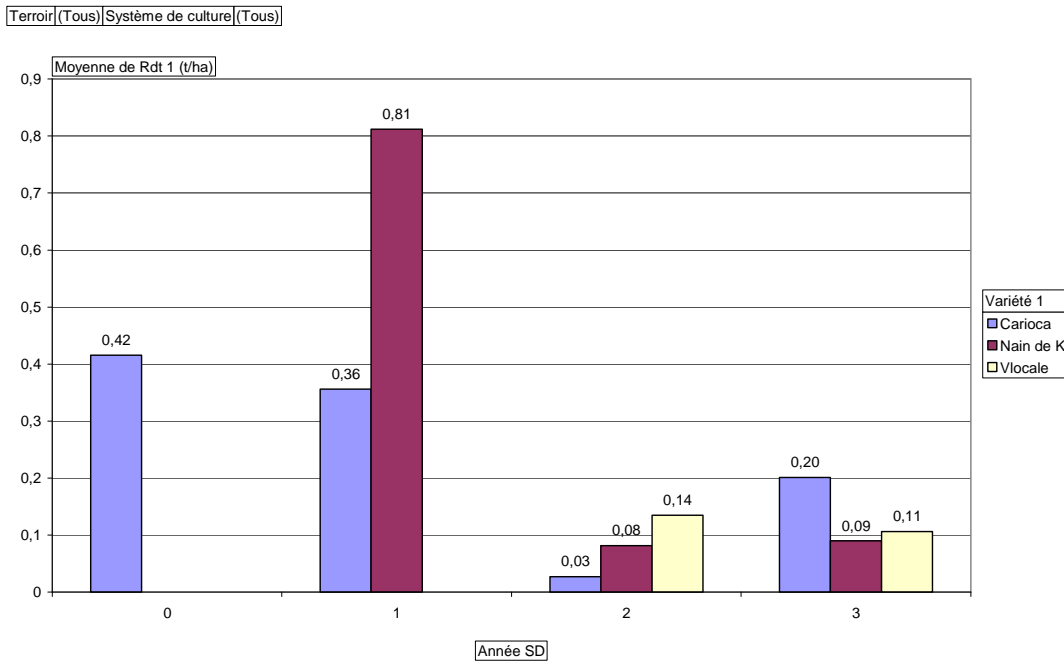


Figure 14 :Rendement des variétés de haricot de premier cycle en semis tardif sur les terroirs en sols ferrallitiques des Hautes Terres (en t/ha).

Remarque : Les variétés introduites sont Carioca et Nain de Kyondo et le cultivar local (V local) et Soafianarana

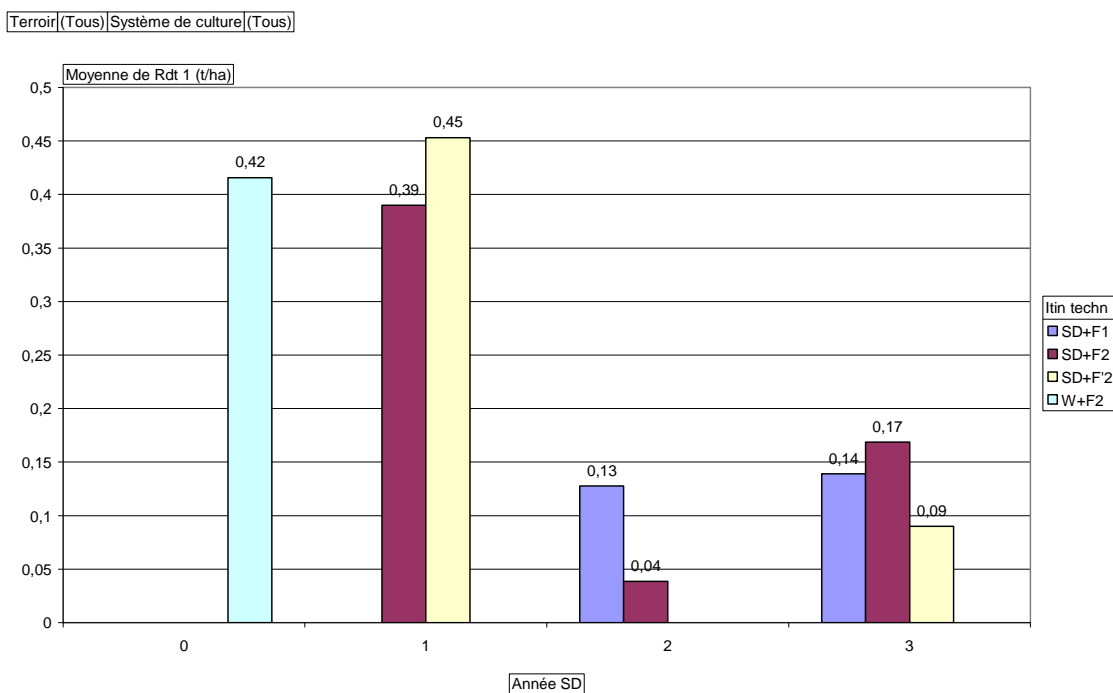


Figure 15 : Rendement du haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur les terroirs en sols ferrallitiques des Haute Terres (en t/ha).

Remarque : Les fumures appliquées sont :

- F1= 5 t/ha de fumier
- F'2= 5 t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK
- F2= 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK. (+ éventuellement 250 kg/ha de dolomie à Antsampanimahazo)

- Le soja

Le soja représente près du quart des surfaces en vivrier à Antsampanimahazo et 10% à Ampandrotrarana (où sa culture est nouvelle). Il est souvent associé à une autre production vivrière (soja + maïs) ou fourragère (soja + avoine, soja + B. ruziziensis).

Les semis sont habituellement réalisés entre la fin du mois d'octobre et la première décennie de novembre. Les semences traitées contre la fonte des semis au thirame (2g/kg de Calthir PM à 80%), sont semées en poquets à 0,2m sur 0,4m. La fumure est localisée et comporte du fumier et le plus souvent une fumure minérale.

Au cours de la campagne 2005-2006, les semis de soja ont été réalisés tardivement en raison de la sécheresse et ont subi les dégâts des excès de pluie en début de cycle, comme le haricot de première saison. Les rendements sont très faibles inférieurs à 0,2 t/ha, quel que soit le système de culture et le niveau de fumure (figure 16).

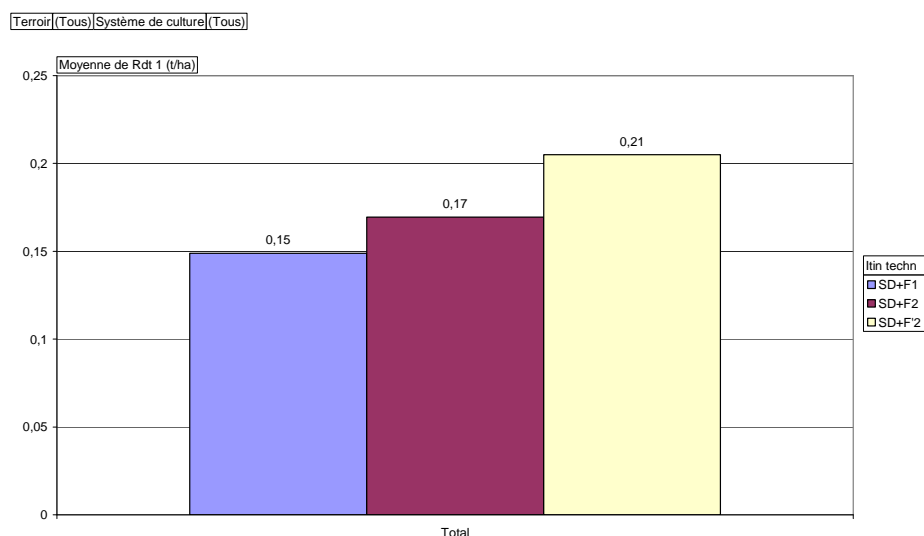


Figure 16 : Rendements du soja selon la fumure sur les terroirs en sols ferrallitiques des Hautes Terres.

Remarque : Les fumures appliquées sont

- F1= 5 t/ha de fumier
- F'2= 5 t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK
- F2= 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

- La pomme de terre

La culture de la pomme de terre joue un rôle important sur les Hautes Terres, dans les petites exploitations sur sol ferrallitique sur dépôts volcano-lacustres de la région d'Antsirabe, comme à Antsampanimahazo. Toujours bien fumée, elle remplace souvent la jachère en système traditionnel, en rotation avec l'association maïs et haricot. Cette production est plus rarement pratiquée sur les sols ferrallitiques sur socle cristallin plus pauvres en matière organique, comme à Ampandrotrarana.

Elle permet en outre d'installer les S.C.V (MICHELLON et al, 2006) et de restaurer les terrains incultes en jachère, grâce à l'écobuage qu'elle valorise. Suivie d'une avoine en dérobé, cet itinéraire constitue le lit du semis direct en terrain épuisé et conduit à des rendements en riz pluvial de 3 à 4 t/ha l'année suivante.

La technique d'écobuage mise au point par l'équipe de recherche développement TAFE – CIRAD – FOFIFA (MICHELLON et al, 2004) a été adaptée en fonction des combustibles disponibles localement.

L'écobuage est réalisé dans des tranchées de 0,2 m environ sur 0,4 m de large, espacées de 0,6 m. Il est pratiqué directement dans la jachère après avoir récupéré les arbustes sur le terrain abandonné ou au voisinage : « mimosa », *Acacia mearnsii*, et « rambiazina », *Helichrysum sp.*, essentiellement. Après quelques jours de séchage ces branches sont arrangées au fond de la tranchée (avec leur feuillage) et recouvertes de bozaka, *Aristida sp.*, qui constitue un paillage dense. Il permet de conserver une aération dans la tranchée recouverte de terre, sur 10 à 15 cm d'épaisseur, lors du brûlage. Des cheminées sont ménagées tous les mètres environ pour favoriser le tirage lors de la combustion lente (24 heures environ).

La fumure accentue l'effet de l'écobuage. Elle comporte des apports élevés de fumier, d'engrais minéral (300 kg/ha de NPK) et parfois de cendre, ou « laro », obtenue dans des fours traditionnels à partir de la combustion du « mimosa » (essentiellement pour la fabrication du savon artisanal), ainsi que de taindaro (résidus de la saponification) . Nous avons montré que l'effet spectaculaire de l'écobuage s'ajoute à celui de la fumure et d'un apport de cendre (MICHELLON et al, 2004).

Les résultats obtenus sur sol ferrallitique (MICHELLON et al, 2006) se confirment sur andosol (figure 17): à Miaramamindra, les rendements obtenus après écobuage sont doublés par rapport au labour (20 t/ha contre 10 t/ha avec la fumure F'2 : 5 t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK).

De même qu'en sol ferrallitique, la plantation directe de la pomme de terre après traitement au glyphosate et simple sillonnage, permet d'améliorer le rendement d'un tiers par rapport au labour (13 t/ha contre 10 t/ha après labour).

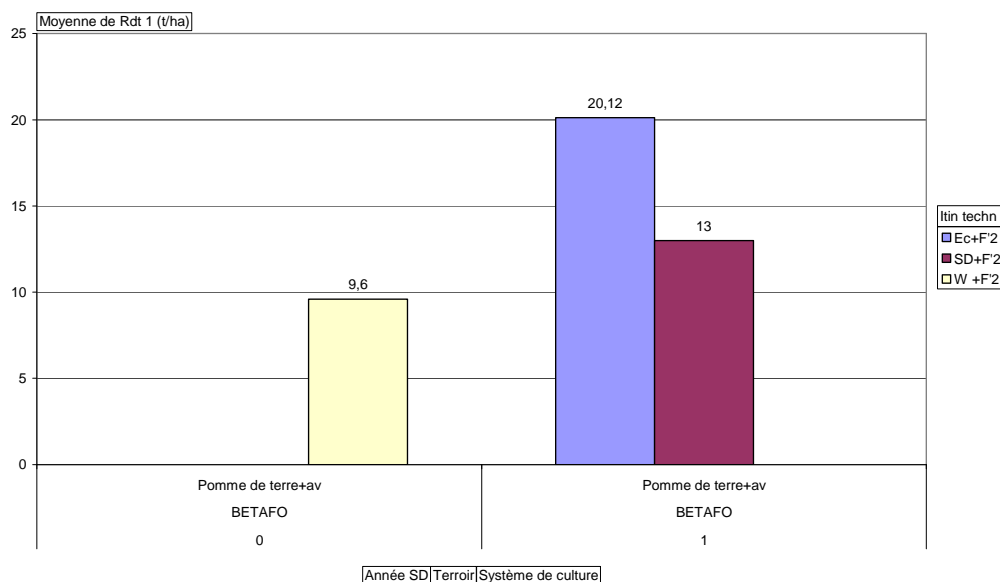


Figure 17 : Rendement de la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe (SD) ou après labour (W)

Certains agriculteurs installent le semis direct à partir de leur culture traditionnelle de pomme de terre après labour (généralement en rotation avec maïs + haricot), suivie d'une avoine en dérobé. Elle bénéficie de l'arrière effet de la forte fumure (fumier, 200 à 300 kg/ha de NPK, cendres), et assure la production de biomasse dans la parcelle et la fonction de « pompe biologique ».

- Le maïs

Culture dominante sur les tanety en système traditionnel, le maïs régresse en SCV alors qu'il devrait y retrouver une place intéressante dans les associations.

Ainsi les rendements du haricot ou du soja sont équivalents en intercalaire du maïs ou en culture pure en SCV, avec une production de maïs non négligeable sur les sols fertiles en année favorable. Elles constituent en outre un meilleur précédent cultural pour le riz pluvial que les légumineuses pures. Il faut cependant veiller à réaliser des rotations pour éviter les maladies en SCV (graisse du haricot).

Le maïs est aussi utilisé en association avec le riz pluvial dans de nombreuses régions de Madagascar où cette culture est traditionnelle. Disposé en lignes tous les 2 m d'écartement, il constitue un brise vent favorable à la fécondation du riz.

Le maïs peut être aussi associé avec la crotalaire, *Crotalaria grahaminia*, qui décompacte le sol et constitue un bon précédent pour le riz pluvial, sans affecter le rendement du maïs associé. Cette plante améliorante n'est pas appréciée par les agriculteurs qui préfèrent une espèce vivrière ou fourragère. La sélection de variétés adaptées de Pois cajan, *Cajanus cajan*, ou « amberovaty », est en cours pour la remplacer (la variété brésilienne Arata semblerait bien adaptée sur les Hautes Terres).

- Les productions fourragères : intégration de l'élevage à l'agriculture

A la demande des agriculteurs motivés par l'élevage laitier un test avait été mis en place à Antsampanimahazo (MICHELLON et al, 2003) pour :

- installer des couvertures fourragères en association avec les cultures vivrières, en raison du manque de terre disponible,
- diversifier les ressources pour l'alimentation des bovins,
- disposer de matériel végétal pour le diffuser sur le terroir villageois.

Le choix des agriculteurs s'est porté sur le *Brachiaria ruziziensis* qui s'est avéré le plus productif surtout sur les zones incultes en milieu et bas de pente (terrains abandonnés ou en très longue jachère).

Généralement il n'est pas nécessaire d'immobiliser de surface productive pour l'installation des couvertures. Leur développement est favorisé sous couvert d'une culture dont le rendement n'est pas affecté. Toutes les nouvelles parcelles de *B. ruziziensis* sont installées en association, principalement avec du manioc, riz pluvial, haricot, soja ou maïs. Le tiers des surfaces suivies sur les Hautes Terres deviennent ainsi fourragères (sans compter l'avoine à cycle court), avec un impact sur la production laitière (tableau 23).

L'association avec le manioc intéresse plus particulièrement les agriculteurs car elle peut être pratiquée en poursuivant l'exploitation du fourrage, alors que la culture pure qui dure 18 mois (2 campagnes) est peu appréciée. Les résultats sont aussi prometteurs, avec des rendements supérieurs et un meilleur goût, comme dans les zones de moyenne altitude.

La mise en place du *B. ruziziensis* est réalisée principalement par semis, ou par bouturage (les boutures sont toujours utilisées pour compléter les zones avec une couverture insuffisante), avec parfois un décalage avec le semis de la culture vivrière (implantation des boutures retardées dans le maïs,...)

Il est bien adapté au mode d'exploitation des éleveurs qui le coupent fréquemment à raz et le ramènent à l'étable. L'absence de pâturage, et donc de restitution par les bouses et les urines des vaches laitières, risque de conduire à terme à un épuisement complet de ces sols déjà dégradés (mais avec un niveau de fertilité encore plus bas qu'avant l'installation du B. ruziziensis).

Cette gestion fourragère devrait donc évoluer en particulier pour intégrer des variétés plus productives (introduites du Brésil, B. brizantha marandu,...) ou d'autres espèces : Brachiaria decumbens (à production mieux répartie au cours de l'année), Stylosanthes guianensis (légumineuse adaptée aux sols acides et constituant le meilleur précédent du riz pluvial sans intrants),...

Cette dernière espèce adaptée aux sols pauvres doit être utilisée de manière raisonnée. Lorsqu'elle est sous-exploitée, elle se lignifie et les bovins la refusent. Les coupes fréquentes stimulent la production de nouvelles pousses feuillues, mais elle ne supporte pas le pâturage, ou la fauche au raz du sol. Cette technique permet par ailleurs de la tuer, sans recours à un herbicide, pour installer du riz pluvial ou du maïs sur ses résidus (après restauration du sol)

g) Résultats économiques :

Au cours de la campagne 2005-2006, les données économiques ont été évaluées pour l'ensemble des parcelles chez les agriculteurs encadrés par TAFE sur les terroirs villageois d'Antsampanimahazo, d'Ampanandrotrarana et de Miaramamindra.

La diminution des temps de travaux, grâce à la suppression du labour en SCV, n'apparaît pas comme l'une des motivations principales des agriculteurs qui changent de mode de gestion du sol, sauf pendant les pointes de travail. Ils apprécient la souplesse dans les opérations culturales et cherchent surtout à intensifier leurs productions sur leur petite exploitation.

Les temps de travaux enregistrés sont élevés. Il faut noter que la main d'œuvre est surtout familiale (incluant les enfants après l'école), ou provient de l'entraide, mais n'est que rarement salariée. Les tâches sont nouvelles pour les agriculteurs (apport d'engrais, traitements herbicides ou phytosanitaires). Elles sont réalisées très méticuleusement pour améliorer leur efficacité : ainsi l'urée est localisée près de chaque poquet, au lieu d'être épandue à la volée, comme préconisé.

Les indicateurs utilisés pour comparer les résultats économiques obtenus pour les différentes cultures et itinéraires techniques, et pour conseiller les agriculteurs sont :

- la marge brute :
calculée en déduisant de la valeur de la production agricole, les consommations intermédiaires concernant la culture : semences, engrais, herbicides, et produits phytosanitaires.
- La marge nette (hors rémunération du travail familial) :
qui se calcule en enlevant à la marge brute la rémunération du travail salarié pour la culture (y compris le travail à façon), la location de la parcelle, les intérêts des emprunts, les impôts et taxes foncières, la redevance pour l'eau et les amortissements économiques.

Pour ces petites exploitations le plus souvent en faire-valoir direct, les locations, impôts et taxes foncières et amortissements sont nuls. Cette marge nette correspond au revenu agricole exact pour chaque paysan individuellement pour la culture considérée.

- la valorisation (brute) de la journée de travail :

obtenue en divisant la marge brute par le nombre de journées de travail (familial ou salarié) ramenées à une durée moyenne de 7 heures.

Ce critère d'évaluation économique a une importance accrue en zone périurbaine, lorsque l'agriculteur a l'opportunité d'obtenir un travail salarié.

- Le riz pluvial

Les temps de travaux sont très élevés en système intensifié après labour (figures 18,22) et compris entre 210 et 240 jours/ ha en raison des besoins importants pour le labour à l'angady (150 j/ha et le sarclage 10j/ha). Dès l'installation du semis direct, ils se réduisent à 120 j/ha.

Sur sol ferrallitique les marges brutes sont faibles avec apport de fumier seul et deviennent négligeable avec des fumures minérales (figure 19 et 21). Il en est de même des autres résultats économiques (figures 20, 23,24 et 25).

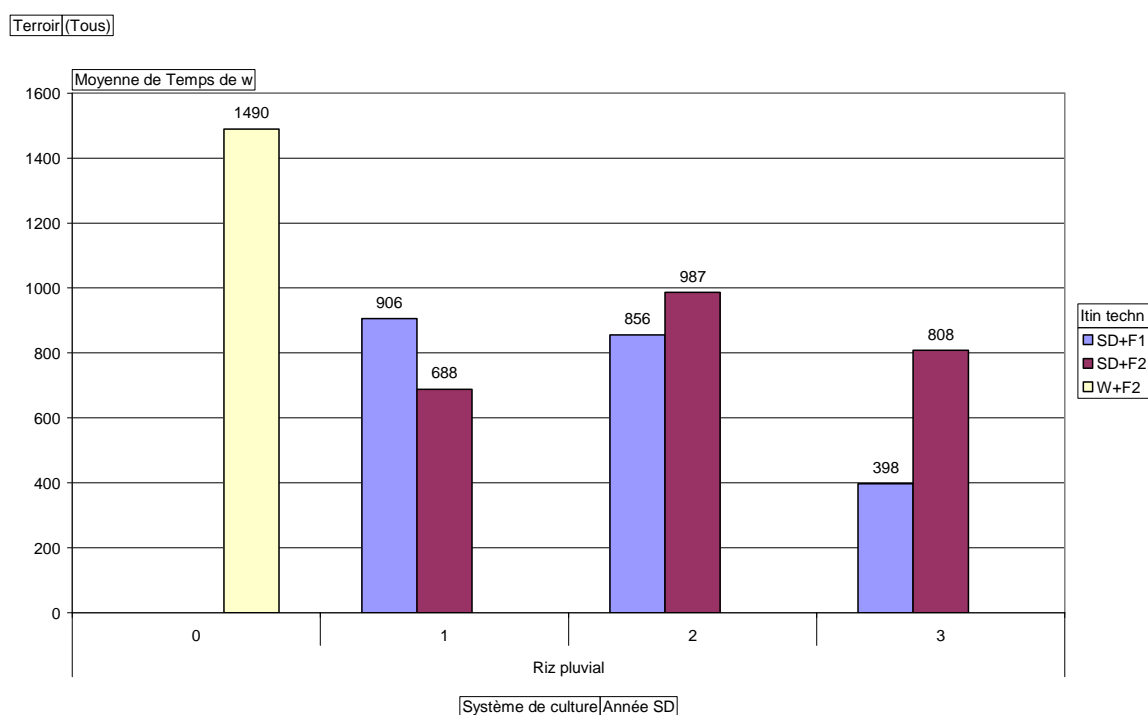


Figure 18 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial en fonction de la fumure et du nombre d'années d'installation du semis direct sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en h./ha).

Remarque : Les fumures appliquées sont :

- F1= 5 t/ha de fumier
- F2= 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée 25 jours après le semis.

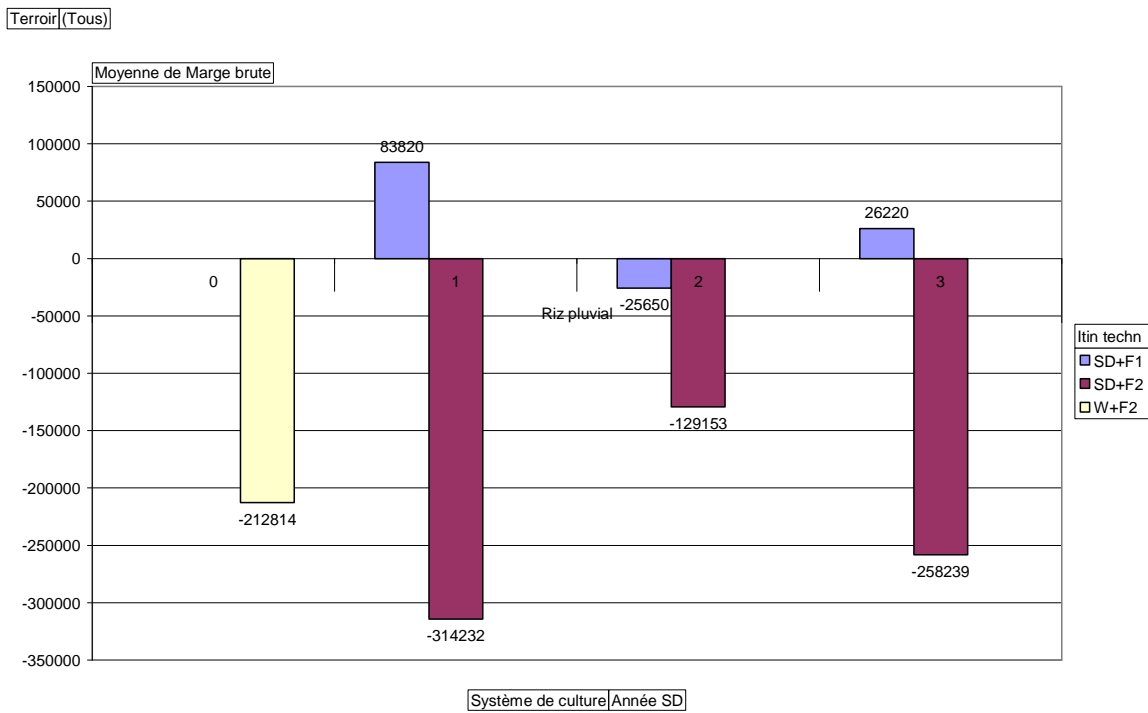


Figure 19 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial en fonction de la fumure et de l'année d'installation du semis direct sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar/ha)

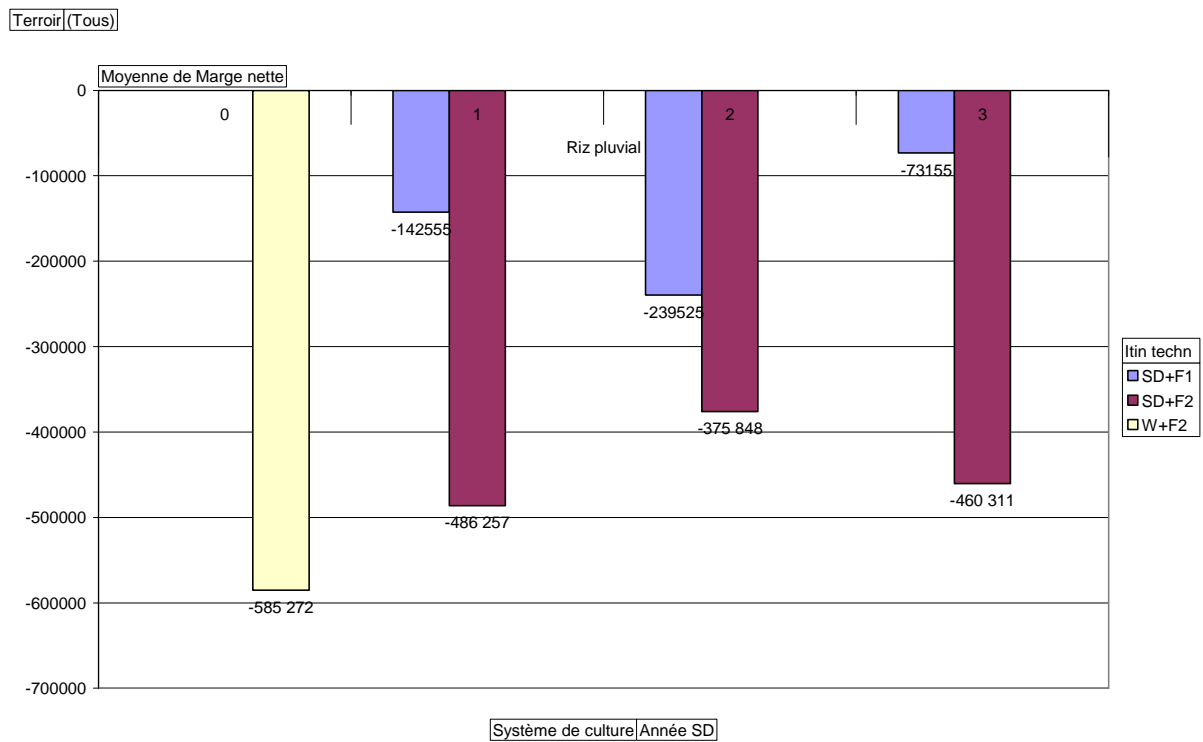


Figure 20 : Marge nette (hors rémunération du travail familial) pour la culture du riz pluvial sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar/ha)

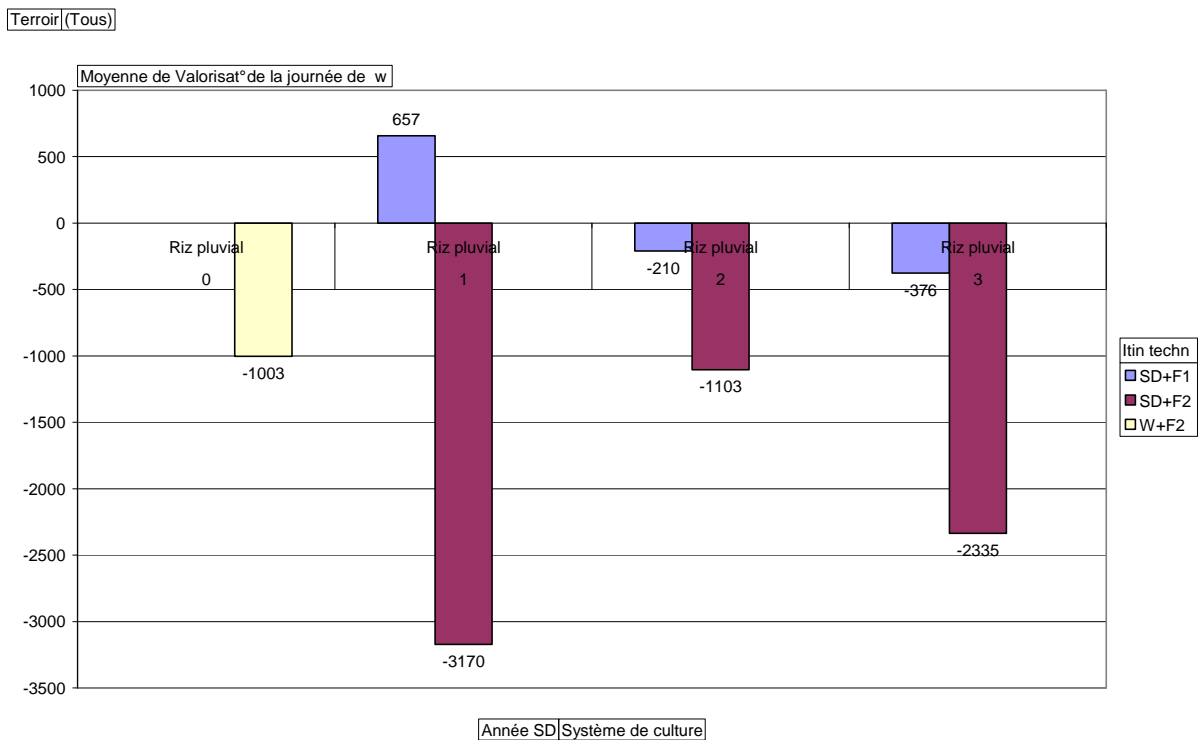


Figure 21 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres (en Ar par jour de 7h. de travail familial ou salarié).

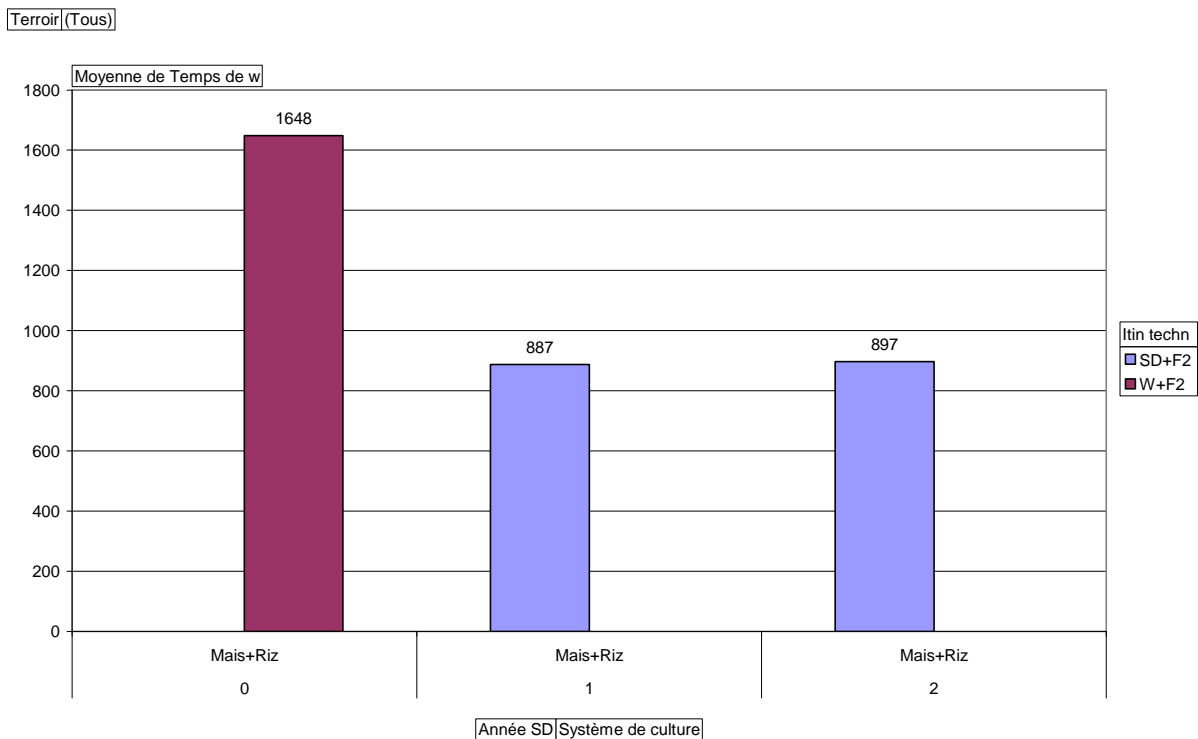


Figure 22 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d'Ampandrotrarana (en h/ha)

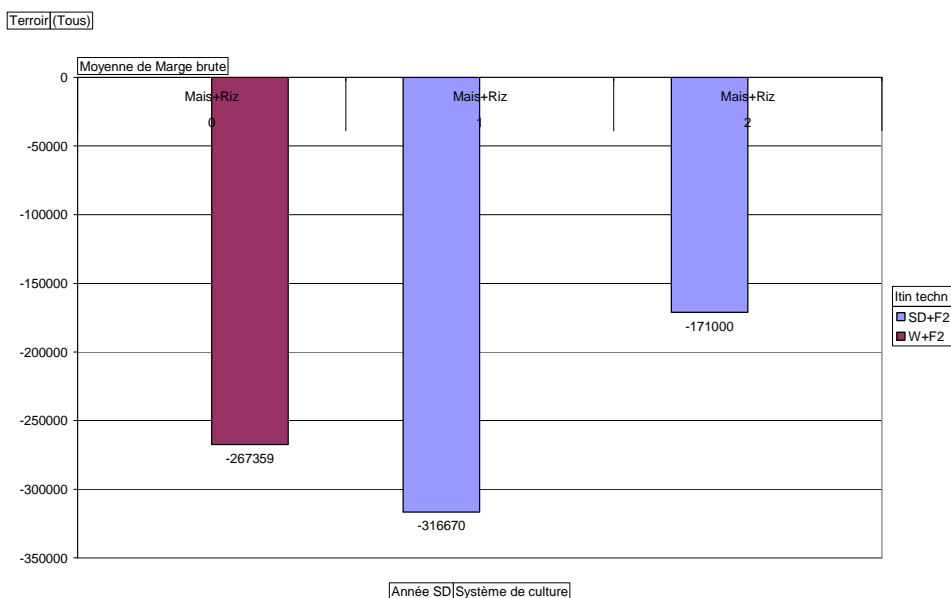


Figure 23 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial FOFIFA 159 en association avec le maïs sur le terroir d’Ampandrotrarana (en Ar/ha, fumure F2).

Sur andosol, les rendements du riz pluvial sont nettement améliorés. Les marges brutes (figure 25) obtenues avec une fumure moyenne (F’2= 5 t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d’urée après 1 mois) sont nettement augmentées dès la première année de semis direct par rapport au labour (1 600 000 Ar/ha en semis direct contre 900 000 Ar/ha avec labour).

Les marges nettes et valorisations des journées de travail sont nettement accrues en SCV (figure 26 et 27) :

- les revenus agricoles (marge nette hors rémunération du travail familial) passent d’environ 0,5 millions d’Ar/ha après labour à 1,4 millions d’Ar/ha après application d’herbicide et semis direct
- les valorisations des journées de travail en SCV sont plus que triplées par rapport au labour (13 000 Ar/j en SCV contre 4 000 Ar/j après labour).

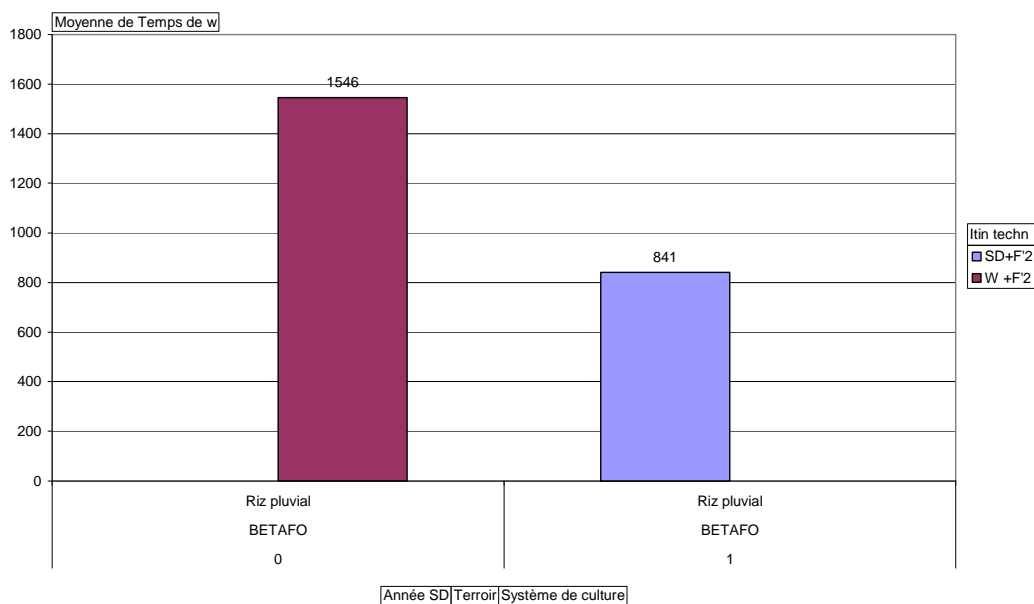


Figure 24 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en h/ha.

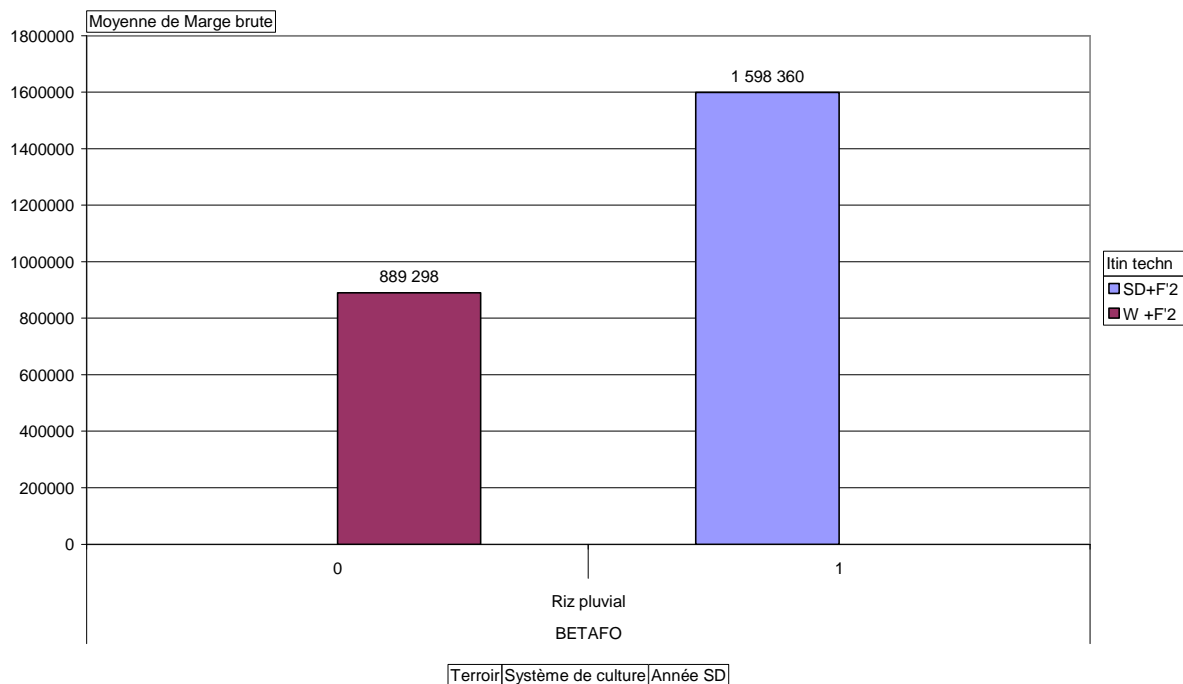


Figure 25 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/ha.

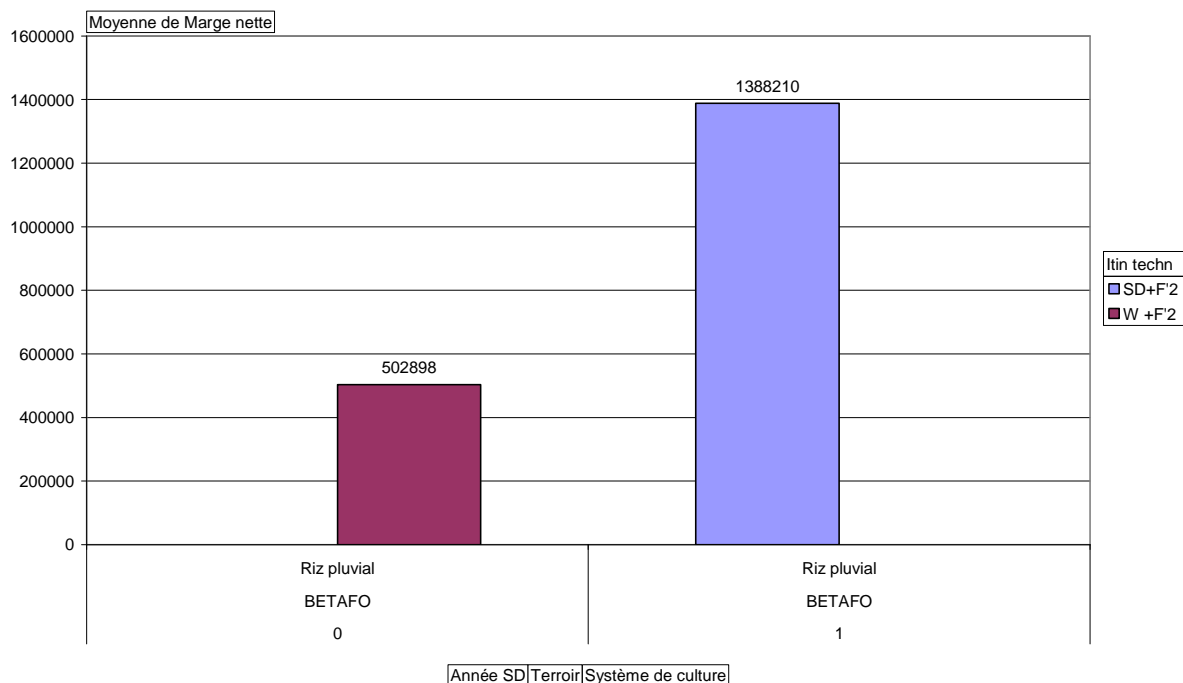


Figure 26 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture su riz pluvial selon le mode de gestion d'un sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/ha.

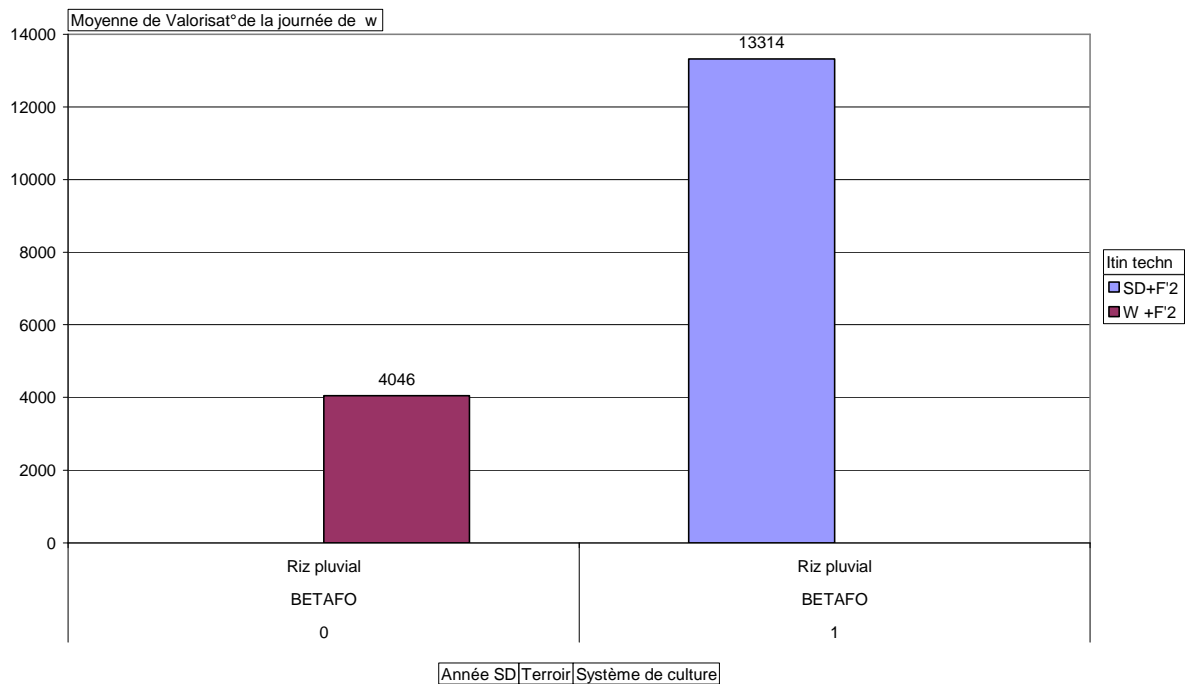


Figure 27 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial selon le mode de gestion d'une sol volcanique : semis après labour (W en 0) ou directement après herbicide (SD en 1), en Ar/j de 7 heures.

- Le Haricot

En premier cycle, les temps de travaux nécessaires pour la culture intensifiée du haricot après labour, suivie d'un semis direct d'avoine, sont très élevés (210 j/ha, ou 190 j/ha sans culture d'avoine en dérobé) mais sont équivalents à ceux du riz pluvial (210 j/ha) qui permet aussi d'installer les SCV. En semis direct sur résidus, ils se réduisent à 90 jours/ha (figure 28).

Les marges brutes (figure 29) sont très faibles ou négatives pour la culture du haricot de premier cycle au cours de cette campagne aux conditions climatiques défavorables (excès de pluie après la levée). Les meilleurs résultats en terme de marge brute sont obtenus avec les fumures organiques seules (60 000 Ar/ha avec F1 contre - 360 000 Ar/ha avec F2 en SCV en année 2,...) et les marges nettes (hors rémunération du travail familial) sont toutes négatives.

Les valorisations brutes des journées de travail (figure 30) sont très faibles (de l'ordre de 700 Ar/j avec fumure organique seule)

Terroir(Tous)Système de culture(Tous)

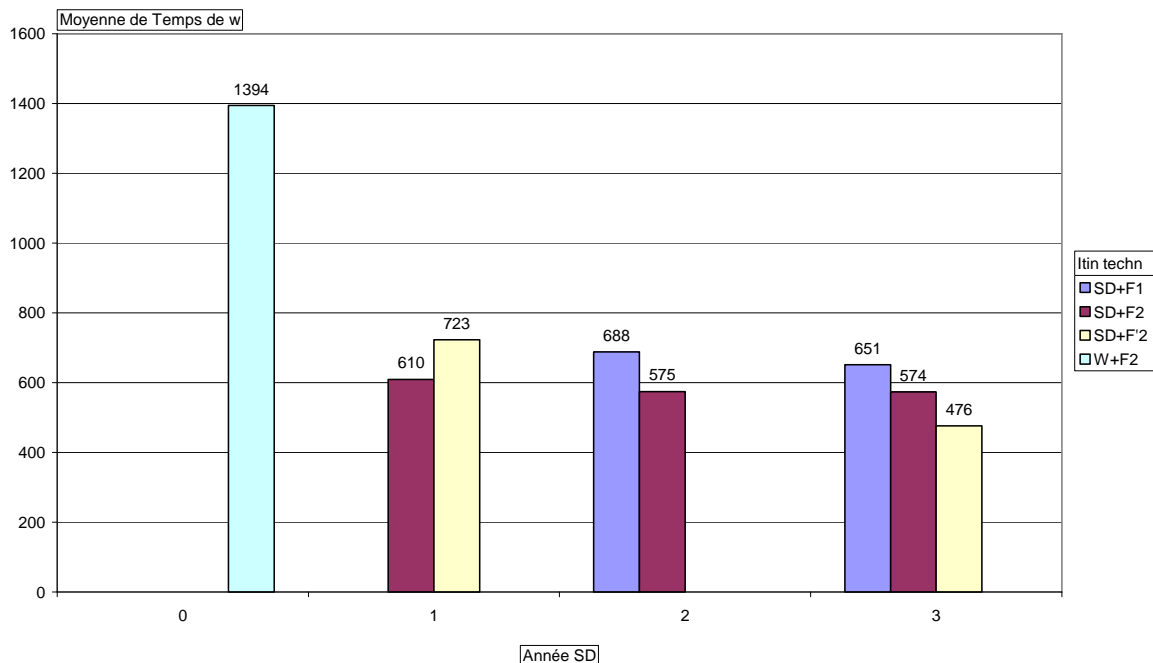


Figure 28 : Temps de travaux pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en h/ha.

Terroir(Tous)Système de culture(Tous)

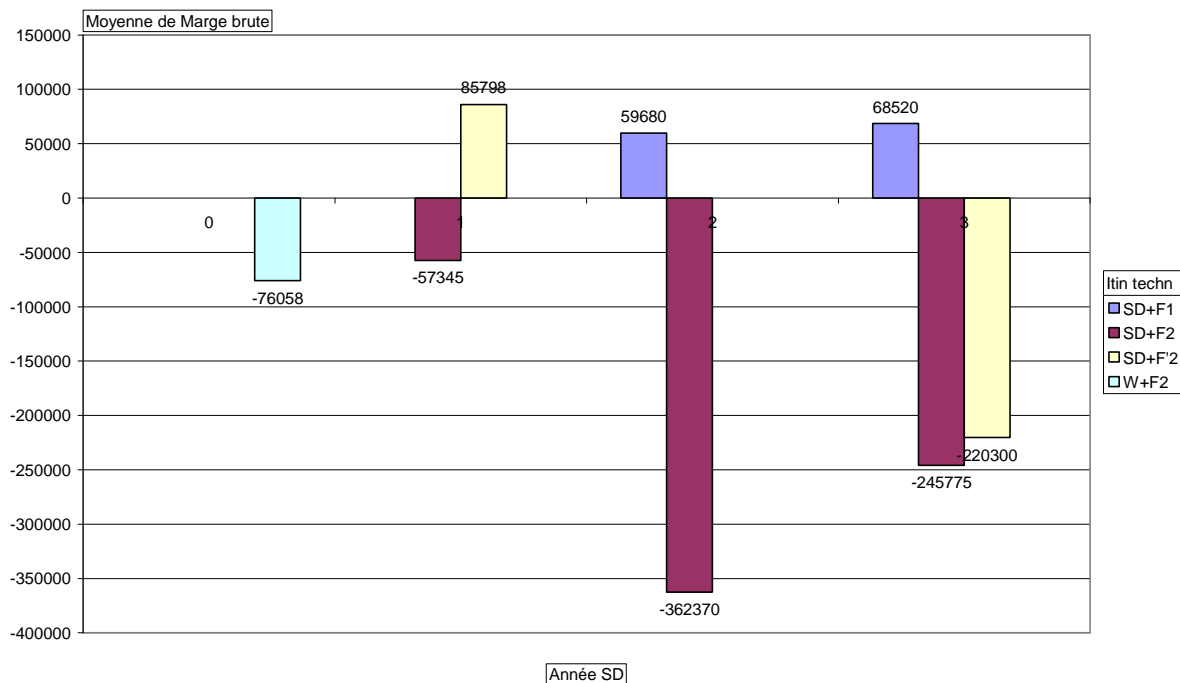


Figure 29 : Marges brutes pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en Ar/ha.

Remarque : F1 : 5t/ha de fumier

F'2 : 5t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK

F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

Terroir(Tous)Système de culture(Tous)

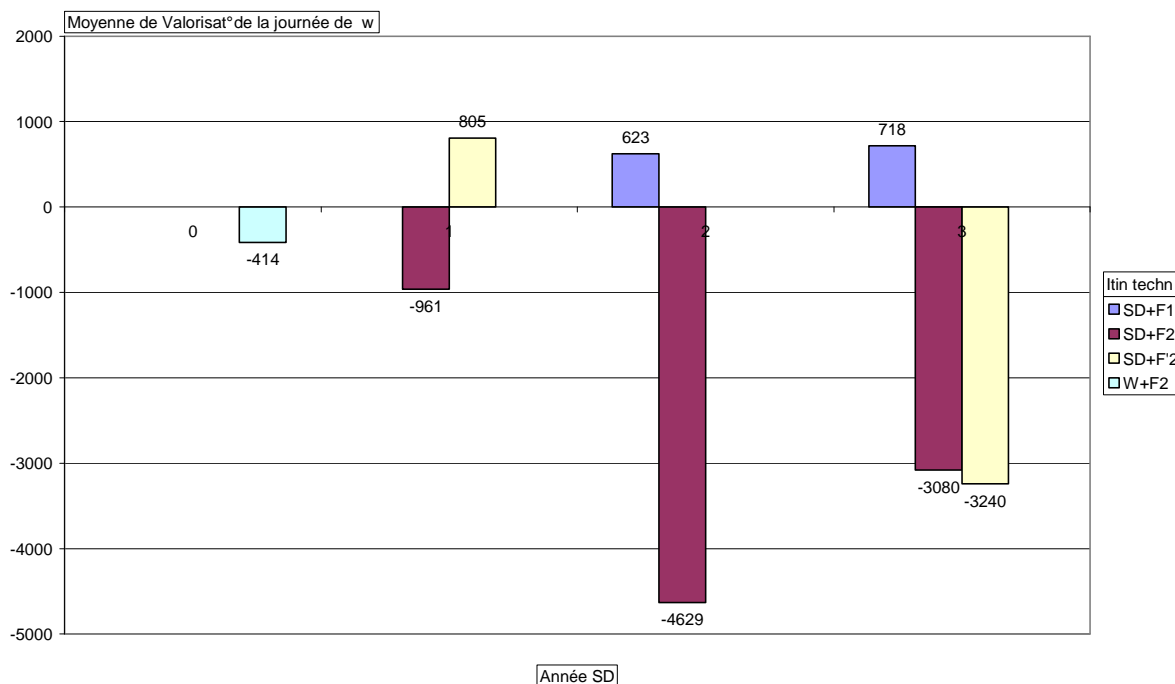


Figure 30 : Valorisation brute de la journée de travail pour le haricot de premier cycle selon sa fumure en culture pure sur sol ferrallitique, en Ar/jour de 7h.

Remarque : F1 : 5t/ha de fumier

F'2 : 5t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK

F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

- Le soja

Les temps de travaux pour la culture de soja qui a présenté des productions très réduites (0,2 t/ha) en raison des semis trop tardifs et des excès de pluie en début de cycle sont voisins de 80 jours (de 7h) par ha (figure 31). Les marges brutes sont très faibles avec le fumier seul (45 000 Ar/ha, figure 26) ainsi que les valorisations des journées de travail (600 Ar/jour, figure 27). Les marges nettes (hors rémunération du travail familial) sont négatives et sont d'autant plus faibles que la fumure augmente (-90 000Ar/ha avec fumier seul,- 200 000Ar/ha avec 200 kg/ha de NPK ou - 400 000 Ar /ha avec 300kg/ha de NPK)

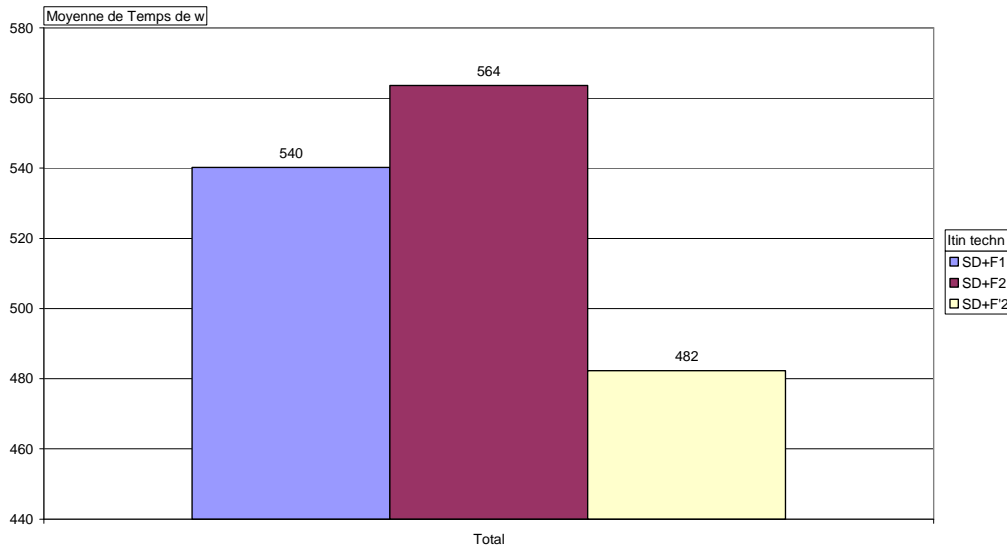


Figure 31 : Temps de travaux pour la culture du soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en h/ha

Remarque :

Fumures : F1 : 5t/ha de fumier

F'2 : 5t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK

F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

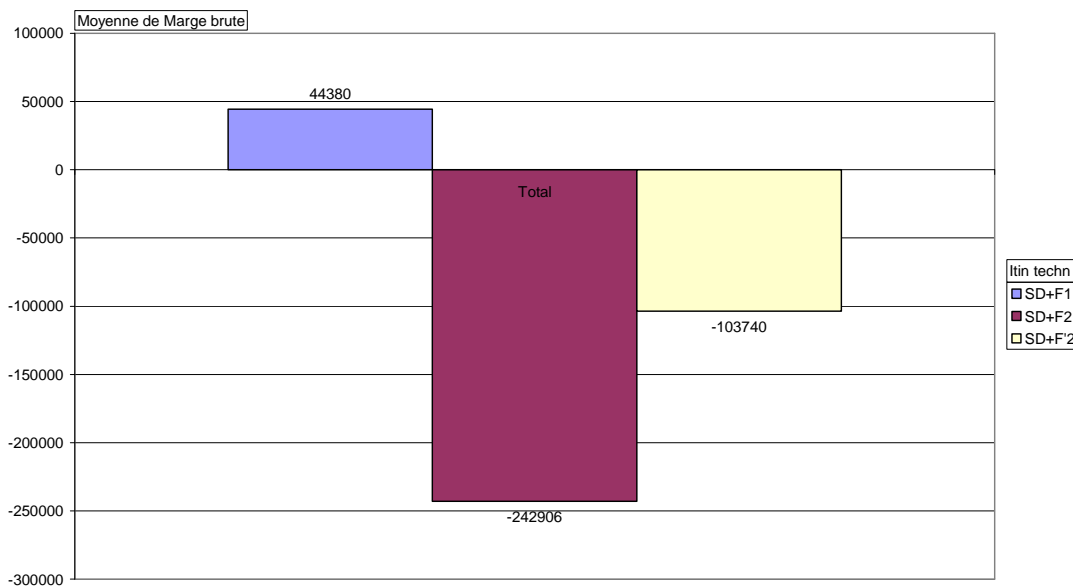


Figure 32 : Marges brutes pour la culture du soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en Ar/ha.

Remarque :

Fumures : F1 : 5t/ha de fumier

F'2 : 5t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK

F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

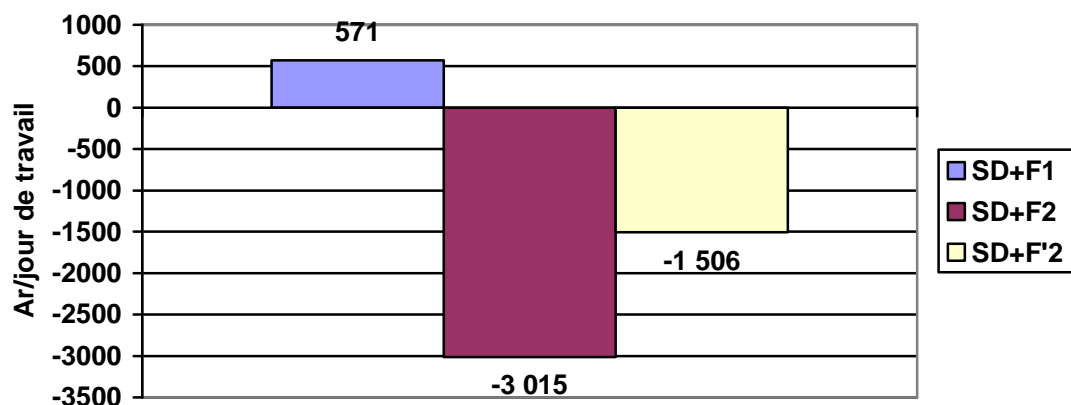


Figure 33 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture de soja en SCV selon la fumure sur les sols ferrallitiques, en Ar/jour de 7h.

Remarque :

Fumures : F1 : 5t/ha de fumier

F'2 : 5t/ha de fumier + 200 kg/ha de NPK

F2 : 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK

- La pomme de terre

L'installation des SCV avec la culture de pomme de terre suivie d'une avoine en dérobé peut-être réalisée soit après labour dans le système traditionnel, soit après écobuage, soit en plantation directe après herbicide et simple sillonnage.

Les temps de travaux totaux calculés à Antsampanimahazo (à partir des moyennes de 2 dernières campagnes) sont équivalents pour le labour ou l'écobuage (environ 370 j/ha), avec une réduction des besoins en main d'œuvre pour la préparation du terrain dans le cas de l'écobuage (175 j/ha contre 215 j/ha pour le labour) et une forte augmentation à la récolte (65 j/ha au lieu de 20 j/ha, en raison du rendement en tubercule doublé : 16,1 t/ha contre 8,6 t et de la nécessaire remise à plat du terrain pour poursuivre les SCV). Les temps de travaux de plantation incluant la fumure, sont voisins de 65 j/ha quelque soit l'itinéraire pratiqué, et se rapprochent de ceux d'entretien (avec le sarclage et le buttage) après écobuage ou labour (MICHELLON et al, 2006).

Sur les andosols qui sont très meubles, les temps de travaux sont nettement réduits et restent comparables sur labour ou après écobuage avec une production doublée par rapport à la technique traditionnelle (200 j/ha pour 20 t/ha de tubercule sur écobuage, contre 180 j/ha pour 10 t/ha après labour, figure 34). Sur sol ferrallitique la plantation directe sur résidus permet de réduire très sensiblement les temps de travaux (total : 100j/ha) en particulier pour la préparation du terrain (15j/ha), l'entretien (10 j/ha, avec la suppression du buttage) sans affecter la durée de récolte (qui reste proportionnelle au rendement par rapport au labour).

Cette technique de plantation directe après herbicide et simple sillonnage permet aussi d'obtenir la meilleure valorisation de la main d'œuvre sur sols volcaniques récents : les temps de travaux en plantation directe (90 j/ha) sont réduits de moitié, par rapport au labour (180 j/ha), avec des rendements accrus d'un tiers (13 t/ha contre 10 t/ha après labour). Sur ces sols très riches où le développement des mauvaises herbes est une très forte contrainte, les temps de désherbage ne sont pas augmentés en l'absence de labour car ils sont inclus dans celui du buttage.

Les besoins totaux en main d'œuvre pour le cycle de pomme de terre/avoine sont réduits des trois quart en plantation directe (100 j/ha) par rapport au labour. Les marges brutes sont très élevées et passent de 2,9 millions d'Ar/ha après labour à 4,3 millions d'Ar/ha en plantation directe et à 7,3 millions d'Ar/ha après écobuage (figure 35). Elles sont pratiquement équivalentes aux marges nettes (hors rémunération du travail familial, figure 36) et apparaissent nettement plus élevées que celles des autres cultures). La main d'œuvre est très bien rémunérée après écobuage (36 000 Ar/j, figure 37) et surtout en plantation directe sur résidus (50 000 Ar/j). Par contre les rémunérations des journées de travail sont beaucoup plus faibles après labour (16 000 Ar/j).

La culture de la pomme de terre qui remplace la jachère pour restaurer la fertilité en système traditionnel après labour (sur sol ferrallitique sur dépôt volcano lacustre), serait aussi à privilégier pour installer les SCV sur sol volcanique. Suivie d'une céréale (avoine en dérobé, orge ou blé en succession) elle conduit à des résultats économiques supérieurs à ceux de toutes les autres cultures après labour et constitue l'un des meilleurs précédents pour le riz pluvial.

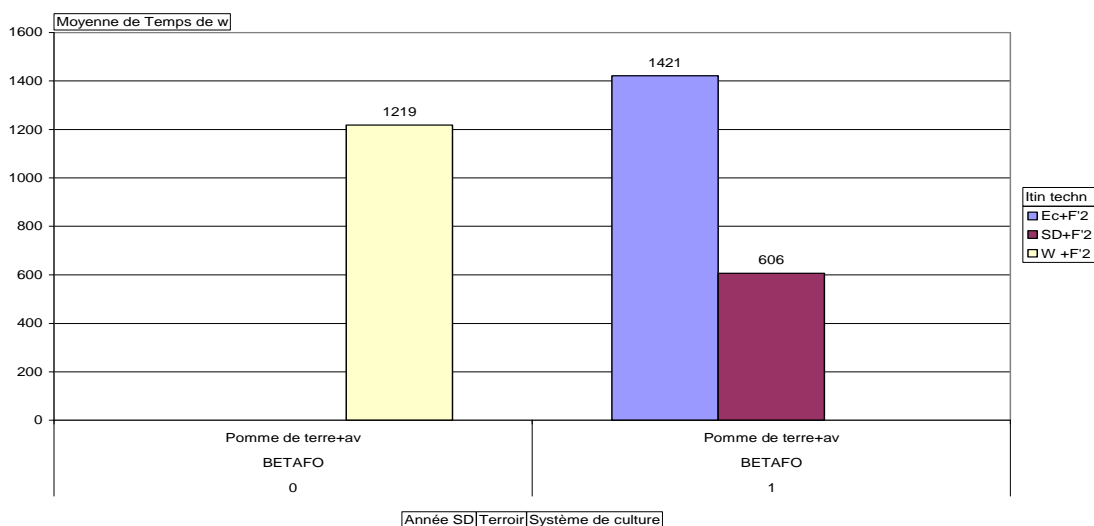


Figure 34 : Temps de travaux pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD) ou après labour (W) en h/ha.

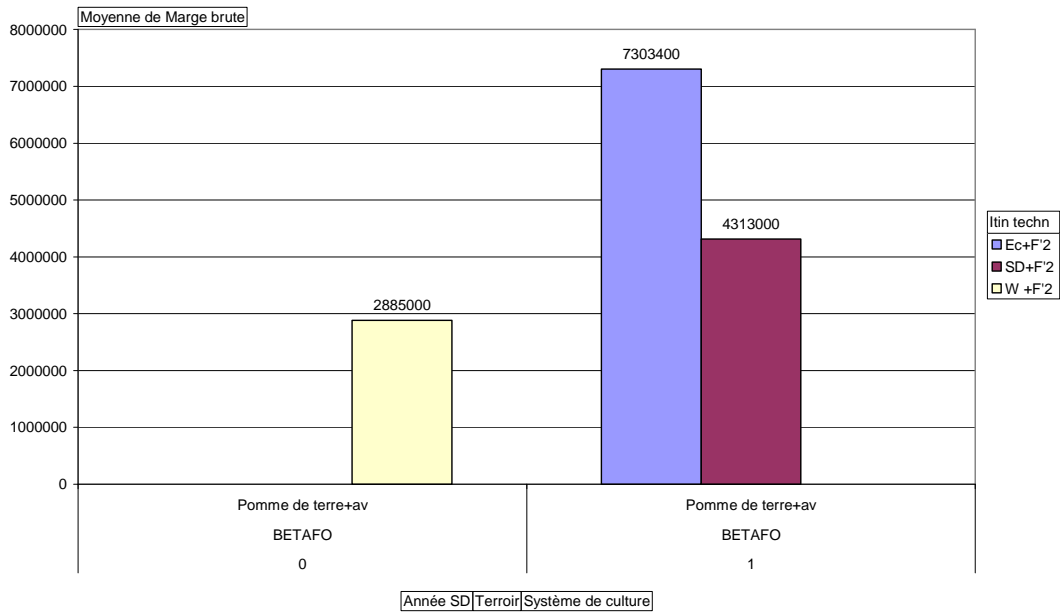


Figure 35 : Marges brutes pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD) ou après labour (W), en Ar/ha.

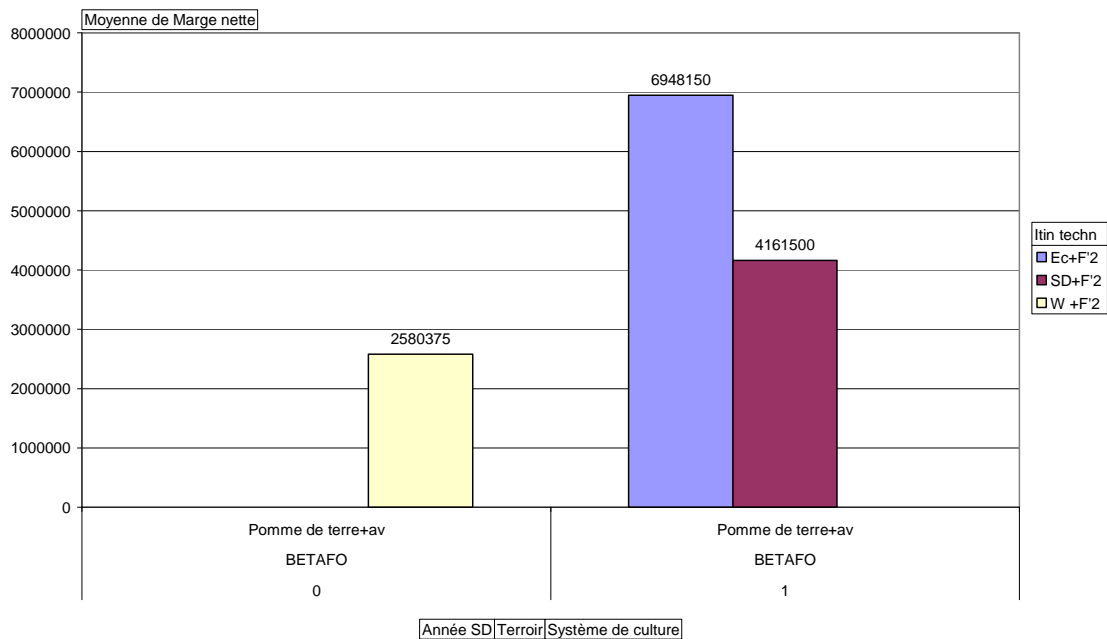


Figure 36 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD), ou après labour (W), en Ar/ha.

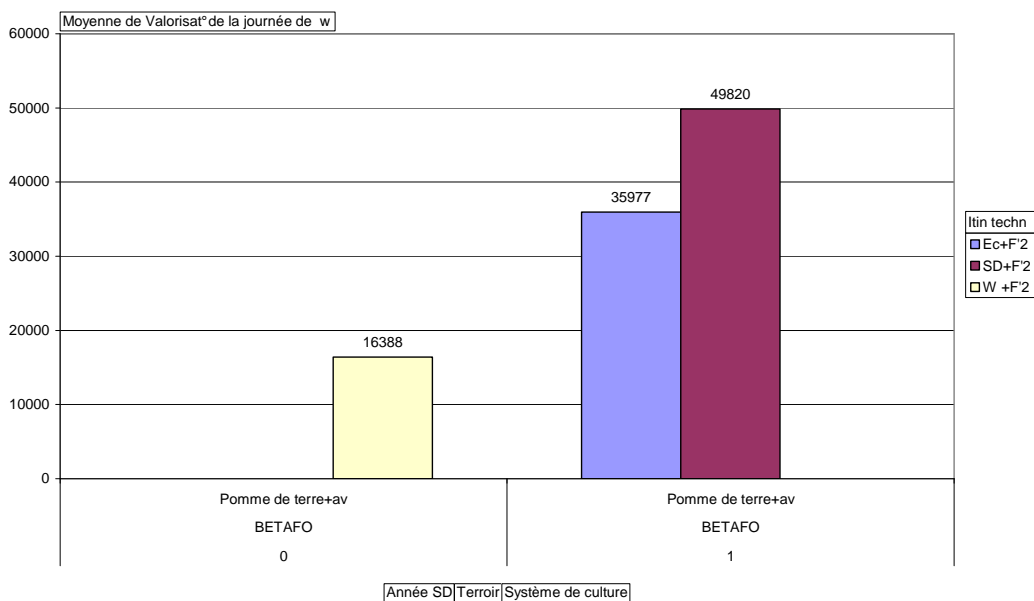


Figure 37 : Valorisation brute de la journée de travail pour la pomme de terre de premier cycle selon le mode de gestion du sol à Betafo : avec écobuage (Ec), plantation directe après herbicide (SD), ou après labour (W), en Ar/j de 7h.

La culture de la pomme de terre qui remplace la jachère pour restaurer la fertilité en système traditionnel après labour (sur sol ferrallitique sur dépôt volcano lacustre), serait aussi à privilégier pour installer les SCV sur sol volcanique. Suivie d'une céréale (avoine en dérobé, orge ou blé en succession) elle conduit à des résultats économiques supérieurs à ceux de toutes les autres cultures après labour et constitue l'un des meilleurs précédents pour le riz pluvial.

- Intégration de l'élevage

Sur les Hautes Terres les revenus agricoles sont principalement liés à l'importance de l'élevage bovin. Outre sa fonction de capitalisation, le troupeau produit le fumier qui assure le maintien de la fertilité. Le fumier provient du parc ou de l'étable où sont nourris les animaux qui y séjournent parfois en permanence (comme les vaches laitières).

La production laitière qui assure un revenu régulier aux éleveurs connaît un développement important. L'accroissement de la demande au niveau des villes, le dynamisme des transformateurs artisanaux et industriels, la disponibilité en animaux de races performantes (programme d'amélioration génétique, stations de monte gérées par FIFAMANOR) ont largement contribué à cette croissance.

Organisée le long des grands axes routiers, l'activité laitière est fortement atomisée sur de petites exploitations familiales qui pratiquent la polyculture et l'élevage. Face à un cheptel au potentiel amélioré, un des principaux facteurs limitants au cœur de cette dynamique de développement rural forte, concerne la disponibilité en ressources fourragères tant en quantité qu'en qualité et tout particulièrement pendant la longue période sèche qui peut couvrir 6 mois. Au cours de cette période, les éleveurs utilisent surtout des fourrages du milieu naturel, souvent très grossiers et de mauvaise qualité. Par contre, les matières premières et les concentrés sont disponibles tout au long de l'année, mais à des prix variant fortement selon la saison et la conjoncture.

Les activités de culture et d'élevage étant fortement associées dans les exploitations, les synergies qui pourraient être optimisées entre les systèmes apparaissent comme un facteur d'amélioration important de leur durabilité (Harrivel, 2001).

La variabilité des ressources en quantité, en qualité et en coût amène les éleveurs à questionner les structures d'encadrement sur les alternatives permettant :

- de pallier les déficits saisonniers en fourrages,
- de mieux formuler la ration des animaux à chaque changement d'aliments disponibles et les modes de conduite qui permettent d'améliorer la performance laitière et la qualité du lait,
- et de façon plus générale de disposer d'un meilleur accès à l'information sur ces éléments.

Les structures de recherche, développement et d'encadrement (FIFAMANOR, TAFE) ont développé au cours des dernières années un important travail sur la culture de fourrages et l'introduction de ceux-ci à la fois en tant que plantes de couverture pour améliorer les conditions de sol et de culture en SCV et sur leur exploitation partielle pour l'élevage et l'alimentation du cheptel principalement laitier de la zone.

Pour élaborer les recommandations permettant de faire progresser conjointement les deux systèmes élevage et agriculture intégrant les innovations agroécologiques, une étude de synthèse financée par la coopération inter régionale (INTERREG) est mise en place en partenariat entre La Réunion (Région Réunion, Sicalait...) et Madagascar (FIFAMANOR, GSDM et TAFE). Localement un étudiant de longue durée, contribuera à la réalisation de cette action avec un encadrement de TAFE et un appui de FIFAMANOR en zootechnie.

L'étude consistera en la réalisation de :

- enquête de caractérisation détaillée sur les principaux systèmes déjà en place (et suivis par FIFAMANOR, TAFE,...)
- analyse et description de recommandations en matière de conditions de prélèvement fourragères qui soient compatibles avec les itinéraires techniques agricoles en SCV (envahissement par les adventices en cas de surexploitation,...)
- caractérisation des valeurs nutritives en fonction des conditions particulières de prélèvement liées au système SCV et modalités d'utilisation zootechnique de ces fourrages
- formalisation des itinéraires techniques combinant SCV et élevage laitier.
- et construction de fiches synthétiques et d'outils pédagogiques (guide de conduite et d'utilisation des ressources fourragères dans les systèmes mixtes agriculture – élevage)

La grande diversité des modes de gestion des sols et des cultures mis en œuvre par les agriculteurs permet à tous les types d'exploitations de pratiquer les SCV, même si les plus grandes sont plus nombreuses. Les rendements de leurs cultures vivrières et fourragères s'améliorent progressivement. Une diversification des productions est possible, permettant le développement de l'élevage laitier et de la vente de pomme de terre, soja...La réussite financière des premiers adoptants incite leurs voisins à les suivre. Ils considèrent leurs parcelles en SCV comme un capital rentable, aux aptitudes agronomiques améliorées.

Les suivis technico-économiques réalisés par TAFE concernent l'ensemble des parcelles de nombreuses exploitations en SCV sur les terroirs villageois. Ils pourraient évoluer simplement en un outil de suivi et de conseil sur l'exploitation agricole dans son ensemble, intégrant les activités d'élevage, de vente du bois (plantations d'Acacia mangium),...

h) Intérêt au niveau du terroir villageois :

Sur les Hautes Terres de Madagascar, la pression démographique et la saturation des bas-fonds rizicoles accélèrent la mise en culture des collines aux sols fragiles et peu fertiles.

A Antsampanimahazo ou Ampandrotrarana, même les tanety sont quasiment saturés et la production est insuffisante pour nourrir la population et son cheptel bovin.

Grâce au SCV, les zones érodées abandonnées peuvent être remises en culture, et des systèmes vivriers diversifiés et fourragers plus productifs sont développés par les agriculteurs. Leurs ressources alimentaires et leurs revenus, provenant de la vente de haricot, de soja, pomme de terre ou de lait, sont améliorés (MICHELLON et al, 2006)

Pour bénéficier des conseils techniques de TAFE les agriculteurs se regroupent. Leur reconnaissance par les habitants du terroir conduit à modifier les règles de vaine pâture : les résidus conservés comme paillage sont considérés comme des cultures pour la communauté et sont respectées. Les relations agriculture – élevage n'apparaissent pas comme un frein, mais plutôt comme un moteur du développement des SCV.

4. LE MOYEN OUEST

4.1 Le milieu et l'agriculture du Moyen Ouest

Les pénéplaines herbeuses, sans aucun arbre, d'une superficie considérable, mais quasiment inhabitées, parcourues par les feux de brousse et les troupeaux transhumants, occupent la majeure partie du Moyen Ouest. Ces surfaces d'aplanissement fin-tertiaire ont une altitude comprise entre 700 et 1100 mètres. Elles sont découpées en plateaux festonnés (à pente de 2 à 5 %) par un réseau hydrographique très dense ; les bas fonds généralement encaissés se terminent en amont en amphithéâtres.

La pluviométrie diminue du Nord au Sud : de 1600 mm (avec 5 à 6 mois secs) à 900 mm (avec 6 à 7 mois secs). La végétation est une savane herbeuse à base d'Héropogon, Hypareria, Aristida, ... Les bas fonds marécageux sont occupés par des cyperacées, fougères ...

Les plateaux présentent des sols ferrallitiques moyennement à faiblement désaturés (V= 30 à 60 %), à pH 5,5 à 6, d'une fertilité un peu supérieure à celle des sols comparables des Hautes Terres. Une autre différence tient à leurs propriétés physiques : sous l'horizon de surface et sur une épaisseur de 0,5 à 1m, leur structure est généralement poudreuse (« pseudosables » constituée de particules argilo-ferrugineuses très stables enrobant des grains de quartz). A l'état sec, le matériau est pulvérulent, à l'état humide, il est très friable. Travillés ces sols sont donc sensibles à l'érosion qui se manifeste sous forme de lavaka. Ils sont également extrêmement perméables.

Le Moyen Ouest, traditionnellement consacré à un élevage bovin extensif transhumant, a connu une colonisation agricole déjà ancienne à partir de fronts pionniers développés le long des axes de communication (RN1b, RN34, RN35...).

Le système traditionnel de 3 à 5 années de culture, suivies par 5 à 10 ans de jachère, évolue vers une réduction des surfaces en repos (3 ans) en raison de l'augmentation de la population (émigrations).

Les cultures vivrières sur collines : riz pluvial, maïs, manioc, pois de terre (« voanjobory »), arachide ... sont autoconsommées. La baisse de fertilité des sols entraîne une infestation généralisée par le *Striga asiatica* (50 % des surfaces cultivées au Moyen Ouest) qui parasite riz et maïs (ANDRIANAIVO, et al, 1998).

Lorsque les rizières sont bien irriguées, l'altitude favorable permet de réaliser deux cycles successifs de riz. Ces bas-fonds sont souvent saturés et la surexploitation des collines entraîne des risques d'ensablement et une mauvaise maîtrise de l'eau.

L'élevage bovin est toujours présent dans les exploitations pour la traction animale, la capitalisation, la production de fumier, ..., mais le déficit fourrager est généralisé en saison sèche.

4.2 Les dispositifs de TAFa dans la région

Le site de références a été installé en 1998 à Ivory (1000 m d'altitude, près d'Ankazomiriotra) sur sol ferrallitique rouge, représentatif du Moyen Ouest.

Les itinéraires en S.C.V. (annexe I) sont comparés au témoin traditionnel labouré sur un dispositif pérennisé pour disposer de références sur plusieurs années (8 ans) et proposer des solutions aux problèmes principaux : le *Striga asiatica* et une diversification des cultures insuffisante.

Les moyens de lutte contre *S. asiatica* (ou plus généralement destinés à résoudre le problème de la surexploitation de ces sols fragiles avec des céréales) sont étudiés sur la rotation riz pluvial-maïs, sur des terrains abandonnés, infestés par le parasite. Ils proposent deux types de systèmes privilégiant soit la seule production de grains pour l'autoconsommation ou la vente, soit en association avec des cultures fourragères :

- S.C.V. sur résidus avec des associations de riz ou de maïs avec des légumineuses annuelles (vivrières : niébe, soja, dolique, *Vigna umbellata*, ou de couverture : Mucuna)
- S.C.V. sur couverture vivante fourragère (*Brachiaria ruziziensis*, tifton, arachide pérenne, *Stylosanthes guianensis*).

Un autre dispositif, sur sol non dégradé, privilégie les études de diversification des cultures en S.C.V sur résidus : arachide, soja, sorgho, mil ...

Deux niveaux d'intensification sont comparés :

- F1 : fumier seul
- F2 : fumier + fumure minérale conseillée (seul niveau appliqué sur sol dégradé jusqu'en 2002-2003).

Lors de la crise de 2001-2002 (financière pour Tafa et politique), tous ces dispositifs ont été homogénéisés avec du Mucuna ou en laissant pousser les couvertures vives.

4.3 La pluviométrie durant la campagne 2005-2006.

La pluviométrie a été assez bien répartie pendant la saison de culture et son total est proche de la normale (la moyenne pluviannuelle est de 1500mm à Mandoto, ville proche du site)

Tableau 28 : Données pluviométriques décadaires (en mm) dans le Moyen Ouest

Ivory (altitude 1000 m, près d'Ankazomiriotra)

Mois	Première décade	Deuxième décade	Troisième décade	Total
Octobre 2005	0	0	0	0
Novembre	34	71	54	159
Décembre	104	110	135	349
Janvier 2006	46	67	103	216
Février	75	105	109	289
Mars	215	0	31	246
Avril	24	0	12	36
Mai	0	0	0	0
Juin	0	0	6	6
Juillet	6	7	14	27
TOTAL	-	-	-	1328

4.4 Les résultats agro-technico-économiques dans les expérimentations sur sol ferrallitique rouge.

4.4.1. Productivité des cultures

La surexploitation des collines, au détriment de la végétation naturelle, entraîne des conditions favorables à l'infestation par le *Striga asiatica*. Cette plante parasite, endémique des zones tropicales chaudes, à saison sèche bien marquée, occasionne des dégâts d'autant plus sévères que la fertilité du sol diminue, en particulier sa teneur en matière organique.

Les feux de brousse répétés, l'augmentation des surfaces cultivées avec des labours, de faibles restitutions et une érosion intense, la multiplication des productions de céréales (plantes hôtes du parasite) et la réduction de la jachère entraînent une infestation quasi généralisée de la zone.

A ces problèmes de parasitisme s'ajoutent les dégâts de vers blancs qui sont dus principalement aux larves qui attaquent les racines des jeunes plantes et dilacèrent le collet.

Par ailleurs, un gros grillon, *Brachytrupes meegacephalum*, appelé communément « Sahobaka » dans la région, occasionne également des dégâts sur les cultures de maïs. Il creuse des trous de plusieurs centimètres de profondeur, coupe des plantes et les entraîne ensuite dans ses galeries.

Après quelques démonstrations réalisées en partenariat avec l'ANAE, les premières expérimentations ont été conduites à partir de 1998 sur sol ferrallitique rouge infesté par le *S. asiatica* à Ivory.

Sur ce terrain abandonné, les résultats obtenus dès la première année sur maïs sont spectaculaires avec un simple paillage et une association avec une légumineuse vivrière (niébé, dolique...), ou avec l'arachide pérenne en cours d'installation, avec une production plus que doublée par rapport au témoin en sol nu après labour (MICHELLON et al, 2004).

Les résultats sont encore plus contrastés l'année suivante (1999-2000) entre le témoin traditionnel sur labour et la culture en S.C.V. conduite en association sur résidus, ou sur couverture vive d'arachide pérenne déjà installée (les rendements du maïs en S.C.V s'améliorent alors que la production du témoin diminue).

Au cours de la campagne 2001 – 2002, les témoins ont été laissés en jachère et les cultures sur couvertures vives n'ont pas été réalisées (crise politique).

Pour compléter les observations et les références sur les systèmes à proposer, deux nouvelles expérimentations ont été mises en place en 2002-2003, sur la même rotation riz - maïs :

- avec des couvertures fourragères pérennes en cours d'installation sur un terrain infesté abandonné et deux témoins de références : céréale pure ou associée à une légumineuse annuelle (maïs associé au niébé ou au Mucuna en rotation avec le riz pluvial, tableaux 27 à 31).

- avec des cultures associées à la céréale : légumineuses annuelles ou *Brachiaria ruziziensis*, mises en place directement en S.C.V. (sur résidus de Mucuna) sur un terrain restauré par une meilleure gestion du sol et des cultures. Dans cette évaluation, le témoin en culture pure est prévu sur labour continu, et les systèmes sont comparés à un témoin répété : maïs associé au Mucuna (sur le même principe qu'une collection testée), ou au niébé.

Après une année de jachère (2001 – 2002), les rendements des témoins apparaissent plus satisfaisants après labour : 1,3 t/ha pour le maïs (tableau 29) et 2,0 t/ha de paddy pour le riz pluvial (tableau 31). Les productions sont doublées en SCV sur couverture vive d'*Arachis repens* (2,5 t/ha pour le maïs ou 4,2 t/ha de paddy) ou sur résidus de *B. ruziziensis* (2,8 t/ha de maïs ou 3,5 t/ha de paddy)

Mode des gestions du sol et des cultures		Expérimentation mise en place anciennement (1998) après jachère				Mise en place récente (2002) sur un terrain abandonné			
		2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006
Témoin en culture pure sur labour	Maïs après jachère Maïs après riz pluvial	1,32 -	- 0,91	- 1,83	- 3,72	0,95 -	- -	- 2,92	- 3,10
Culture associée sur labour	Maïs + mucuna	-	-	-	-	2,1 (+0)	-	-	-
Semis direct sur résidus de cultures vivrières après labour initial	Maïs + niébé David	-	-	-	-	-	2,2 + 0,5	2,74 + 0 72	4,52 + 0,47
Semis direct en association avec une couverture fourragère de légumineuse	- Légumineuse fauchée : . Maïs sur résidus de <u>Stylosanthes guianensis</u> (qui repousse)	-	-	-	-	Installation des couvertures plantées directement (sans labour) sur un terrain compacté et abandonné	3,7	-	-
	. Maïs après riz sur résidus de <u>S. guianensis</u> (qui repousse)	-	-	-	-		-	4,32	6,06
	- Légumineuse herbicidee : . Maïs associé à <u>Arachis repens</u>	2,51	1,44	3,36	4,50		1,94	3,33	3,81
	. Maïs associé à <u>A. pintoï</u>	1,93	1,25	2,52	4,37		1,83	4,54	4,96
Semis direct sur graminée fourragère desséchée	Graminées herbicidees : . Maïs sur résidus de <u>Brachiaria ruziziensis</u>	2,8	-	-	-		-	-	-
	. Maïs sur résidus de <u>B. brizantha</u>	-	-	-	-		-	3,82	-
	. Maïs sur résidus de riz sur <u>B. brizantha</u>	-	-	-	-		-	-	3,89
Semis direct en association avec une couverture fourragère de graminée + légumineuse	Maïs associé à <u>B. ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u> :	-	-	-	-		-	3,64	-
	. Après riz (sur résidus de <u>B. ruziziensis</u>)	-	-	3,97	-		-	-	4,34
	. Après soja (sur résidus de riz sur <u>B. ruziziensis</u>)	-	-	2,84	-		-	-	-

Tableau 29 : Rendement du maïs en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory, niveau de fumure F2)

En 2003 – 2004, l'effet des SCV est toujours bénéfique, mais les différences se réduisent en raison du passage des cyclones dévastateurs.

En 2004 – 2005, la très forte sécheresse qui a sévi à partir de la mi-janvier a accentué la concurrence pour l'eau entre les cultures et les couvertures vives d'arachide pérenne seulement pour le riz pluvial.

La saison 2005 – 2006 est la plus favorable, avec une pluviométrie bien répartie. Dans ces systèmes conduits intensivement les productions sur les témoins labourés dépassent 3 t/ha pour le riz et le maïs (avec la fumure F2).

Au cours des 3 dernières années aux conditions climatiques contrastées (cyclones en 2004, sécheresse en 2005 et pluviométrie bien répartie en 2006), l'intégration des productions de maïs et de riz pluvial aux systèmes fourragers présente un intérêt certain dans cette zone infestée par S. asiatica (tableau 30)

Mode de gestion du sol et des cultures		2003-2004	2004-2005	2005-2006
Témoin en culture pure sur labour	Maïs après riz pluvial	0,9	2,4	3,4
Semis direct sur résidus vivrier	Maïs + niébé David	2,2 + 0,5	2,7 + 0,7	4,5 + 0,5
Semis direct sur couverture vive de légumineuse fourragère	- Légumineuse fauchée : Maïs sur résidus de <u>Stylosanthès guianensis</u> qui repousse (rotation avec le riz)	3,7	4,3	6,1
	- Légumineuse herbicidee : . Maïs associé à <u>Arachis repens</u>	1,7	3,3	4,2
	. Maïs associé à <u>A. pintoï</u>	1,5	3,5	4,7
Semis direct sur résidus de graminée fourragère	Graminée herbicidee : Maïs sur <u>Brachiaria brizantha*</u>	-	3,8	3,9
Semis direct en association avec une couverture fourragère de graminée et de légumineuse	Maïs associé à <u>B. ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u> : . après riz, sur résidus de maïs ou soja après <u>B. ruziziensis</u>	-	4,0	4,3

Tableau 30 : Rendement du maïs, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory, niveau de fumure F2, résultats moyens sur les 2 parcelles d'expérimentation)

Remarques : Les couvertures de la nouvelle expérimentation mise en place en 2002 étant bien installées, leurs effets peuvent être assimilés à ceux des espèces mises en place en 1998. Les résultats présentés dans ce tableau sont les moyennes des 2 essais.

* En 2005 – 2006, le maïs est semé sur résidus de riz après B. brizantha.

Les associations des 2 cultures avec les couvertures vives d'arachide pérenne ou du maïs seulement avec Brachiaria ruziziensis conduisent à des gains moyens de rendement supérieurs ou égaux à un tiers par rapport à ceux obtenus après labour, que ce soit pour le riz pluvial (2,6 t/ha sur arachide pérenne et 2,7 t/ha sur résidus de B. ruziziensis contre 2,0 t/ha après labour) ou pour le maïs (3,2 t/ha sur arachide pérenne contre 2,2 t/ha après labour, et 4,2 t/ha en association avec B. ruziziensis pour les 2 dernières années).

Ces gains de rendements sont équivalents en SCV à ceux obtenus en intégrant une légumineuse vivrière le niébé David (rotation maïs + niébé David et riz pluvial). Les avantages essentiels sont :

Mode des gestions du sol et des cultures		Expérimentation mise en place anciennement (1998) après jachère				Mise en place récente (2002) sur un terrain abandonné			
		2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006	2002 - 2003	2003 - 2004	2004 - 2005	2005 - 2006
Témoin en culture pure sur labour continu	Riz après jachère	2,01	-	-	-	0,45	-	-	-
	Riz après maïs	-	1,94	0,93	3,61	-	1,57	-	3,29
	Riz après soja	-	-	-	-	-	-	1,24	-
Culture associée sur labour	Riz + vigna umbellata après jachère	-	-	-	-	2,82 + 0,40	-	-	-
Semis direct sur résidus de maïs associé à une légumineuse vivrière	- Résidus de maïs + mucuna :	-	-	-	-	-	2,82 + 0,52	-	-
	. Riz + niébé David	-	-	-	-	-	2,83	-	-
	. Riz	-	-	-	-	-	-	-	-
	- Résidus de maïs + niébé David :	-	-	-	-	-	-	2,05	3,81
Semis direct sur résidus : rotation avec une couverture fourragère desséchée	- Graminée fourragère herbicidee :	3,56	2,67	-	-	Installation des couvertures plantées directement (sans labour) sur un terrain compacté et abandonné	2,01	-	-
	. Riz sur résidus de <u>B. ruziziensis</u>	-	-	-	4,13		-	-	3,86
	. Riz sur résidus de <u>B. ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u>	-	-	-	-		-	2,13	3,57
	. Riz sur résidus de <u>B. brizantha</u>	-	-	-	-		-	-	-
	. Riz sur résidus de tifton 85	-	-	1,22	-		-	-	-
	- Riz après légumineuse sur résidus de <u>B. ruziziensis</u> :	-	-	-	-		-	2,32	3,14
	. Soja OC 11	-	-	-	-		-	-	-
	. Pois de terre	-	-	2,13	-		-	-	-
	. Arachide fleur 11	-	-	1,92	-		-	-	-
	Légumineuse fauchée :	-	-	-	-		-	3,67	3,91
Riz sur résidus de <u>Stylosanthès guianensis</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	
Semis direct sur couverture vive	Légumineuse herbicidee :	4,24	3,34 (verse)	1,61	4,68	1,70*	0,84	4,14	
	. Riz associé à <u>Arachis repens</u>	-	2,65	1,33	4,23	2,10	1,45	3,43	
	. Riz associé à <u>A. pintoï</u>	-	-	-	-	-	-	-	

Tableau 31 : : Rendement du riz pluvial, en t de paddy par ha sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory, niveau de fumure F2)

Remarque :* l'installation de l'A. repens est plus lente que celle de l'A. pintoï. Après un bouturage direct sans labour, la couverture du sol est incomplète dans la parcelle d'A. pintoï en début de campagne 2003-2004.

- la récolte de grains de légumineuse en système vivrier (0,6 t/ha tous les 2 ans)
- la production fourragère dans l'autre cas. Dans ce dernier système une contrainte apparaît : il nécessite l'utilisation d'herbicides pour maîtriser les couvertures d'arachide pérenne ou de Brachiaria sp.

Des systèmes fourragers avec minimum d'intrants peuvent être construits grâce au Stylosanthès guianensis qui se distingue dans les expérimentations mises en place depuis 2002.

Cette espèce a été sélectionnée et diffusée il y a environ 40 ans pour l'amélioration des pâturages naturels. Elle présente un bon comportement en saison sèche (réserve fourragère), s'adapte même sur les sols pauvres, mais est atteinte par l'antracnose. Cette maladie a limité son intérêt jusqu'à l'apparition de variétés résistantes (en particulier CIAT 184, actuellement diffusée).

Dans les systèmes en SCV, S. guianensis présente de multiples intérêts :

- une installation aisée (associée avec du maïs, riz,...) et il se pérennise ensuite par son ressemis naturel,
- une maîtrise sans intrants, par simple coupe de la souche (à l'angady) après avoir soulevé la couverture,
- un rendement très intéressant du riz sur ses résidus : 3,9 t/ha de paddy en moyenne, soit le double de celle avec labour (2,0 t/ha)
- une association avec le maïs qui permet de réinstaller la couverture (qui repousse par ressemis en intercalaire) et conduit à une production de grains de 4 t/ha environ pour ces deux campagnes aux conditions extrêmes et de 6,0 t/ha en année favorable (2,2 t/ha pour le labour) avec une fumure F2.

Mode de gestion du sol et des cultures		2003-2004	2004-2005	2005-2006
Témoin en culture pure sur labour	Riz après maïs	1,8	0,9	3,4
Semis direct sur résidus de maïs associé à une légumineuse vivrière	Riz sur résidus de maïs + niébé David*	2,8*	2,1	3,8
Semis direct sur couverture vive de légumineuse fourragère	- Légumineuse fauchée : . Riz sur résidus de <u>Stylosanthes guianensis</u> qui repousse (rotation avec le maïs)	3,7	3,9	4,0
	-Légumineuse herbicidee : . Riz associé à <u>A. repens</u>	2,5	1,2	4,4
	. Riz associé à <u>A. pintoï</u>	2,4	1,4	3,8
Semis direct sur résidus en rotation avec une couverture fourragère	- Graminée fourragère herbicidee ** : . Riz sur résidus de <u>B. ruziziensis</u>	2,3	-	4,0**
	- Riz après soja OC 11 sur résidus de <u>B. ruziziensis</u>	-	2,3	3,1

Tableau 32 : Rendement du riz en t/ha de paddy sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory, niveau de fumure F2, résultats moyens sur les 2 parcelles d'expérimentation).

Remarques : Les couvertures de la nouvelle expérimentation mise en place étant bien installées, leurs effets peuvent être assimilés à ceux des espèces mises en place en 1998. Les résultats présentés dans ce tableau sont les moyennes des 2 essais.

* En 2002 – 2003, le niébé associé au maïs a été remplacé par le mucuna

** Le riz est cultivé sur précédent B. ruziziensis + Cajanus cajan en 2005 - 2006

L'intérêt de cette légumineuse est de pouvoir cultiver les céréales avec des productions élevées sur ses résidus sans recours à des intrants minéraux (tableau 33). Installée après pois de terre sur un terrain abandonné, il permet d'obtenir un rendement équivalent avec fumier seul à celui des variétés B22 et Primavera recevant une fumure minérale conseillée (3,1 t/ha en moyenne avec F1 contre 3,4 t/ha avec F2).

Le manioc peut aussi être introduit dans la rotation avec le maïs. L'association manioc + *S. guianensis* permet d'obtenir avec un travail minimum et sans intrants une production très intéressante de tubercules dans un système intensifié pour les céréales (25 t/ha avec la variété locale ratsanakoho).

Fumure	F1 = fumier seul		F2 = fumier + fumure minérale conseillée	
Variété	Rendement en t/ha	Production en % du témoin B22	Rendement en t/ha	Production en % du témoin B22
B22 (témoin)	3,07	100	3,39	100
PRIMAVERA	3,02	96	3,34	97
SEBOTA 68	2,12	72	2,68	81
SEBOTA 70	1,96	64	2,72	79
SEBOTA 88	1,20	38	1,44	41
SEBOTA 147	0,92	29	1,04	29
SEBOTA 1	0,24	8	0,44	13

Tableau 33 : Rendement de variétés de riz en culture pluviale sur résidus de *Stylosanthes guianensis*.

Remarque : le *S. guianensis* a été cultivé 2 ans pour la production de semence sur le site d'Ivory. Le riz a été semé le 11 décembre 2005 avec 2 fumures :

- F1 : fumier seul
- F2 : F1 + 150 kg/ha de phosphate d'ammoniaque + 80 kg/ha de KCl + 100 kg/ha d'urée 25 jours après le semis.

L'arrière effet de cette association de cultures vivrières avec le maïs reste marqué l'année suivante sur la production du riz pluvial en culture pure (tableau 34).

Le niébé David, légumineuse vivrière très appréciée pour sa production de grain, apparaît comme l'un des plus intéressants précédents culturels du riz. Il permet de supprimer le travail du sol et conduit à un rendement du riz pluvial plus élevé d'un quart que celui du témoin semé sur labour après un maïs pur.

Le mucuna, légumineuse améliorante, aurait un effet aussi favorable que le niébé, comparable à celui du *Vigna umbellata*.

Ces légumineuses permettraient d'allier plusieurs effets complémentaires :

- un enrichissement du sol en azote,
- son décomptage (favorable au riz pluvial, qui apparaît très exigeant au niveau de la macroporosité),
- et une production de biomasse assurant une bonne couverture l'année suivante (conservation de l'eau,...).

Le soja serait moins favorable en ce qui concerne ces deux dernières actions, mais son arrière effet sur la production du riz est intéressant en année sèche alors qu'il apparaît normalement peu significatif.

Nous devons noter que l'association du niébé David, qui n'est pas volubile, avec le riz pluvial peut aussi être très favorable à la production de la céréale comme pour le maïs (MICHELLON et al, 2006). Malgré la réduction de densité du riz B 22 de 40%, sa production reste identique (2,8 t /ha en 2003 - 2004) à celle de la culture pure, et il s'y ajoute celle du niébé (0,5 t/ha).

Par contre en année pluvieuse, le rendement du riz n'est pas amélioré par le précédent Brachiaria ruziziensis + Cajanus cajan. Ces espèces conduisent pourtant à un décompactage du sol et une production de biomasse satisfaisante, associés à un manque d'azote probable l'année suivante (atténué par la légumineuse).

L'intérêt des systèmes permettant de mieux intégrer agriculture et élevage se confirme donc avec la possibilité de produire plus et d'installer une culture fourragère. Ainsi les rendements du maïs et du riz sont améliorés :

- en installant simultanément la culture fourragère, puis
- en desséchant la couverture de graminée avec un herbicide (B. ruziziensis) ou le tapis de légumineuses (SCV sur couverture vive d'arachide pérenne)
- ou en cultivant sans intrants sur une légumineuse, comme le S. guianensis qui de plus se réinstalle par ressemis spontané dans la culture : le système devient permanent.

Une autre possibilité s'offre aux agriculteurs en associant la céréale à une légumineuse annuelle.

Au cours de cette campagne à pluviométrie bien répartie, le rendement du maïs conduit en SCV sur résidus de riz, en association avec les légumineuses vivrières : niébé, soja et Vigna umbellata (« tsiasisa »), est supérieur de moitié à celui du témoin (tableau 34), avec cependant une production supplémentaire non négligeable de la légumineuse (0,5 t/ha de niébé, 1 t/ha de soja, ou 0,3 t/ha de V. umbellata).

Ce résultat semble peu affecté par la fumure, et s'améliore dans l'association avec les plantes de couverture mucuna ou B. ruziziensis + C. cajan.

Mode de gestion du sol et de la culture		F1 = fumier seul	F2= fumier + fumure minérale conseillée
Système traditionnel avec labour	Culture pure de maïs	2,2	3,8
Système avec semis direct sur résidus et association avec une légumineuse annuelle	Maïs + niébé David	2,8 + 0,5	5,4 + 0,3
	Maïs + soja OC 11	3,5 + 0,9	4,8 + 1,4
	Maïs + <u>Vigna umbellata</u>	3,7 + 0,3	4,8 + 0,7
	Maïs + mucuna	4,4 + (0)	5,3 + (0)
Système avec semis direct sur résidus et association avec une graminée et une légumineuse installée sous couvert	Maïs + <u>Brachiaria ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u>	4,1 (+0)	5,3 (+0)

Tableau 34 : Rendement du maïs et des cultures associées, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica après un précédent riz pluvial (Ivory 2005 – 2006)

Remarque : Le mucuna n'est pas consommé et sa production de grain n'est pas estimée. Dans le cas du Cajanus cajan, son cycle n'est pas terminé lors de la fauche pour préparer le terrain du riz suivant.

Fumure		F1 = fumier seul		F2=fumier + fumure minérale conseillée	
Mode de gestion du sol et des cultures		Rendement en t/ha	Production du maïs en pourcentage du témoin associé au niébé David	Rendement en t/ha	Production du maïs en pourcentage du témoin associé au niébé David
Système traditionnel avec labour après maïs en culture pure		3,16	85	3,46	76
Semis direct sur résidus de maïs associé à la légumineuse suivante :	Niébé david	3,61	100	4,15	100
	Soja Oc 11	3,22	87	3,48	79
	<u>Vigna umbellata</u>	3,38	96	3,76	94
	Mucuna	3,44	94	3,98	91
Semis direct sur résidus de maïs associé au <u>Brachiaria ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u>		3,14	86	3,32	78

Tableau 35 : Rendement du riz pluvial B22, en t de paddy par ha, après maïs en culture pure ou associée, sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory 2005 – 2006).

Nous pouvons reprendre ces essais de lutte contre le S. asiatica pour faire un premier bilan des 4 dernières années.

En ce qui concerne le maïs, les campagnes 2003 – 2003 et 2003 – 2004 qui correspondent à l'installation des systèmes SCV sur 2 parcelles différentes présentent des résultats très semblables avec des productions quasiment nulles sur labour (tableau 36). Ces rendements s'améliorent et se stabilisent au cours des 2 années suivantes.

Lors de leur installation, les systèmes de maïs associés permettent de tripler les rendements avec fumier seul (1,7 à 2 t/ha de maïs plus 0,7 t/ha de soja ou 0,4 t/ha de niébé, contre 0,6 t/ha de maïs sur labour) ou de les doubler avec la fumure conseillée (2,1 à 2,7 t/ha de maïs plus 1,1 t/ha de soja ou 0,5 t/ha de niébé, contre 1,1 t/ha de maïs sur labour). Au cours des 2 campagnes suivantes, les rendements des témoins sur labour s'améliorent, mais les productions de maïs associé restent supérieures de 50% avec un supplément de grain de la légumineuse non négligeable (2,7 t/ha de maïs plus 0,8 t/ha de soja ou niébé en SCV, contre 2,1 t/ha de maïs sur labour avec fumier seul, ou 4,1 t/ha de maïs plus 1,2 t/ha de soja ou 0,8 t/ha de niébé en SCV, contre 3 t/ha de maïs sur labour avec la fumure conseillée F2).

Année		2002 – 2003* (parcelle A)		2003 – 2004 (parcelle B)		2004 – 2005 (parcelle A)		2005 – 2006 (parcelle B)	
Fumure		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Système en culture pure sur labour continu en rotation avec le riz*		0,6	1,4	0,6	0,8	2,0	2,2	2,2	3,8
Système avec semis direct sur résidus de riz* et association avec une légumineuse annuelle	Niébé David	2,0 + 0,3	3,4 + 0,5	1,9 + 0,4	2,0 + 0,5	2,3 + 1,0	3,1 + 1,2	2,8 + 0,5	5,4 + 0,3
	Soja OC 11	1,7 + 0,6	2,4 + 1,1	1,7 + 0,7	1,8 + 1,1	2,2 + 0,7	3,1 + 1,0	3,5 + 0,9	4,8 + 1,4
	Mucuna	2,2 (+0)	3,1 (+0)	1,6 (+0)	1,8 (+0)	2,5 (+0)	3,3 (+0)	4,4 (+0)	5,3 (+0)
Système avec semis direct sur résidus de riz* et association avec <u>Brachiaria ruziziensis</u> (+ <u>Cajanus cajan</u> à partir de 2004 – 2005)		2,2	2,9	1,9	2,1	2,6 (+0)	4,2 (+0)	4,1 (+0)	5,3 (+0)

Tableau 36 : Rendement du maïs en culture pure continue sur labour ou associée en semis direct sur résidus après un précédent riz pluvial sur sol ferrallitique rouge infesté par le Striga asiatica (Ivory 2002 – 2006)

Remarque : * l'essai a été installé sur un terrain abandonné soit après un an de mucuna en 2002 (parcelle A), soit après une saison de riz en 2002 - 2003 (parcelle B)

En ce qui concerne le riz (tableau 37), les productions sont améliorées d'un tiers environ les années favorables (2003 – 2004 et 2005 – 2006) quelle que soit la fumure pour les précédents maïs + niébé David ou maïs + mucuna en SCV (3,7 t/ha pour les systèmes en SCV contre 3,0 t/ha pour le riz après labour). Par contre en année sèche pour laquelle le parasitisme du *S. asiatica* est plus nuisible, les rendements sont multipliés par 3 avec fumier seul F1 (1,5 t/ha en SCV contre 0,5 t/ha après labour) ou par 2,5 avec la fumure conseillée (2,5 t/ha en SCV contre 1,0 t/ha après labour).

Le gain de production est nul après maïs + soja ou maïs + *B. ruziziensis* en année favorable, mais reste très sensible en année sèche (production plus que doublée avec F1 ou augmentée des trois quarts avec F2).

Année		2003 – 2004		2004 – 2005		2005 – 2006	
		(parcelle A)		(parcelle B)		(parcelle A)	
Fumure		F1	F2	F1	F2	F1	F2
Culture pure sur labour continu en rotation avec le maïs		2,5	2,7	0,5	1,0	3,2	3,5
Semis direct sur résidus de maïs associé à la légumineuse suivante :	Niébé David	3,4	4,0	1,6	2,7	3,6	4,2
	Soja OC 11	2,7	2,9	1,3	1,8	3,2	3,5
	Mucuna	2,9	3,8	1,4	2,3	3,4	4,0
Semis direct sur résidus de maïs associé au <i>Brachiaria ruziziensis</i> (+ <i>Cajanus cajan</i> à partir de 2004 – 2005)		2,3	3,1	1,0	1,6	3,1	3,3

Tableau 37 : Rendement du riz sur labour après un maïs pur ou sur résidus de maïs en culture associée, en t/ha, sur sol ferrallitique rouge infesté par le *Striga asiatica* (Ivory 2002 – 2006)

Remarque : L'essai a été installé sur un terrain abandonné soit après un an de mucuna en 2002 (parcelle A), soit après une saison de riz pluvial en 2002 - 2003 (parcelle B)

Le semis direct sur couverture végétale (S.C.V) conduit à une amélioration de l'activité biologique et de l'état sanitaire des cultures.

Comme dans les Hauts de la Réunion et sur les Hautes Terres malgaches, nous avons observé une diminution de la pression parasitaire des ravageurs qui s'est confirmée dans le Moyen Ouest pour les dégâts de vers blancs : *Heteroconus paradoxus*, (MICHELLON et al, 1998). Selon les espèces du parasite, la couverture végétale constituerait une source de nourriture pour les adultes, ou ses racines apparaissent comme un leurre pour leurs larves (cas d'*Hoplochelus marginalis*).

Dans le cas du *Striga asiatica*, l'infestation et la virulence du parasite sont associées à la faible fertilité du sol due à sa surexploitation par les labours qui dégradent sa matière organique, à l'érosion et au lessivage des éléments minéraux,... Les courtes périodes de sécheresse et les températures élevées, fréquentes en sol nu, sont de plus très favorables à sa germination. Les plantes de maïs ou de riz pluvial sont très fortement infestées par ce parasite à fleur rouge vif caractéristique, et restent chétives en sol nu sur le témoin labouré.

L'installation de systèmes avec couverture végétale permanente permet dès la première année, de faire disparaître quasi complètement les plantes de *S. asiatica* parasites sur maïs et riz pluvial, et d'obtenir des rendements acceptables sur terrain infesté (2 à 2,5 t/ha de maïs, contre moins de 1 t/ha pour le témoin en sol nu, 3 t/ha de paddy contre 1,5 t/ha en culture pure).

En 2004 – 2005, l'infestation du riz est très réduite sur résidus de soja : 2% de plantes, contre 37% après labour (115 jours après semis). Dans le cas du maïs semé sur couverture vive d'arachide pérenne, A. pintoï ou A. repens, ou sur résidus de B. ruziziensis, les observations révèlent la présence de Striga fortement attaqué soit par des insectes (supposés Junonia sp.), soit par des maladies (Fusarium), malgré la sécheresse (Ratnadass et al, 2005)

Les productions s'améliorent rapidement dans les associations avec des légumineuses vivrières ou sur couverture vive (atteignant 4 t/ha de maïs ou de paddy, même en année cyclonique), grâce aux effets favorables convergents de ces systèmes S.C.V :

- amélioration de la fertilité et en particulier, du taux de matière organique, avec recyclage des éléments minéraux,
- création d'un ombrage par la couverture, élévation du taux d'humidité du sol et réduction de sa température qui sont défavorables à la germination du Striga asiatica,
- effets allélopathiques des cultures vivrières associées, comme le niébé, ou des couvertures vives, dont les exsudats racinaires induisent la germination des graines du Striga, mais qui ne sont pas parasitées. Ainsi l'arachide, le pois cajan (« Amberivatry »), le haricot, le pois de terre ou Vigna subterranea (« voanjobory »), le niébé, le coton,... constituent des plantes - pièges qui provoquent une germination suicide massive des graines de S. asiatica.

L'intérêt des associations de cultures en SCV, que nous avons souligné sur les Hautes Terres, apparaît encore plus évident dans le Moyen – Ouest. Elles permettent :

- de sécuriser la production vivrière malgré les aléas climatiques et même de l'augmenter en cas de parasitisme (S. asiatica, vers blancs,...)
- d'accroître la disponibilité en biomasse (résidus efficaces dans la lutte contre les adventices et fourrages)
- et d'améliorer la fertilité du sol (meilleure activité biologique et aération, conservation de l'eau,...)

Le test de diversification permet de compléter les références en S.C.V sur les rotations du riz avec le soja ou avec le maïs associé à la crotalaire (tableau 38). Malgré une mise en place sur deux parcelles de fertilité initiale probablement différente, nous remarquons que la production du riz stagne après soja, alors que la crotalaire procure l'année suivante un gain de rendement de 1 à 1,5 t/ha de paddy par rapport au soja, quelle que soit la fumure. Lorsqu'en 2001 – 2002, les précédents sont homogénéisés avec le mucuna, les productions du riz apparaissent équivalentes l'année suivante (après mucuna précédé de soja ou de maïs/crotalaire) : 4 t/ha de paddy avec F1 et 5 t/ha avec F2. Cet arrière effet bénéfique se maintient en 2003 – 2004, malgré les dégâts cycloniques, et les productions du riz B 22 sont équivalentes après soja, maïs + arachide et maïs + crotalaire.

Dans cette zone, la production de soja est intéressante en S.C.V et donne des rendements moyens de 2 t/ha avec fumier seul et de 2,5 t/ha avec la fumure minérale conseillée (avec la variété OC 11).

L'arachide en SCV, en rotation avec une céréale, produit 1 à 1,5 t/ha selon la fumure. Elle peut être cultivée en continu en S.C.V en association avec le maïs, avec des rendements presque équivalents à ceux obtenus en culture pure d'arachide (ceux du maïs étant comparables en association avec la crotalaire).

Alors que le mil n'est pas consommé, le sorgho est apprécié par certains agriculteurs. La variété IRAT 203 utilisée en remplacement de BF 80 en 2003 – 2004, apparaît plus productive.

Installation du semis direct

Mode de gestion du sol		Labour avec paillage		Semis direct sur résidus					
Cultures	Précédent cultural*	1998/1999 1		1999/2000		2000/2001			2001/2002
		F1	F2	F1	F2	F1	F2		
Riz B22	Maïs + crotalaire	2,4	3,9	3,1	4,0	3,2	4,1	Homogénéisation avec une couverture de mucuna (sans fumure)	
Maïs + crotalaire ²	Riz	1,7(+0)	2,1(+0)	1,9(+0)	2,3(+0)	2,0(+0)	2,4(+0)		
Soja OC 11	Mil	1,8	2,2	1,8	2,4	1,9	2,4		
Mil	Soja	0,4	0,7	0,6	0,9	0,7	1,0		
Arachide	Sorgho	0,8	1,2	0,8	1,2	1,0	1,4		
Sorgho ³	Arachide	0,3	0,6	0,4	0,7	0,5	0,8		
Riz B22	Soja	1,40	2,15	1,75	2,45	2,05	2,85		
Soja OC 11	Riz	1,45	2,05	1,70	2,15	2,10	2,55		
Maïs + arachide	Maïs + arachide ⁴	1,33+0,60	1,88+0,95	1,53+0,78	2,15+1,15	1,83+1,03	2,48+1,35		

Résultats après trois ans de semis direct

Mode de gestion du sol		Semis direct sur résidus							
Cultures	Précédent cultural*	2002-2003*		2003-2004		2004-2005		2005-2006	
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Riz B22	Maïs + <u>Cajanus cajan</u> ²	4,2	5,1	2,4	2,5	1,3	1,6	2,9	3,2
Maïs + <u>C. cajan</u>	Riz	3,4(+0)	4,8(+0)	2,2(+0) ²	2,7(+0)	2,2(+0,1)	2,9(+0,2)	3,4(+0)	4,1(+0)
Soja OC 11	Mil	2,3	2,9	1,6	2,1	1,2	2,0	1,6	2,1
Mil	Soja	0,6	1,0	0,8	1,0	1,7	2,3	1,4	2,0
Arachide	Sorgho	1,0	1,6	1,5	1,7	1,2	2,3	1,8	2,5
Sorgho ³	Arachide	0,8	1,0	2,1*	2,4	1,5	1,8	1,1	1,3
Riz B22	Soja	3,55	4,90	2,6	3,0	1,9	2,4	2,8	3,6
Soja OC 11	Riz	1,65	2,40	1,9	2,5	2,1	2,4	2,3	2,6
Maïs + arachide	Maïs + arachide ⁴	2,58+0,30	3,15+0,60	1,4+0,7	2,6+1,4	-	-	-	-
	Puis riz	-	-	-	-	2,0+0,9 ⁴	3,7+1,2 ⁴	4,3+1,2 ⁴	5,3+1,4 ⁴
Riz B22	Maïs + arachide	-	-	2,9 ⁴	3,3 ⁴	2,3	2,8	3,0	3,6

Tableau 38 : Evolution des rendements de cultures diversifiées en semis direct sur sol ferrallitique rouge (Ivory 1998 – 2006)

Remarques :

(1) Installation sur labour avec paillage (riz) après maïs en 1997-1998, sur deux parcelles de fertilité différente.

Semis direct sur résidus des précédents culturaux les années suivantes, sauf en 2002-2003, car les terrains ont été homogénéisés avec du mucuna en 2001-2002 (crise politique)

(2) La crotalaire est rarement consommée (en mélange avec du café) : sa production n'est pas estimée. En 2003 elle est remplacée par du Cajanus cajan dans l'association avec le maïs (non récolté en raison d'un semis tardif)

(3) En 2003-2004, la variété de sorgho BF80, cultivée initialement, a été remplacée par IRAT 203.

(4) La culture répétée maïs + arachide a été modifiée par une rotation avec le riz à partir de 2003 – 2004

Fumures :

F1 : fumier seul 5 t/ha

F2 : fumier 5 t/ha + phosphate d'ammoniaque 150 kg/ha, et sur maïs et sorgho seuls : Kcl : 80 kg/ha

4.4.2. Résultats économiques

Dans les systèmes à base de céréales, avec rotation du maïs et du riz, les associations avec des légumineuses vivrières permettent d'améliorer les résultats économiques, en terme de marge brute, par rapport aux cultures pures après labour (tableau 39 et 40).

Pour le maïs associé aux légumineuses en SCV, les meilleurs résultats sont obtenus avec le soja ou mucuna, avec des marges doublées par rapport au système traditionnel après labour. L'apport de la fumure minérale conseillée (F2) est valorisé dans toutes ces associations par rapport à l'apport de fumier seul (F1). En année humide, les marges brutes sont équivalentes pour le riz après labour à celles obtenues sur résidus de maïs associé au niébé et au mucuna.

Mode de gestion du sol	Culture associée au maïs	Maïs		Riz	
		F1	F2	F1	F2
Labour	Culture pure	1123	1774	1492	1389
Semis direct avec maïs associé à une légumineuse annuelle	Niébé David	1511	2362	1362	1338
	Soja OC 11	2006	2623	1187	1037
	<u>Vigna umbellata</u>	1836	2357	1259	1145
	Mucuna	2411	2642	1491	1452
Semis direct avec maïs associé à une couverture mixte	<u>Brachiaria ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u>	1836	2109	1358	1119

Tableau 39 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les rotations de riz en culture pure et de maïs associé à des légumineuses vivrières ou une graminée fourragère.

Dans les systèmes en SCV intégrant les cultures fourragères les meilleurs résultats sont obtenus dans les associations du riz et du maïs avec le Stylosanthes guianensis qui permettent d'augmenter très sensiblement les marges brutes (moyenne de 2371 kg Ar/ha contre 1462 kg Ar/ha avec labour).

Les autres systèmes de culture permanente sur couverture vive de légumineuse (Arachis pintoï ou A. repens) ou d'association du maïs avec une graminée et une légumineuse (Brachiaria ruziziensis + Cajanus cajan) en rotation avec le riz procurent des marges brutes équivalentes aux systèmes vivriers (2000 kAr/ha), mais avec une production fourragère non négligeable.

Mode de gestion du sol et des cultures		Maïs	Riz
Témoins en culture pure sur labour	Maïs en rotation avec le riz	1540	1383
Semis direct sur résidus vivriers	Maïs + niébé David en rotation avec le riz	2493 ⁽¹⁾	1510
Semis direct sur couverture vive de légumineuse fourragère	- Légumineuse fauchée : Riz sur résidus de maïs associés au <u>Stylosanthes guianensis</u>	3113	1629
	- Légumineuse herbicidee Riz en rotation avec le maïs sur :		
	. <u>Arachis repens</u> . <u>Arachis pintoï</u>	1949 2279	1809 1496
Semis direct avec association du maïs à une couverture fourragère de graminée et de légumineuse	Maïs associé au <u>Brachiaria ruziziensis</u> + <u>Cajanus cajan</u> en rotation avec le riz	2109	1613

Tableau 40 : Marges brutes en milliers d'Ar/ha pour les cultures du maïs et du riz dans les systèmes intégrant des cultures fourragères.

Remarque : (1) Pour le maïs associé au niébé, la marge brute inclue les 2 cultures vivrières.

4.5 Appui à la diffusion dans le Moyen Ouest

Le site de références d'Ivory est situé à 100 km à l'Ouest d'Antsirabe (près de la RN 34, vers Miandrivazo) sur les plateaux de la zone centrale du Moyen Ouest.

Le terroir qui borde sa piste d'accès comprend deux Fokontany : Ivory (1315 habitants sur 10 km²), Ambatolahy Est (1040 habitants sur 48 km²), et le village de Miarinarivo (360 habitants sur 2 km², du Fokontany de Maromandray). La densité de population est élevée (140 habitants/ km²), sauf à Ambatolahy qui a été décimé par l'épidémie de peste de 1999. Le nombre de familles est de 340 environ (nombre de toits) en augmentation rapide (plus de 5 enfants par famille).

Les exploitations sont généralement de petite taille et comportent, outre 0,5 à 1 ha de rizière par famille, entre 0,5 et 2 ha de colline, le plus souvent en faire-valoir direct. Pour les nouveaux migrants le fermage (100 000 Ar/ha de tanety pour 2 campagnes) ou le métayage (contre le tiers ou la moitié de la production, sans partage des charges) permettent d'accéder à la terre.

Les bas-fonds sont étroits, encaissés, avec des risques d'ensablement et une mauvaise maîtrise de l'eau. L'altitude favorable (1000 m) permet de réaliser deux cycles de riz dans l'année (sur des terrains différents), lorsque l'irrigation est possible.

Dans les rizières difficiles à drainer, des tas de terre (ou « ongonongona ») sont confectionnés pour réoxyder la matière organique avant le labour de juin à août. Le riz de saison, ou « vary aloha », y est alors repiqué en août – septembre (après 1 à 2 mois de pépinière) avec les variétés : Mena maso, Mavokely, Japonica ou Befinana. Les récoltes qui s'étalent de novembre à février sont affectées par les excès d'eau en été.

Le riz de deuxième saison, ou « vary afara », repiqué en décembre – janvier, avec les variétés Tshipala ou Botrakely, est récolté en avril – mai avec de meilleurs rendements, atteignant 2 t de paddy par ha. Dans les conditions favorables des cultures de contre saison : tomate, pomme de terre,... peuvent être ensuite pratiquées.

Les sols de colline sont des sols ferrallitiques rouges (avec présence d'une « stone-line »). Lorsqu'ils sont travaillés, ils présentent une semelle de labour vers 10 à 15 cm de profondeur et sont sensibles à l'érosion qui se manifeste sous forme de lavaka.

La jachère réduite de 3 à 1 année, tend à disparaître chez certains agriculteurs, avec un recours assez récent aux apports de fumier, devenus systématiques sur riz pluvial et maïs. Outre la production de fumier (de 15 à 20 charrettes de 250 kg environ pour 2 bœufs), cet élevage (le plus souvent réduit à 2 ou 3 bovins) est utilisé pour le transport et le travail du sol (10 matinées par ha pour le labour et 5 pour le hersage).

La jachère est suivie d'une culture de manioc (variété Rantsanakoho ou Mena laingo) ou de pois de terre. Les productions se diversifient à partir de la deuxième année avec le riz pluvial, le maïs, l'arachide, le soja (anciennement diffusé par la société Mamisoa). Toutes les cultures vivrières sont généralement autoconsommées, sauf le riz qui est vendu à des collecteurs (deux tiers de la récolte).

Les productions de riz pluvial et de maïs sont limitées par le *Striga asiatica* qui infeste la majorité des champs, ainsi que par les dégâts de vers blancs et du grillon, *Brachytrupes meegacephalum*. Deux contraintes s'ajoutent à celle de la production vivrière insuffisante : le manque de bois et de fourrages pour l'alimentation des bovins.

La diffusion initiée en 1999 par des démonstrations (tableau 21), a réellement débuté au cours de la campagne 2001-2002 chez quelques agriculteurs des villages voisins : Ivory et Miarinarivo, sur la commune d'Ankazomiriotra (14 agriculteurs sur un peu plus de 5 ares chacun). La présence de jachères d'Aristida sp. leur permet de pailler les parcelles de riz, maïs et soja après labour.

L'effet de la couverture végétale sur la réduction des dégâts des ennemis des cultures : Striga et vers blancs, les incite dès l'année suivante, à augmenter leurs surfaces. Leurs voisins apparaissent aussi rapidement intéressés, puisque le nombre d'adoptants est multiplié par 2,5 en 2002-2003 (37 agriculteurs cultivent près de 2 parcelles chacun en S.C.V., d'une surface de près d'un quart d'ha).

En 2003 – 2004, seul le suivi des membres des associations légalement constituées a été maintenu (Fanasina, Faneva et Tafaray), alors que celui des agriculteurs appartenant à Avotra Fanomezantsoa (de Miarinarivo) a été ajourné. Malgré les difficultés financières rencontrées par TAFa au cours de cette campagne, ce suivi a pu être globalement maintenu (nombre d'agriculteurs et surfaces en augmentation de plus d'un quart).

Malheureusement le cyclone Gafilo qui a occasionné des dégâts importants aux cultures (en particulier de maïs) et aux habitations, n'a pas permis à une partie des agriculteurs suivis par TAFa de rembourser l'intégralité des intrants utilisés au cours de la campagne 2003-2004. Les plus endettés ont été exclus des associations (dont les membres se portent caution solidaire pour les crédits de campagne) et leur nombre a été réduit de plus d'un tiers (22 en novembre 2004 au lieu de 36). Malgré le suivi de deux associations supplémentaires en 2004 – 2005, le nombre d'agriculteurs encadrés et les surfaces totales sont restés stationnaires.

La sécheresse exceptionnelle observée au cours de cette campagne 2004 – 2005 conduit à de faibles rendements qui ne permettent pas aux agriculteurs de rembourser l'intégralité des intrants (40 % du total sont remboursés en fin d'année 2005).

L'ensemble des membres des associations qui n'ont pas remboursé intégralement leurs emprunts n'ont plus bénéficié des intrants à crédit (21 sur 39, dont la totalité des membres de l'association Avotra Fanomezantsoa). La plupart ont repris leurs techniques culturales traditionnelles avec labour.

La proportion de céréales parmi les cultures vivrières reste importante : un quart de riz et 40% de maïs (tableau 41), mais les légumineuses vivrières dominent largement (70% des surfaces) : niébé, pois de terre et soja. Près de 90% des surfaces sont occupées par des associations ce qui pourrait constituer une stratégie pour gérer les risques climatiques.

Les surfaces paillées se réduisent très sensiblement grâce aux associations avec des plantes de couverture vivrières (4,5 ha de niébé associé au maïs) ou fourragères (2,1 ha de Stylosanthes guianensis) ou a double usage (3,1 ha de Cajanus cajan qui permettent de produire la biomasse dans la parcelle).

Les systèmes avec minimum d'intrants sont très attractifs avec un fort développement des surfaces en S. guianensis.

Emplacement	Culture	Précédent culturel	Année de SD	Nombre	Surface (are)	
Collines	Riz pluvial + paillage	Arachide	1	1	8	
		Maïs + niébé	2	1	4	
	Riz pluvial + <u>S. guianensis</u>	Maïs + <u>V. umbellata</u>	1	3	65	
		Soja	1	5	65	
		Arachide	0	2	11	
		Jachère	0	2	14	
		Maïs + niébé	0	1	17	
			1	1	7	
			2	2	26	
		Manioc	1	4	77	
			2	1	10	
		Sous total riz pluvial			-	23
	Pois de terre	<u>B. ruziziensis</u>	4	1	2	
	Pois de terre + <u>B. ruziziensis</u>	<u>B. ruziziensis</u>	1	1	2	
	Pois de terre + <u>C. cajan</u>	Jachère	0	1	147	
		Riz pluvial	4	1	10	
	Pois de terre + <u>S. guianensis</u>	Manioc	1	1	8	
	Sous total pois de terre			-	5	169
	Soja	Jachère	0	1	1	
	Soja + <u>C. cajan</u>	Riz pluvial	3	1	9	
		Riz pluvial	0	1	86	
			1	1	3	
			2	1	7	
			4	3	38	
	Sous total soja			-	8	144
	Niébé	Manioc	2	1	7	
	<u>Vigna umbellata</u>	Maïs	0	1	8	
	Arachide + <u>C. cajan</u>	Maïs + niébé	0	1	6	
		Riz pluvial	2	1	3	
	Sous total légumineuses			-	4	24
	Maïs + <u>C. cajan</u>	Maïs	0	1	13	
	Maïs + niébé	Jachère	0	1	23	
		Maïs	0	1	47	
Maïs + niébé		0	2	270		
		2	1	82		
Manioc + maïs		0	2	22		
Riz pluvial		1	1	16		
		1	1	16		
Sous total maïs en culture associée			-	9	473	
Manioc + <u>S. guianensis</u>	Arachide	0	1	17		
	Manioc	1	1	12		
	Riz pluvial + <u>B. ruziziensis</u>	0	1	15		
Sous total manioc associé au <u>S. guianensis</u>			-	3	44	
<u>Stylosanthes guianensis</u>	Maïs	0	1	76		
		1	3	85		
	Riz pluvial	1	1	12		
	Jachère	0	4	33		
		1	1	7		
	Maïs + <u>S. guianensis</u>	1	1	3		
	<u>S. guianensis</u>	1	1	9		
		4	1	5		
		4	1	5		
Sous total <u>Stylosanthes guianensis</u>			-	13	230	
<u>B. ruziziensis</u>	<u>B. ruziziensis</u>	2	1	16		
	Soja	1	2	27		
Sous total <u>Brachiaria ruziziensis</u>			-	3	43	
Total des parcelles suivies sur les collines			-	68	1431	

Tableau 41 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFE sur le terroir d'Ivory dans le Moyen Ouest.

Remarque : Année de SD : nombres d'années d'installation de semis direct, le labour initial étant considéré comme année 0.

Le nombre de parcelles et leur surface totale correspondante sont ensuite indiqués.

Emplacement	Culture	Précédent cultural	Collines		
			Année SD	Nombre	Surface (are)
Rizières	Riz irrigué/haricot	Riz irrigué avec diverses contre saison	1	3	3
	Riz irrigué/oignon		1	1	3
	Riz irrigué/test de diverses espèces (avoine, vesce, dolique, radis fourrager, <u>S. guianensis</u>)		1	7	1
	Total des parcelles suivies sur rizières		-	11	7
Total des parcelles suivies sur le terroir			-	79	1438

Tableau 42 : Systèmes de culture mis en place par les agriculteurs encadrés par TAFA sur le terroir d'Ivory dans le Moyen Ouest.

Les systèmes en SCV sont installés surtout après labour (8 ha, soit près de 60% des surfaces) et culture de maïs + niébé, pois de terre + Cajanus cajan (suivant la jachère) ou culture pure de Stylosanthes guianensis pur.

Toutes les cultures vivrières de riz pluvial, maïs + niébé et soja sont intensifiées avec une fumure minérale et un traitement des semences. Le recours aux intrants n'est pas pratiqué sur manioc, arachide, pois de terre et les fourrages. Les engrais représentent plus de 80% de charges et les produits phytosanitaires pour le traitement des semences environ 5% (tableau 43).

Pour des surfaces totales équivalentes les agriculteurs d'Ivory dans le Moyen Ouest ont besoin de deux fois plus d'intrants en valeur que ceux des Hautes Terres (ou 150 000 Ar par agriculteur à Ivory contre 70 000 Ar en moyenne à Antsampanimahazo, Ampandrotrarana et Miaramamindra). Ce ratio est identique à celui de 2003 et 2004.

Malgré les conditions climatiques beaucoup plus favorables par cette campagne 2005-2006 par rapport aux 2 précédentes (cyclone et sécheresse), les agriculteurs n'ont remboursé que le tiers de leurs emprunts à la fin de l'année 2006.

Intrants	Type : variété	Prix unitaire	Quantité en kg ou en l	Valeur total en ariary
Engrais	NPK	1040	1482	1 541 280
	Urée	990	669,5	662 805
Sous total 1				2 204 085
Semences				
Riz	B22	1600	72,5	116 000
	CIRAD 141	1200	13	15 600
	SEBOTA	1200	8	9 600
Soja	FT 10	1000	70	70 000
Pois de terre	Fotsy	700	7,4	5 180
Arachide	Fleur 11	600	57	34 200
Maïs	V. locale	1000	30	30 000
Niébé	David	1000	57	57 000
Sous total 2				337 580
Produit phytosanitaire				
Traitement des semences	Gaicho T45WS	168000	0,832	139 776
	Calthir PM	9000	0,761	6 849
Herbicides	Glyphader	7000	1	7 000
	2,4-D sel d'amine	6600	0,5	3 300
	Gramoxone	9480	0,5	4 740
Insecticides	Carbofuran	9165	0,5	4 583
Sous total 3				166 248
TOTAL				2 707 913
Intérêt pour la campagne (2,5% par mois soit 25% au total)				676 978
Total avec intérêt				3 384 891

Tableau 43 :Quantité et valeur des intrants mis à la disposition des agriculteurs dans le Moyen Ouest (pour la campagne 2005-2006)

Remarque : A partir du 1^{er} janvier 2005 l'ariary (Ar) remplace le franc malgache (fmg) avec 1 Ar = 1 euro équivaut à 2 500 Ar à l'époque des contrats.

Rendement des cultures :

- Le riz pluvial

Parmi les cultures vivrières, le riz pluvial est le plus souvent privilégié. Dans ces systèmes en cours d'intensification, les rendements sont inférieurs de moitié à ceux observés sur le site de référence d'Ivory quel que soit le mode de gestion du sol (figure 38).

Les productions en SCV sont augmentées d'un tiers environ (2,0 t de paddy/ha contre 1,5 t/ha après labour) indépendamment du nombre d'années d'installation du semis direct, que ce soit en culture pure avec paillage ou en association avec S. guianensis.

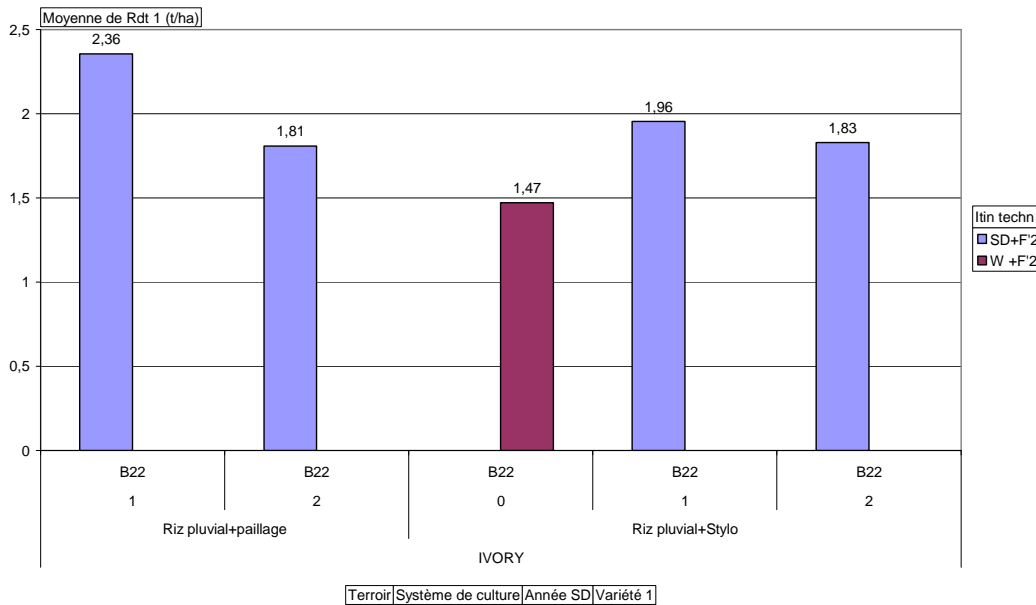


Figure 38 : Rendement du riz pluvial en culture pure avec paillage ou associée au Stylosanthes guianensis dans le Moyen Ouest (en t/ha)

- Le maïs + niébé :

Les productions de cette association maïs + niébé apparaissent peu affectées par les aléas climatiques (figure 39 et 40) : les rendements sont quasiment identiques au cours de cette campagne à ceux de la précédente marquée par la sécheresse (avec la fumure F2, sur labour : 1,3 t/ha de maïs + 0,5 t/ha de niébé en 2005 – 2006 contre 1,3 t/ha + 0,8 t/ha en 2004-2005, et en deuxième année de semis direct : 1,8 t/ha + 0,6 t/ha en 2005-2006 contre 1,3 t/ha + 0,8 t/ha en 2004-2005).

Les rendements des 2 cultures associées sont améliorés en SCV par rapport au labour (1,8 t/ha + 0,6 t/ha en deuxième année de semis direct contre 1,3 t/ha + 0,5 t/ha après labour avec la fumure 2). La production du niébé apparaît quasiment identique en culture pure et en association (0,8 t/ha culture pure contre 0,6 t/ha en association en deuxième année de semis direct avec F2).

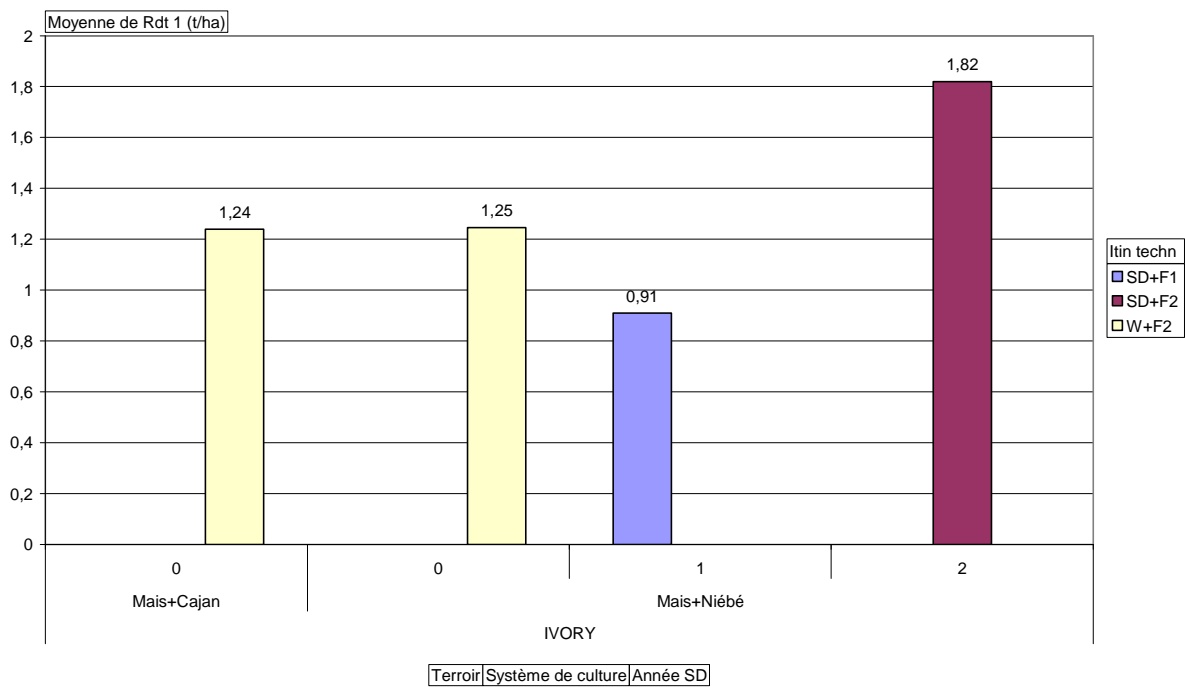


Figure 39 : Rendement du maïs en culture associée au pois cajan ou niébé sur labour (W) ou en semis direct SD déjà installé dans le Moyen Ouest, en t/ha.

Remarque :

Fumures : F1 = 5 t/ha de fumier

F2 = 5 t/ha de fumier + 300 kg/ha de NPK + 100 kg d'urée un mois après le Semis.

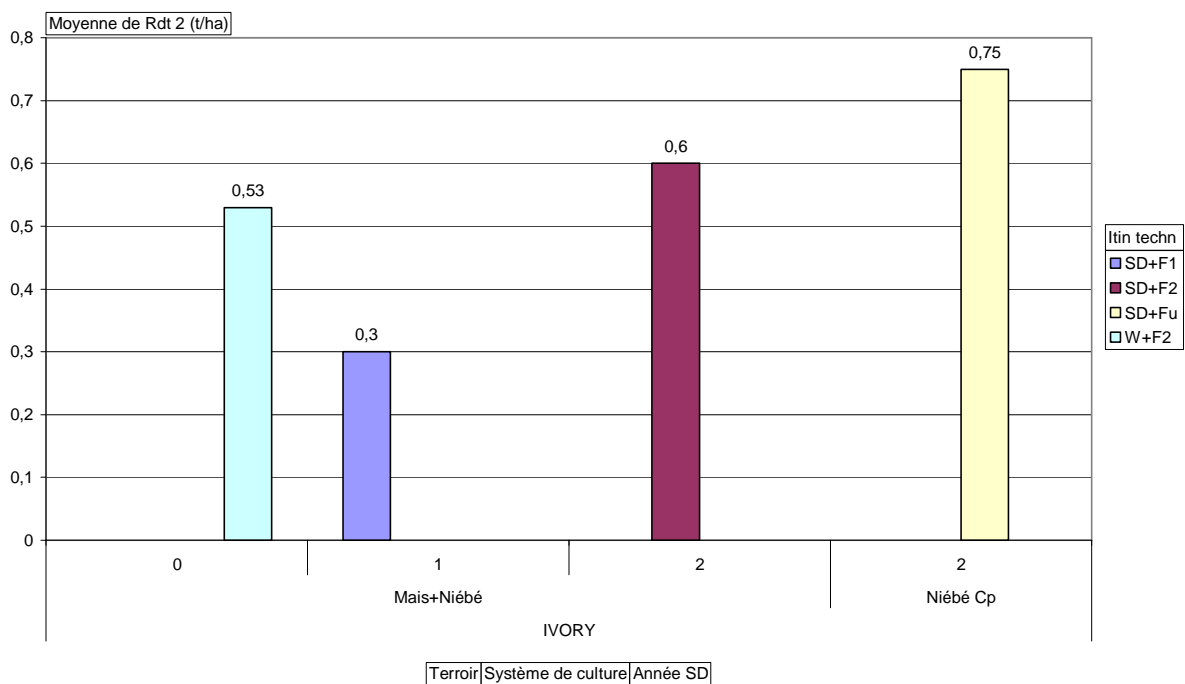


Figure 40 :Rendement du niébé en culture associée au maïs sur labour (W) ou en semis direct déjà installé dans le Moyen Ouest, en t/ha.

- Le soja

Le soja est essentiellement cultivé après le riz pluvial.

Au cours de cette année favorable, les rendements restent faibles (0,8 à 0,9 t/ha), équivalents à ceux de la campagne précédente, quel que soit le mode de gestion du sol (figure 36).

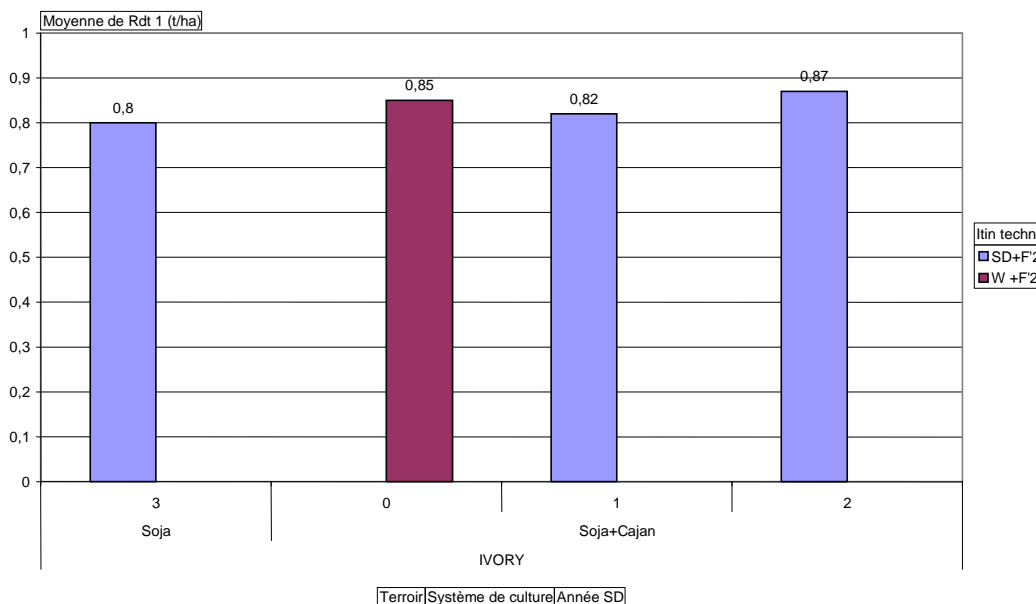


Figure 41 : Rendement du soja en culture pure ou associée au Cajanus cajan dans le Moyen Ouest, en t/ha.

- Le pois de terre

Le pois de terre est cultivé en début d'assolement dans le Moyen Ouest. Cette culture peu exigeante installée après labour produit 0,6 t/ha sans intrants et permet d'installer le semis direct en association avec le Cajanus cajan, (figure 42).

La culture est possible en semis direct, mais le faible nombre des parcelles observées ne permet pas de conclure. Dans la zone du Lac Alaotra, aux conditions pédoclimatiques voisines de celle du Moyen Ouest, le paillage améliore très sensiblement les rendements. Sur le site de référence d'Ivory il atteint 2,4 t/ha après riz dans un système SCV sur B. ruziziensis (en coque avec une mesure sur 0,5 ares en 2005-2006).

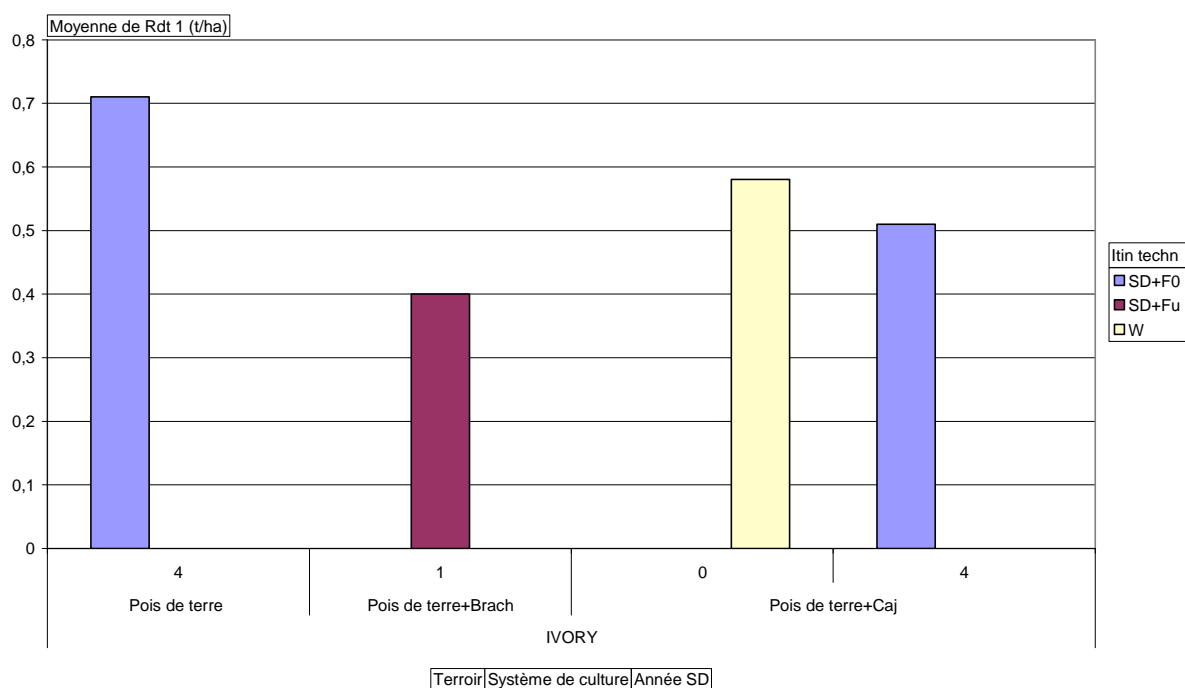


Figure 42 : Rendement du pois de terre lors de l'installation du semis direct (W année 0) dans le Moyen Ouest (en t de pois de terre en coque par ha)

Résultats économiques :

Ces résultats économiques obtenus en année favorable, sont à comparer à ceux de la précédente campagne qui était très déficitaire en pluie afin d'évaluer les risques encourus par les agriculteurs.

- Le riz pluvial :

Les temps de travaux sont élevés en système intensifié après labour, de l'ordre de 140 j/ha en culture associée avec le Stylosanthes guianensis (figure 43), alors qu'ils étaient à 120 j/ha en culture pure en 2004-2005. La généralisation de la traction animale permet une réduction sensible par rapport aux Hautes Terres (260 j/ha dont 150 j/ha de labour à l'angady). La pratique du semis direct permet de les réduire de moitié avec un total de : 70 j/ha en culture associée au S. guianensis qui est augmenté de 25 g/ha environ avec pillage.

L'installation du S. guianensis en culture pure conduit à des temps de travaux de 55 j/ha identiques en SCV et après labour, mais il faut noter que la densité est multipliée par 2,5 en culture pure (lignes espacées de 0,3 m au lieu de 0,8 m en association avec le riz). Les résultats économiques sont nettement améliorés par rapport à la campagne 2004-2005 (figures 44 à 46). Les marges brutes voisines de 0,3 millions d'Ar/ha après labour avec installation des SCV avec S. guianensis (50 000 Ar/ha en 2004-2005) sont quasiment identiques en semis direct avec paillage (0,3 à 0,5 millions d'Ar/ha). Elles sont multipliées par plus de 6 fois en semis direct lors de l'installation du S. guianensis (2,2 à 2,9 millions d'Ar/ha). Les valorisations des journées de travail sont voisines après labour avec l'installation des SCV avec S. guianensis (2 400 ar/j) ou en semis direct avec renforcement de la biomasse par du paillage (2 400 à 5 100 Ar/j). Elles sont sensiblement augmentées en SCV pour le riz cultivé en association avec le S. guianensis (35 000 à 48 000 Ar/ha).

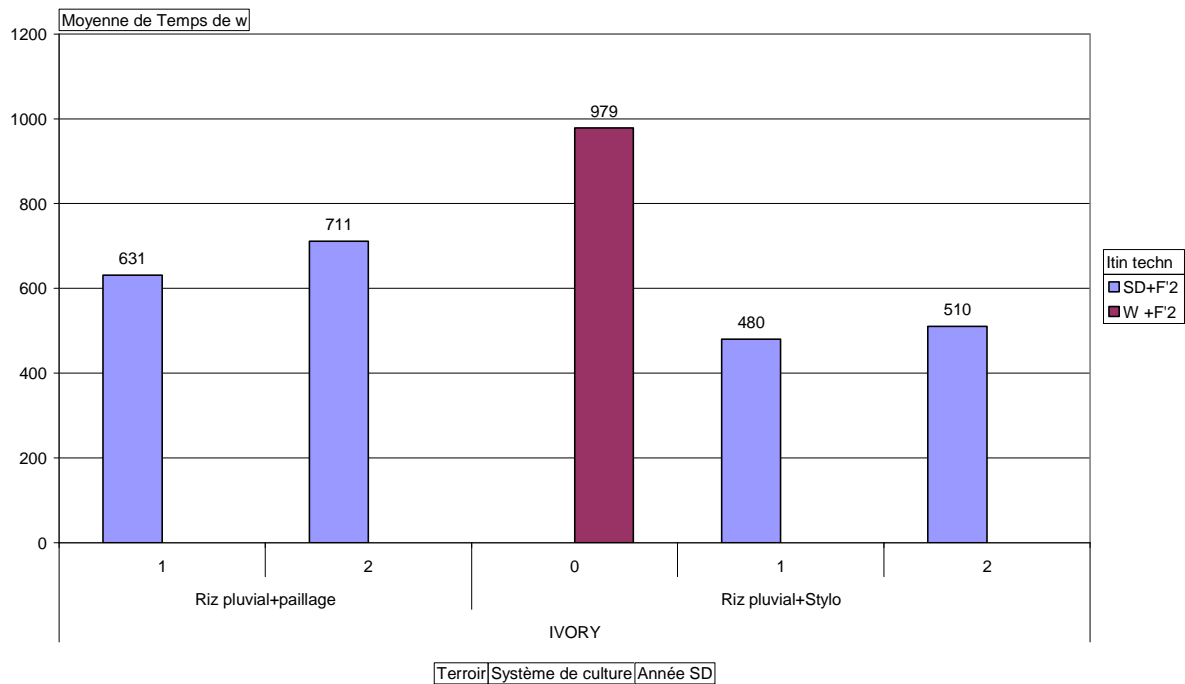


Figure 43 : Temps de travaux pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au Stylosanthes guianensis dans le Moyen Ouest, en h/ha.

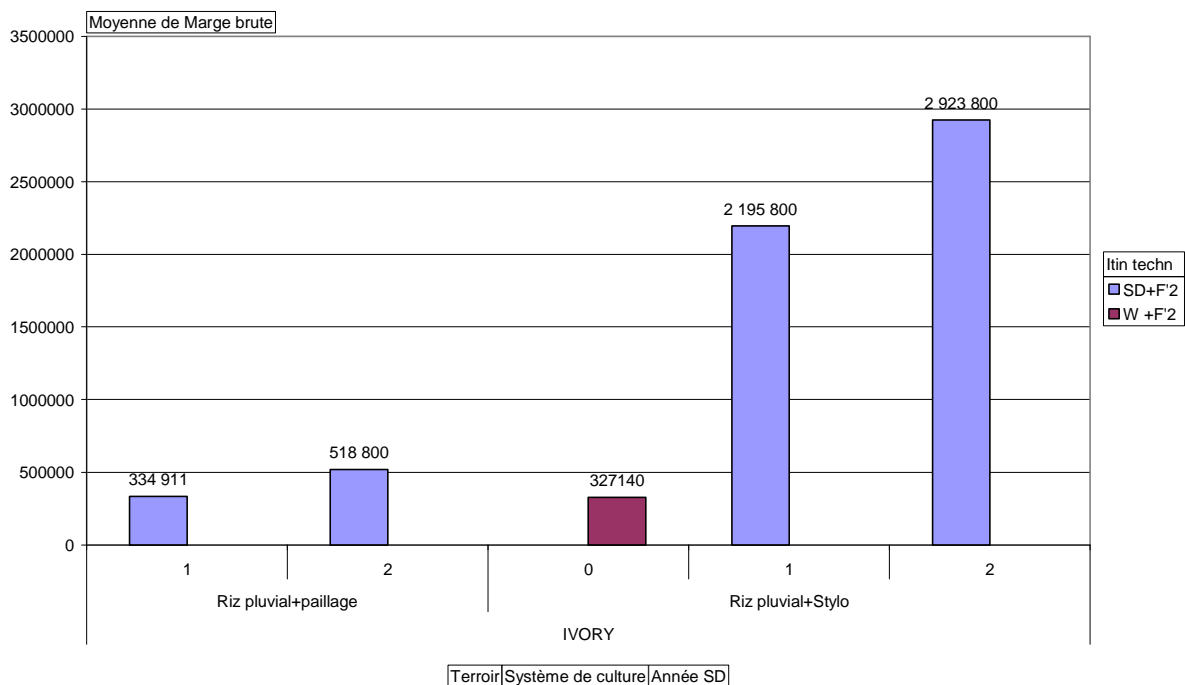


Figure 44 : Marges brutes pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au S. guianensis dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

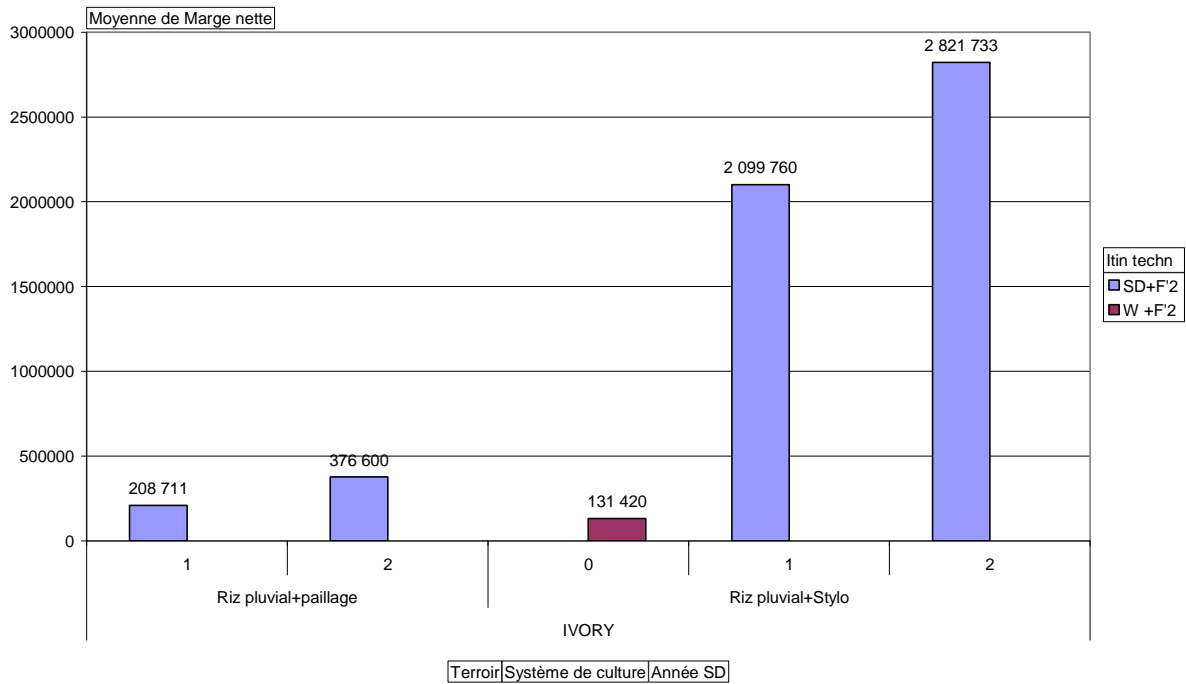


Figure 45 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au S. guianensis dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

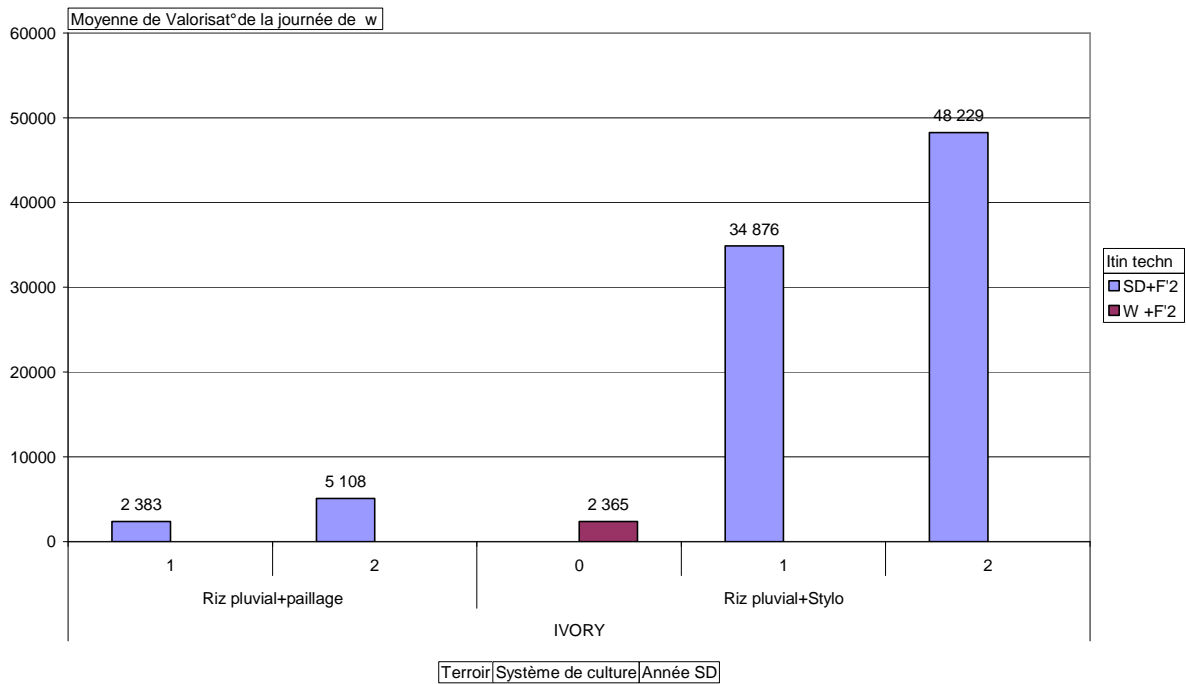


Figure 46 : Valorisation brute de la journée de travail pour la culture du riz pluvial avec paillage ou associé au S. guianensis dans le Moyen Ouest, en Ar/jours de 7h.

- Le maïs + niébé :

L'association du maïs et du niébé conduit à des temps de travaux supérieurs à ceux du riz pluvial (figure 47), et réduits de moitié en SCV par rapport au labour (70 j/ha contre 140 j/ha après labour).

L'intérêt de l'association de deux cultures vivrières permet de sécuriser les résultats économiques (figure 48 à 50) :

- Ils apparaissent équivalents quel que soit le mode de gestion du sol, lors de l'installation du semis direct (année 0) avec production de biomasse par le niébé (marge brutes voisines de 400 000 Ar/ha (figure 48), marges nettes de 200 000 Ar/ha (figure 49) et valorisation des journées de travail de 3 000 Ar/j).
- Au cours de la dernière campagne avec une pluviométrie bien répartie, les marges brutes apparaissent presque doublées en deuxième année de semis direct par rapport au labour avec une fumure minérale F2 (0,7 millions d'Ar/ha contre 0,4 millions d'Ar/ha après labour) et les valorisations des journées de travail sont triplées (10 000 Ar/j contre 2 600 Ar/j après labour)

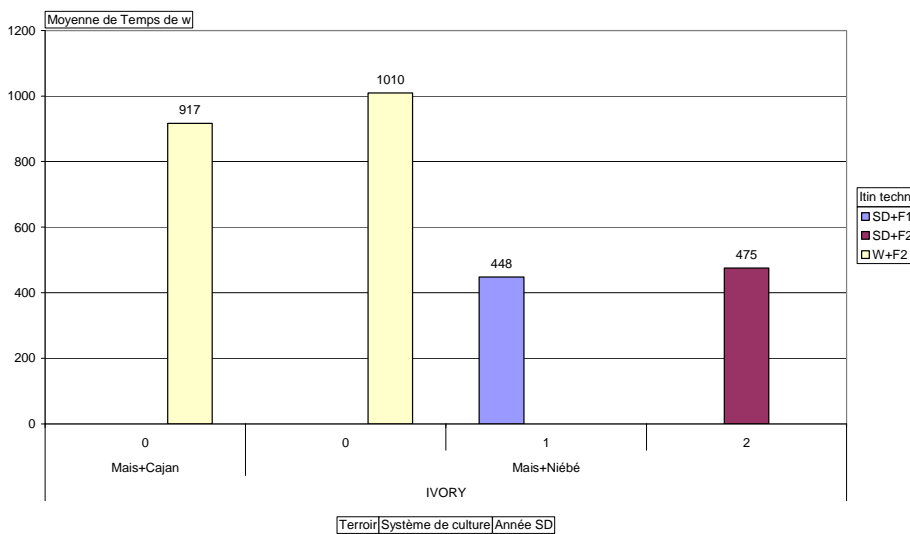


Figure 47 : Temps de travaux pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en h/ha.

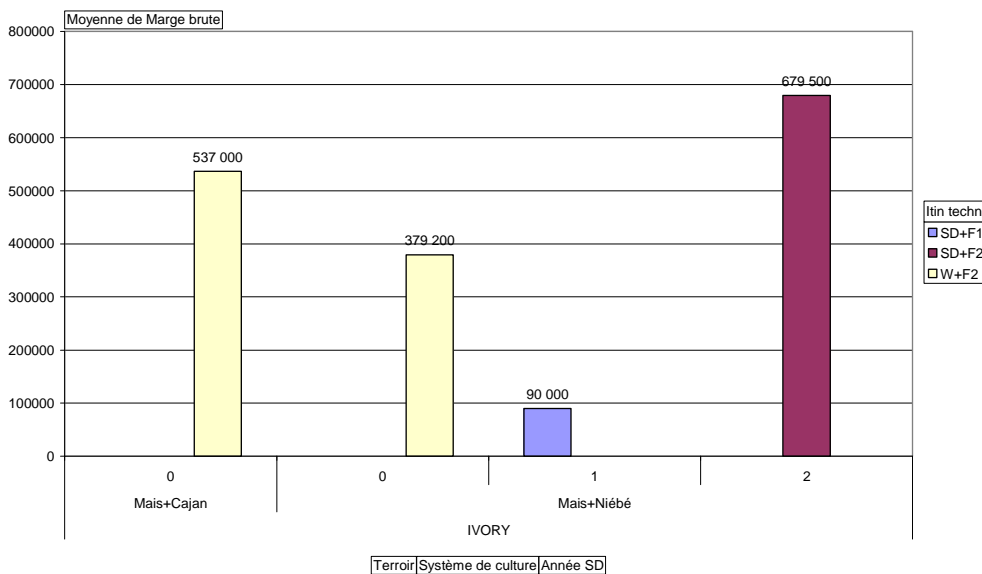


Figure 48 : Marge brute pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

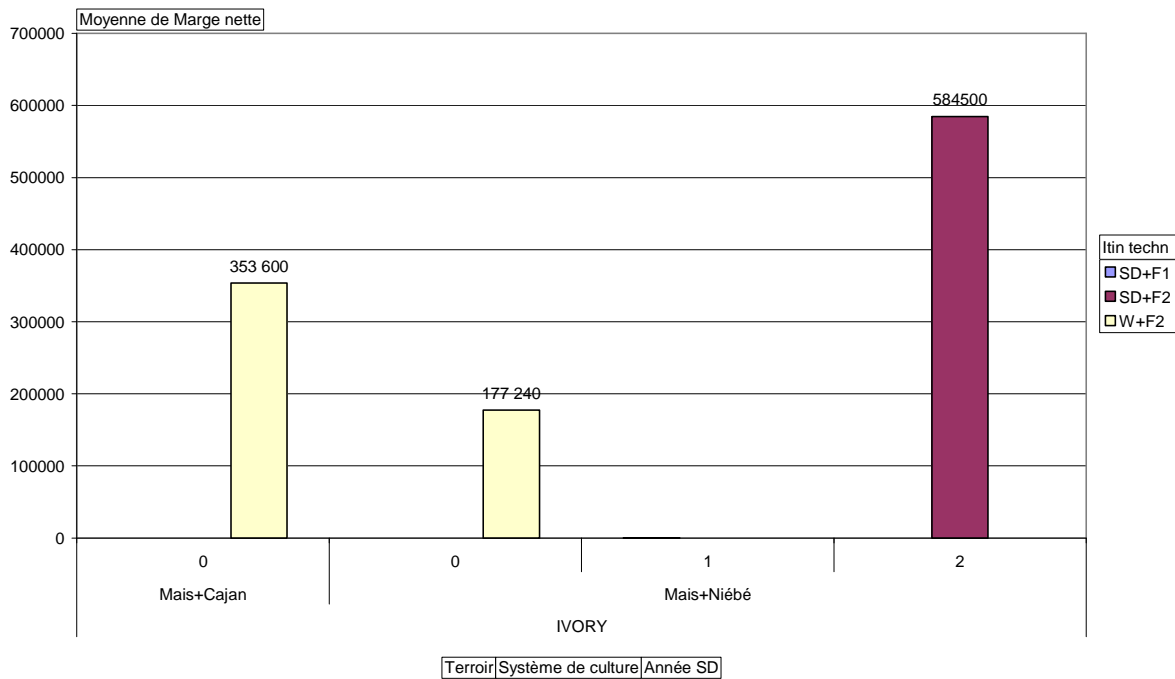


Figure 49 : Marge nette (hors rémunération du travail familial) pour la culture du maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

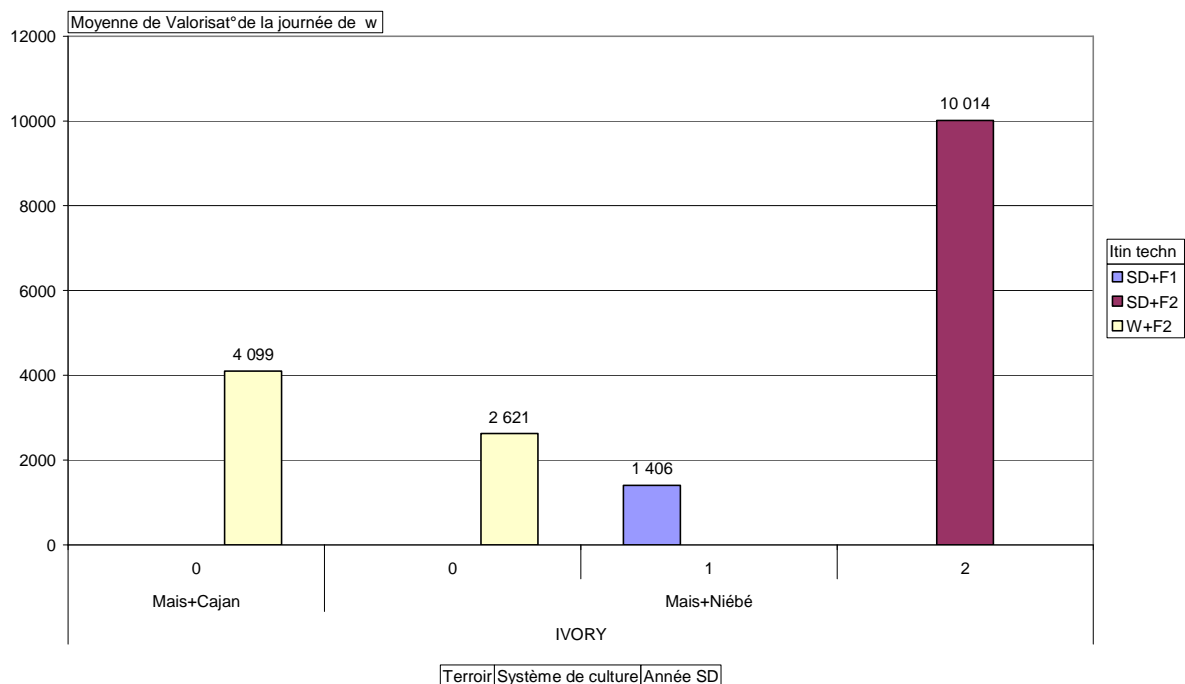


Figure 50 : Valorisation de la journée de travail pour la culture de maïs associé au pois cajan ou au niébé après labour (W) ou en semis direct installé (SD) dans le Moyen Ouest, en Ar/jour de 7 heures.

- Le soja

Les temps de travaux sont sensiblement réduits en semis direct par rapport au labour (figure 51). Alors que les marges brutes apparaissent équivalentes quel que soit le mode de gestion du sol dans l'association avec le pois cajan (220 000 ar/ha, figure 52), la productivité du travail apparaît sensiblement améliorée en SCV (figure 54). La valorisation de la journée de travail est doublée en semis direct par rapport au labour : 3 600 Ar/jour en SCV contre 1 500 Ar/jour après labour (montant voisin des salaires pratiqués dans la zone)

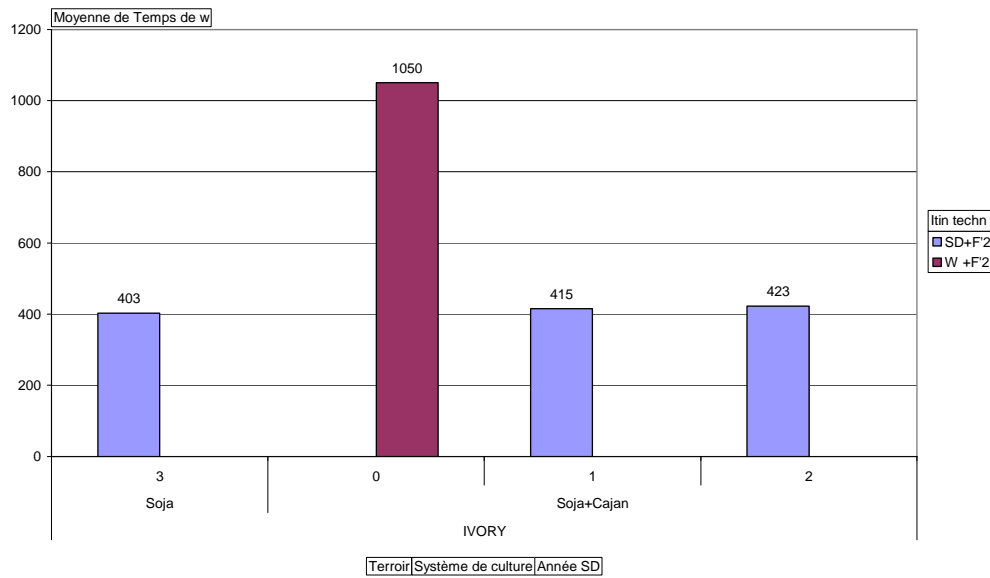


Figure 51 : Temps de travaux pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en h/ha.

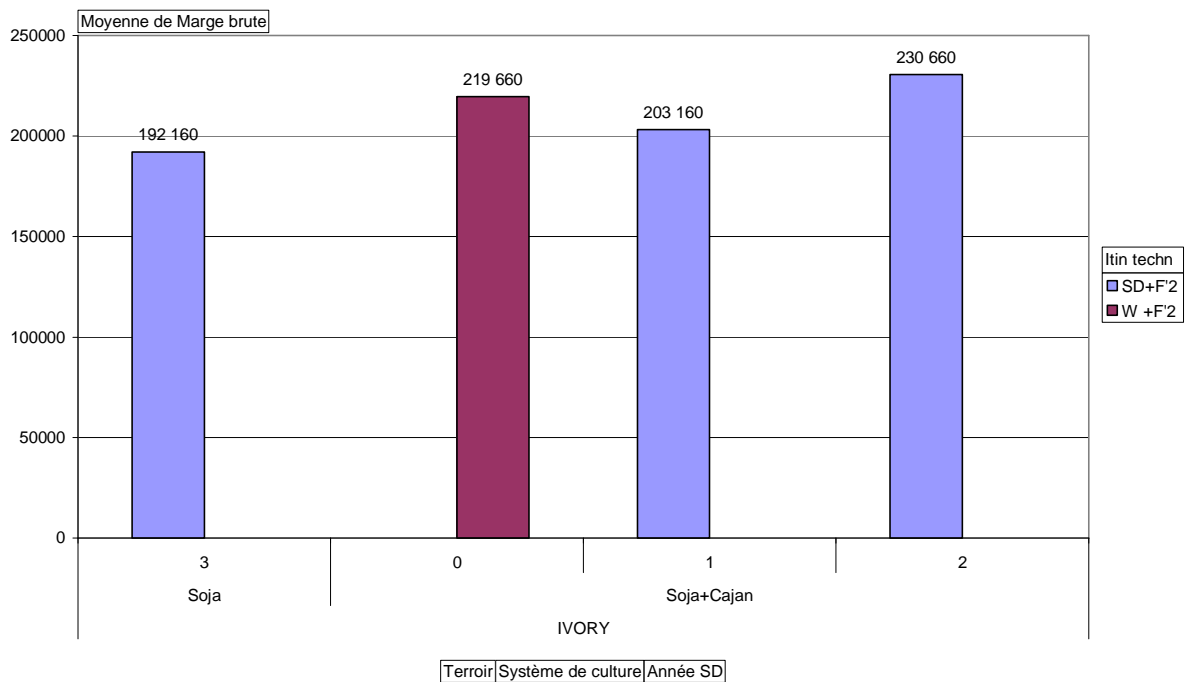


Figure 52 : Marges brutes pour le soja en culture pure ou associée au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

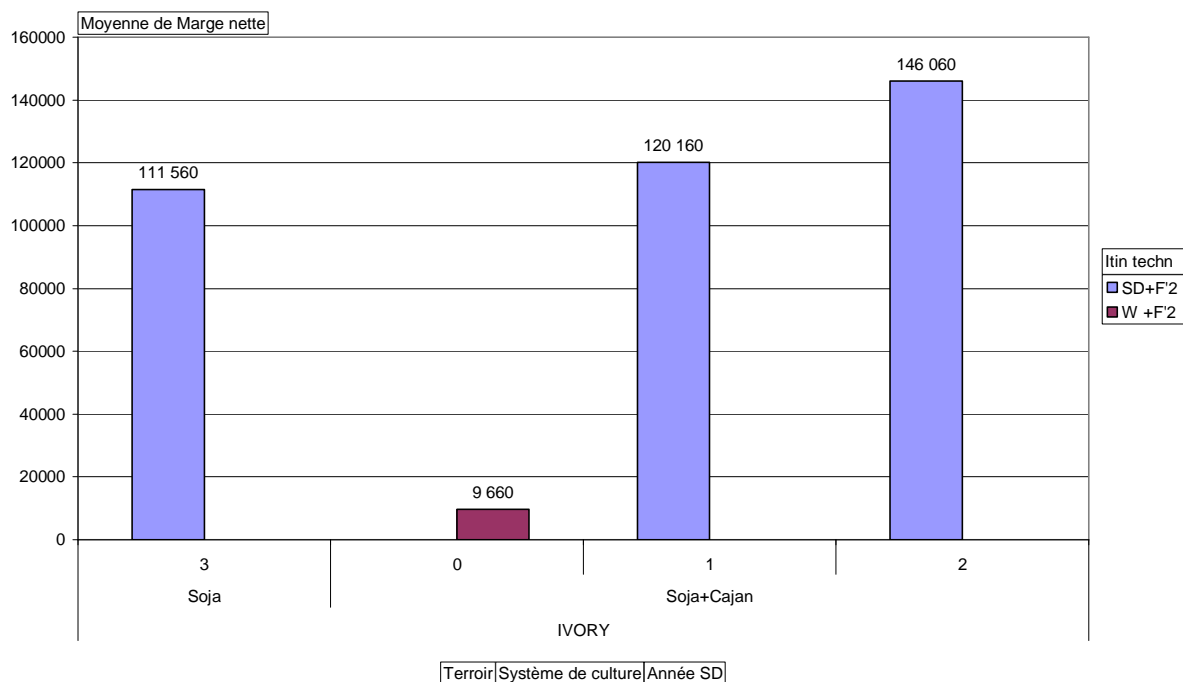


Figure 53 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

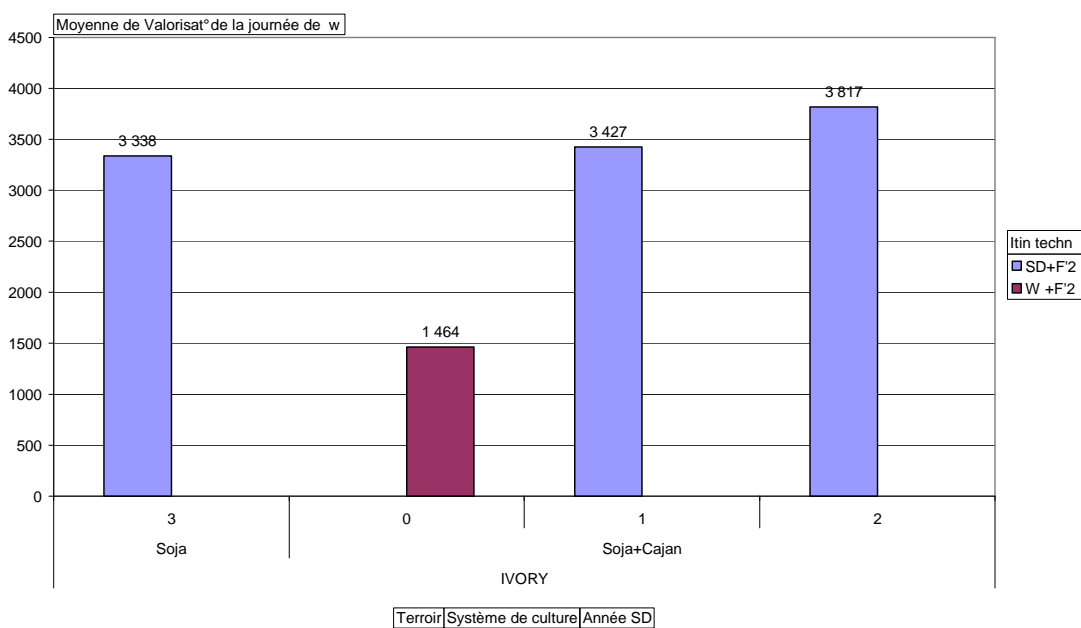


Figure 54 : Valorisation de la journée de travail pour le soja en culture pure ou associé au pois cajan dans le Moyen Ouest, en Ar/jour de 7h.

Pois de terre :

Les temps de travaux moyens sont identiques quel que soit le mode de gestion du sol (90 j/ha, figure 55).

L'installation du semis direct grâce à la culture du pois de terre en association avec le *Cajanus cajan* peut se faire avec des résultats économiques satisfaisants sur labour en reprise de la jachère :

- marge brute voisine de 280 000 Ar/ha (figure 56)
- et valorisation de la journée de travail de 3 000 Ar/jour de 7h

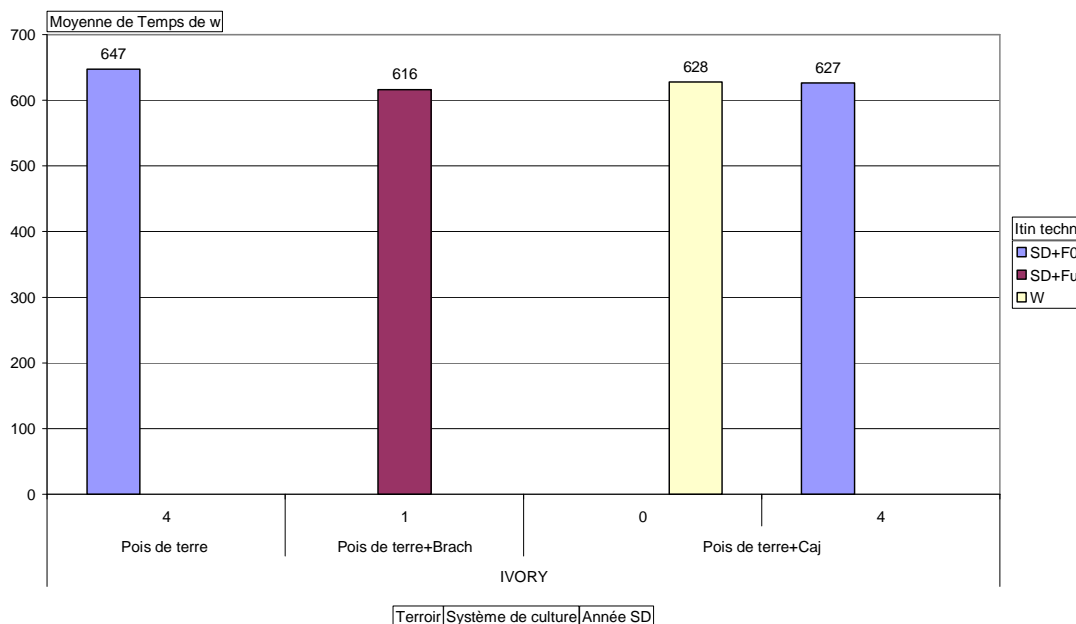


Figure 55 : Temps de travaux pour la culture de pois de terre dans le Moyen Ouest.

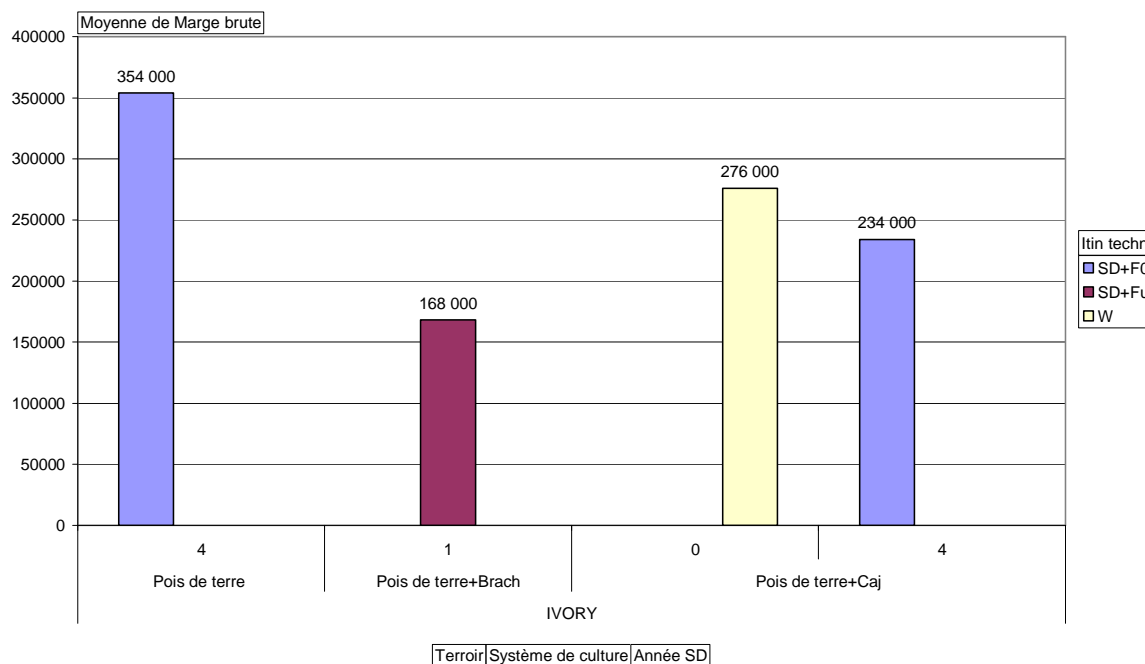


Figure 56 : Marges brutes pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

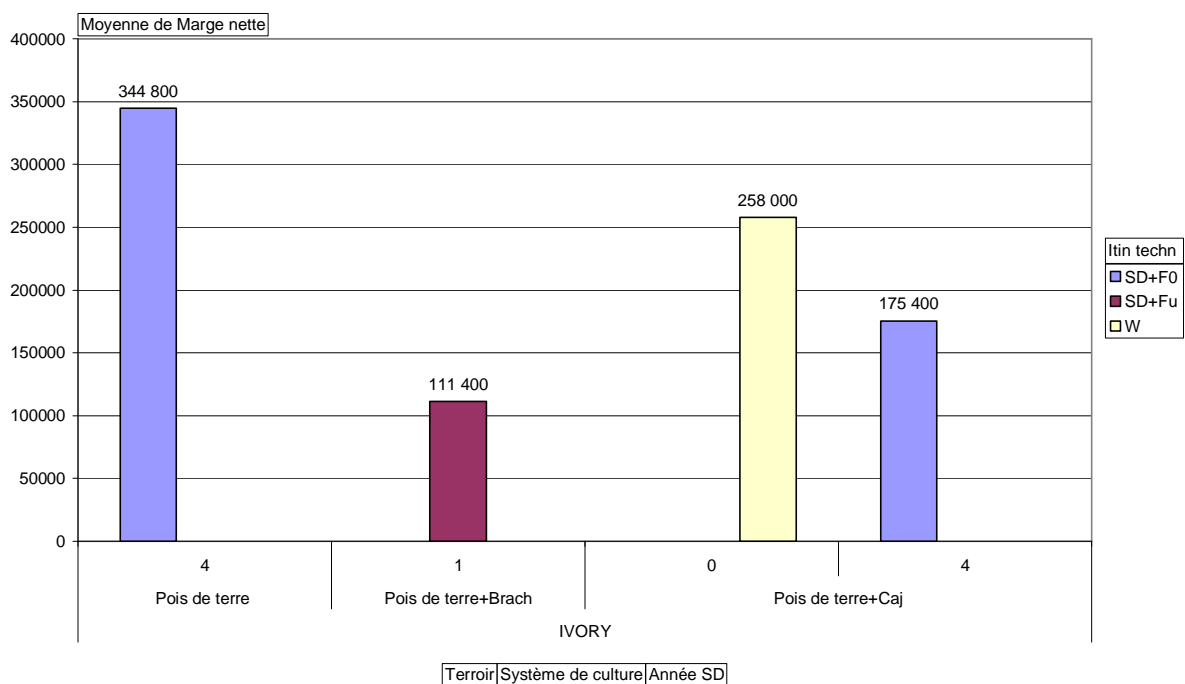


Figure 57 : Marges nettes (hors rémunération du travail familial) pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar/ha.

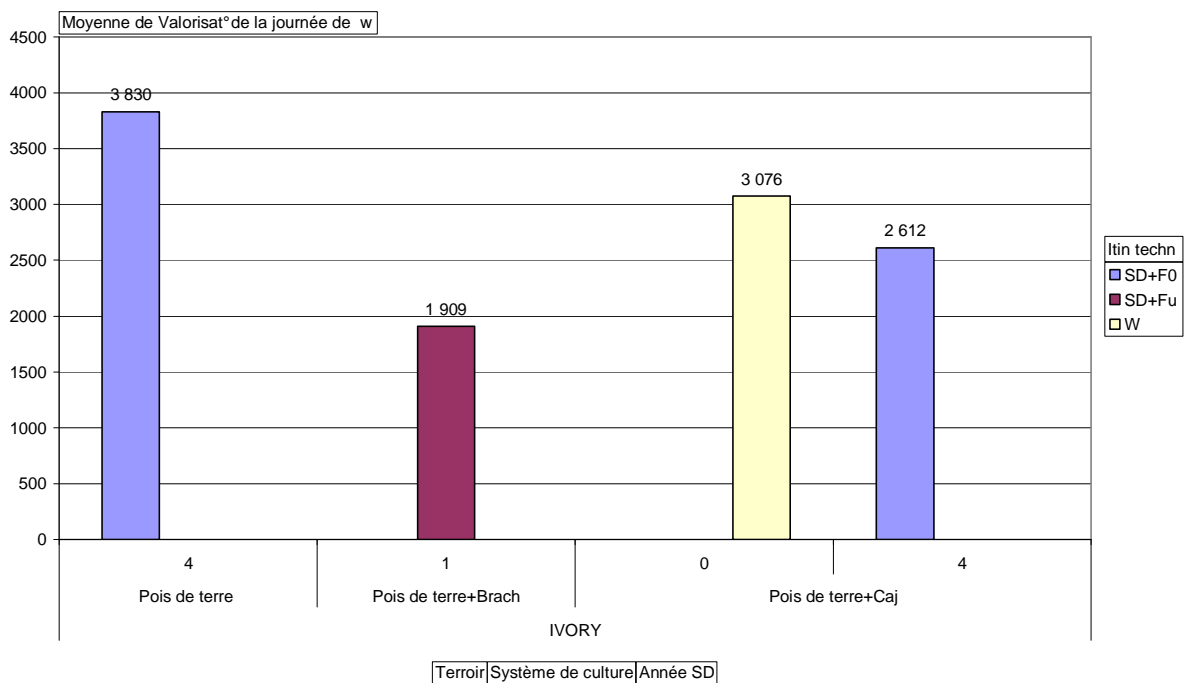


Figure 58 : Valorisation de la journée de travail pour la culture du pois de terre dans le Moyen Ouest, en Ar /jour de 7h.

5. CONCLUSIONS

Sur les Hautes Terres de Madagascar, comme dans le Moyen Ouest, la pression démographique et la saturation des bas-fonds rizicoles accélèrent la mise en culture des collines aux sols fragiles et peu fertiles. Soumis à une dégradation continue par l'utilisation de techniques culturales inappropriées, en particulier le labour, à une régression de la jachère, ces terrains présentent un très faible niveau de production, qui décroît régulièrement.

Grâce aux techniques de semis direct sur couverture végétale permanente, il est possible de reconstruire des systèmes agricoles durables, aux productions diversifiées et aux performances économiques améliorées.

La couverture réduit la prolifération des adventices et supprime labour et sarclages. Elle assure ainsi économie de main-d'œuvre et moindre pénibilité du travail. Les pailles proviennent des résidus des cultures, de couvertures vives ou de cultures dérobées utilisées comme « pompes biologiques ». Ces plantes ont des systèmes racinaires puissants et profonds, et peuvent recycler les nutriments des horizons profonds vers la surface, où ils peuvent être utilisés par les cultures principales. Les rendements sont améliorés et le retour à la jachère pour restaurer la fertilité n'est plus nécessaire.

- Effets sur le milieu :

Les conséquences sont également très favorables sur le milieu : protection totale contre l'érosion et forte réduction de ruissellement, meilleure conservation de l'eau grâce à une infiltration accrue, restauration de la fertilité avec réactivation de la macrofaune du sol, amélioration de sa porosité et stabilité, stimulation de l'activité microbienne induisant un recyclage rapide des éléments minéraux et de la matière organique. Les apports de fumier indispensable en sol nu peuvent être réduits, ainsi que les fumures minérales. L'état sanitaire des cultures peut être amélioré par réduction des dégâts de certains parasites (ver blanc, ...) ou dépérissements (flétrissement bactérien).

- Remise en valeur des terrains abandonnés et protection des bassins versants :

Sur les terroirs villageois, certains terrains anciennement cultivés ont été abandonnés car la fertilité de leur sol est trop faible pour permettre leur remise en culture de manière rentable avec les itinéraires traditionnels. Les techniques de semis direct proposent toute une gamme de solutions pour rendre la fertilité à des sols extrêmement dégradés et donc inutilisés. On peut citer la technique de l'écobuage (« brûlage à l'étouffée » du sol qui permet une libération d'éléments nutritifs), mais aussi l'utilisation de plantes, telles les *Brachiarias* qui poussent dans des conditions de très faible fertilité et permettent une restructuration et un enrichissement rapide des sols (en l'espace d'un à deux ans seulement), tout en étant d'excellents fourrages. Une fois la porosité du sol refaite, et la matière organique accumulée, les cultures redeviennent possibles.

- La production de fourrages et l'intégration avec l'élevage

Par l'utilisation de plantes restructurantes capables de pousser en situations marginales (saison froide, sols extrêmement pauvres, etc.) les techniques agro-écologiques permettent une augmentation de la production globale de biomasse. Ces plantes étant également d'excellents fourrages, il est possible, tout en accroissant l'apport de matière organique au sol, d'extraire une partie de la production pour la nutrition animale.

Ainsi, l'intégration entre agriculture et élevage est non seulement possible, mais peut être un moteur du développement de ces techniques dans les zones d'élevage, là aussi, avec un rôle important dans la conservation des ressources naturelles (le brûlis n'est plus nécessaire, les éleveurs pouvant disposer de fourrages de qualité, en abondance, en toute saison).

- Le contrôle de pestes végétales

Les techniques de semis direct ont démontré leur aptitude à contrôler ou éliminer des « pestes végétales » telles que le *Striga asiatica* (par couverture du sol, ombrage, augmentation du taux de matière organique, réduction des températures, etc.)

Ainsi, des zones abandonnées par les agriculteurs du Moyen Ouest à cause de la pression du *Striga* peuvent être recolonisées grâce à ces techniques.

Des plantes considérées comme des pestes végétales peuvent même être utilisées pour le semis direct. Ainsi, la reprise de *Cynodon dactylon* (chiendent) par le semis direct (après un simple herbicide) permet la culture de haricot ou soja sans engrais, avec des temps de travaux et des coûts très réduits, et une production fortement accrue.

- Rizières à mauvaise maîtrise de l'eau

Ces rizières représentent une part très importante des surfaces des bas fonds des Hautes Terres et du Moyen Ouest. Leur production est aléatoire en fonction des conditions climatiques :

- * en année sèche, elles sont repiquées trop tardivement et la fécondation du riz peut être affectée par le froid ;
- * et en années très pluvieuses elles sont souvent détruites par les inondations.

Le semis direct sur résidus des cultures de contre saison (avoine, blé, vesce, ...) permet d'installer une variété de riz pluvial dès les premières pluies. Les productions varient en fonction de l'altitude, de la fumure et de la culture fourragère ou maraîchère pratiquée en hiver de 3 à 6 t/ha de paddy.

Ainsi grâce aux travaux de recherche appliquée conduits par TAFE et ses partenaires (sur financement AFD, MAEP, FFEM et CIRAD), les agriculteurs malgaches disposent d'un référentiel de techniques mieux adaptées aux contraintes des agriculteurs. La priorité est maintenant donnée à la formation des agents de développement et à leur appui sur le terrain, en particulier dans le cadre du Projet BV-PI Sud Est / Hauts Plateaux.

L'appui à la diffusion sur les terroirs villageois est aussi riche d'enseignements quant au rôle du technicien qui devrait se borner au conseil agricole, mais aussi sur la nécessité de développer des systèmes de production avec minimum d'intrants.

Ainsi les 3 dernières campagnes ont été marquées par des accidents climatiques : cyclones, puis sécheresse dans le Moyen Ouest, retard des pluies sur les Hautes Terres. Ils ont conduit les agriculteurs vivant presque en autarcie de l'une ou l'autre des régions à ajourner le remboursement de leurs emprunts.

Grâce aux effets favorables des S.C.V., des modes de gestion des sols diversifiés peuvent être proposés avec utilisation d'un minimum d'intrants, comme les systèmes à base de riz pluvial, maïs et manioc sur couverture de *Stylosanthes guianensis* dans le Moyen Ouest. L'adaptation de ces propositions doit se poursuivre depuis la production (sur colline ou rizière à mauvaise maîtrise d'eau) ou son utilisation (ration fourragère pour les vaches laitières), jusqu'à leurs conséquences économiques.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Andrianaivo, A.P., et al, 1998 : Biologie et gestion du Striga à Madagascar. FOFIFA, DPV, GTZ, 65 p.
- Andriatsilavo M., Razanamparany C., Naudin K., 2006: Projet d'appui à la diffusion des techniques agroécologiques à Madagascar – Volet dispositif d'appui technique. Rapport de campagne 2004 – 2005. Lac Appui. TAFE, 56p.
- Charpentier, H. ; Razanamparany, C.; Rasoloarimanana, D. ; Rakotonarivo, B., 2000 : Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Convention ANAE-CIRAD-TAFE. Rapport de campagne 1998-1999
- Charpentier, H. ; Razanamparany, C.; Rasoloarimanana, D. ; Rakotonarivo, B., 2001 : Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Convention ANAE-CIRAD-TAFE. Rapport de campagne 1999-2000
- Charpentier, H. ; Razanamparany, C.; Rasoloarimanana, D. ; Rakotonarivo, B., 2002 : Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Convention ANAE-CIRAD-TAFE. Rapport de campagne 2000-2001 et synthèse de 3 années du projet. 137 p. + photos
- Charpentier, H. ; Razanamparany, C.; Rasoloarimanana, D. ; Rakotonarivo, B., 2003 : Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Convention ANAE-CIRAD-TAFE. Rapport de campagne 2001-2002, 51 p. + photos.
- Charpentier, H. ; Razanamparany, C.; Andriantsilavo, M.; Andriamandraivonona, H., 2004 : Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Convention MAEP-GSDM-CIRAD-TAFE. Rapport de campagne 2002-2003. 60 p. + photos
- Charpentier H. ; Razanamparany C. ; Andriantsilavo M. ; Andriamandraivonona H. ; 2004 : Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Rapport de campagne 2002 – 2003. GSDM. Financement : AFD – FFEM – CIRAD – MAEP. TAFE, 72 p.
- Charpentier H. ; Razanamparany C. ; Andriantsilavo M. ; Rakotoarinivo C.; 2005: Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Rapport de campagne 2003 – 2004. GSDM. Financement : AFD – FFEM – CIRAD – MAEP, TAFE 135 p.
- Charpentier H. ; Husson O. ; Andriantsilavo M. ; Chabaud C. ; Ravanomanana E. ; Michellon R. ; Moussa N. ; Rakotondralambo A. ; Séguy L. ; 2005 : New rice varieties and cropping systems for paddy fields with poor water control in Madagascar. III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3 – 6 oct 2005.
- Fara Hanitriniana J.C., 2003 : Rapport des activités réalisées dans le programme PSCA-TAFE. Campagne 2002-2003 – Préparation campagne 2003-2004. TAFE-FERT.PSCA Vulgarisation, Composante B. 30 p
- Goudet, M. 2003 : Antsapanimahazo : caractéristiques agraires d'un terroir villageois des hautes terres malgaches et conditions d'adoption des systèmes de culture à base de couverture végétale. Mémoire ENSAT-CNEARC, CIRAD-TAFE, 96 p.
- GSDM,2004 : Stratégie du GSDM pour la mise au point, la formation et la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. ANAE, BRL, FAFIALA, FIFAMANOR, FOFIFA, TAFE, AFD, CIRAD, FFEM, MAEP, 28 p.
- Harrivel V., 2001 : Le semis direct et l'élevage : concurrence ou complémentarité ? Etude des relations agriculture-élevage à Miamamindra (Betafo), Andranomanelatra - Centre (Andranomanelatra), Tsaramandroso Soamahavoky (Andranomanelatra), Ambolotsararano (Andranomanelatra) Madagascar. Mémoire CNEARC, CIRAD, FOFIFA, 168p.

- Husson, O.; Andriamahenina M.; Rakotondralambo, T.; Rakotondramanana, Ramaroson, I. and Rasolo, F., 2003 : II world congress on conservation agriculture. Iguassu falls, Brazil, 11-15 august 2003 Poster presentation : Diffusion of direct planting on permanent soil cover: The Direct seeding group of Madagascar
- Husson, O.; Séguy, L., 2004 : Introduction to direct planting on permanent soil cover: improvement of soil and crops performances through agro-biological management, Keynote speech: Soil Health and Remediation Workshop, 12 – 15 October 2003, University of Natal, Pietermaritzburg Campus, South Africa.
- Husson O.; Michellon R.; Charpentier H.; Ramaroson I. ; Razanamparany C. ; Andriantsilavo M. ; Moussa N. ; Séguy L., 2005 : An approach creation, training and extension of systems based on direct seeding on permanent soil cover in Madagascar. III World congress on conservation Agriculture, Nairobi, Kenya, 3 – 6 oct 2005.
- Julien, P., Rakotondralambo, P., Razanamparany, C., Razafintsalama, H., Moussa, N., 1993 : Rapport de saison et contre saison 1992-93. Fermes mécanisées Kobama, 19 p.
- Kobama, 1994 : Rapport de campagne saison et contre saison 1993-94. Opération blé- Fermes mécanisées, 33 p.
- Michellon R. ; Techer P. ; 1996 : Le kikuyu. Plante fourragère et de couverture. CIRAD-C.A. Programme APAFP n° 1-96, 24 p.
- Michellon R., Randriamanantsoa R., Razanamparany C., Rasoloarimanana D., Moussa N., 1998 : Evolution de la faune du sol selon sa gestion. Protection des plantes par traitement des semences – CIRAD.FOFIFA.TAFA, Fiche 1998 n°1, 19 p.
- Michellon R. et al., 2000 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la fréquence et de l'intensité de combustion selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 1999 n°1, 55 p.
- Michellon R. et al., 2000 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la nature du combustible selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 1999 n°2, 24 p.
- Michellon R. et al., 2001 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la nature du combustible selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2000 n°2, 34 p.
- Michellon R. et al., 2001 : Direct seeding on plant cover with « soil smouldering » techniques (Conception de systèmes durables avec un minimum d'intrants à Madagascar : semis direct sur couverture végétale avec écobuage), I world congress on conservation agriculture, Madrid, 1-5 october 2001
- Michellon R. et al., 2001 : Influence du traitement des semences et de la date de semis sur la production du riz pluvial en fonction du mode de gestion du sol sur les Hautes Terres. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essais 2001n°1, 18 p.
- Michellon R. ; Moussa, N. ; Rakotoniaina, F. ; Andrianasolo, H.M. ; Fara Hanitriniaina J.C. ; Ravelomanarivo, A. ; Ravonison L.N., 2002 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la fréquence et de l'intensité de combustion selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2001 n°2, 52 p
- Michellon R ; Moussa, N. ; Rakotoniaina, F. ; Andrianasolo, H.M. ; Fara Hanitriniaina J.C. ; Ravelomanarivo, A. ; Ravonison L.N., 2002 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la nature du combustible selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2001 n°3, 30 p.
- Michellon R ; Moussa, N. ; Rakotoniaina, F. ; Andrianasolo, H.M. ; Fara Hanitriniaina J.C. ; Ravelomanarivo, A. ; Ravonison L.N., 2002 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la fréquence et de l'intensité de combustion selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2002 n°1, 60 p.

- Michellon R. et al., 2002 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la nature du combustible selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2002 n°2, 29 p.
- Michellon R., et al., 2003 : Rapport de campagne 2001-2002. Région du Vakinankaratra. TAFA, 40 p.
- Michellon R. et al., 2003 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la fréquence et de l'intensité de combustion selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2003 n°1, 46 p.
- Michellon R. et al., 2003 : Amélioration de la fertilité par écobuage : Influence de la nature du combustible selon le type de sol de tanety. CIRAD-TAFA-FOFIFA. Fiche d'essai 2003 n°2, 25 p.
- Michellon R., Moussa, N. ; Andrianasolo, H. ; Rakotovazaha, L., 2003 : Diffusion du semis direct sur couverture végétale sur un terroir villageois des hautes terres malgaches, TAFA, 11 p.
- Michellon, R., Rakotondralambo, P. ; Razanamparany, C. ; Moussa, N. ; Séguy, L., 2003 : Cropping systems on permanent soil cover for Madagascar highlands. II world congress on conservation agriculture. Iguassu falls, Brazil, 11-15 august 2003 ; pp 280-282.
- Michellon R. ; Razanamparany C. ; Moussa N. ; Andrianasolo H. ; Fara Hanitriniaina J.C; Razakamanatoanina R.; Rakotovazaha L. ; Randrianaivo S. ; Rakotoniaina F., 2004 : Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologique à Madagascar. Rapport de campagne 2002 – 2003. Hautes Terres et Moyen Ouest. GSDM. Financement AFD - FFEM - CIRAD - MAEP.TAFA, 98 p
- Michellon R. ; Razanamparany C. ; Moussa N. ; Andrianasolo H. ; Razakamanantoanina R. ; Rakotovazaha L. ; Randrianarivo S. ; Rakotoniaina F. ; 2005 : Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologique à Madagascar. Rapport de campagne 2003 – 2004. Hautes Terres et Moyen Ouest. GSDM. Financement AFD – FFEM – CIRAD – MAEP – TAFA, 113 p.
- Michellon R., Moussa N., Razanamparany C., Razakamiaramanana, Husson O., Séguy L., 2005 :L'écobuage : Une pratique à faible coût pour restaurer rapidement la fertilité du sol et augmenter la production. III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-6 oct 2005.
- Michellon R. ; Ramaroson I. ; Razanamparany C. ; Moussa N. ; Seguy L., 2005 : Conception de systèmes de culture sur couverture végétale permanente avec un minimum d'intrants sur les Hautes Terres Malgaches. III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-6 oct 2005.
- Michellon R., Razanamparany C., Moussa N., Rakotovazaha L., Fara Hanitriniaina J.C., Randrianaivo S., Rakotoniaina F., Rakotoarimanana R., 2006 : Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Volet dispositif d'appui technique et formation. Rapport de campagne 2004 – 2005 Hautes Terres et Moyen Ouest. TAFA, 154 p.
- Nzila J.D., 1992 : La pratique de l'écobuage dans la vallée de Niari (Congo). Ses conséquences sur l'évolution d'un sol ferrallitique acide. Document ORSTOM n°7, 190 p.
- Rabearisoa M.Y, 2006: Effet du mode de gestion des sols et des systèmes de culture (SCV et fertilisation organique) sur les vers blancs en culture pluviale – Mémoire ASJA.96p.
- Rabenilalana L. Rachel, 2005: Introduction d'innovation sur le système de culture à base de semis direct sur couverture végétale permanente du sol sur le terroir d'Antsampanimahazo. DEA Université d'Antananarivo Faculté des lettres et sciences humaines Département de Géographie, TAFA, CIRAD, 101 p.

- Rakotondralambo, P., 2000 : Création, formation et appui à la diffusion pour les systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale permanente des sols des différentes écologies de Madagascar. Atelier national sur l'élaboration de la stratégie de diffusion de l'agroécologie/semis direct. Antsirabe, 10-12 mai 2000. TAFa, 31 p.
- Rakotondralambo, P. ; Razanamparany C., 1999 : Adaptation du semis direct dans les régions de Madagascar. In : Rasolo, F. Raunet M. (Editeurs scientifiques), 1999 : Gestion agro-biologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international. Antsirabe, Madagascar. 23-28 mars 1998. ANAE-CIRAD-FAFIALA-FIFAMANOR-FOFIFA-TAFa. Montpellier, France. CIRAD collection colloques pp 257-263.
- Rakotondralambo, P. ; Razanamparany, C. ; Moussa, N., 1997 : Rapport de campagne 1995-96 TAFa, 48 p. + annexes
- Rakotondralambo, P. ; Razanamparany, C. ; Moussa, N., 1997 : Rapport de campagne 1996-97 TAFa, 69 p.
- Rakotondralambo, P. ; Razanamparany, C. ; Moussa, N.; Razakamanantoanina, R.; Rakotovazaha, L., 2000 : Rapport de campagne 1998-99 TAFa, 30 p.
- Rakotondralambo, P. ; Razanamparany, C. ; Moussa, N.; Razakamanantoanina, R.; Rakotovazaha, L., 2001 : Rapport de campagne 1999-2000 TAFa, 40 p.
- Rakotondramanana ; Husson O. ; Charpentier H. ; Razanamparany C. ; Andriantsilavo M. ; Michellon R. ; Moussa N. ; Séguy L., 2005 : The use of cynodon dactylon as soil cover for direct seeding in Madagascar. III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-6 oct 2005.
- Rakotoarinivo C., Razanamparany C., Naudin K., 2006: Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. Volet dispositif d'appui technique. Rapport de campagne 2004 – 2005. Sud Est..TAFa, 47p.
- Rakotoniaina S. N., 1998 : Semis direct : Diffusion en milieu paysan. Région Vakinankaratra. ESSA. Antananarivo- CIRAD- TAFa. 92 p.
- Ramanantsialonina, H. M., 1999 : Evolution de la faune et des dégâts aux cultures en fonction du mode de gestion des sols. ESSA. Antananarivo- CIRAD- TAFa. 108 p.
- Ramarofidy M.A, 2006 : Système de culture sur couverture végétale : caractérisation de la dynamique de l'azote minéral dans le profil cultural et quantification du stock d'azote. Mémoire ASJA, 93p.
- Randriantsoa M.M., 2001 : Rôle de la matière organique dans la fertilité phosphorique d'un sol ferrallitique des Hautes Terres malgaches. DEA de l'Institut National Polytechnique de Lorraine. CIRAD-TAFa, 26 p.
- Ratnadass A. ; Andrianaivo A. ; Michellon R. ; Moussa N. ; Randriamanantsoa R. ; Séguy L., 2005 : Impact of a direct seeding mulch based, conservation agriculture (DMC) rainfed rice-based system on soil pest and Striga infestation and damage in Madagascar. III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-6 oct 2005.
- Raunet M., 1997 : Les ensembles morphopédologiques de Madagascar. ONE, FOFIFA, ANAE, CIRAD, 116 p + cartes
- Ravelonarivo, A.R., 1993 : Le semis direct, une alternative à la lutte antiérosive sur tanety. Contribution à son adoption dans la région d'Antsirabe. ESSA. Antananarivo- CIRAD- TAFa. 99 p
- Razafimbelo T.M. ; Albrecht A. ; Feller C.; Michellon R.; Moussa N.; Muller B.; Oliver R.; Razanamparany C., 2005: Soil carbon storage and physical protection according to tillage and soil cover practices (Antsirabe, Madagascar). III World Congress on Conservation Agriculture. Nairobi, Kenya, 3-6 oct 2005.
- Razanamparany, C. ; Moussa, N. ; Razakamanantoanina, R. ; Rakotovazaha, L.; Randrianaivo, S., 2001 : Rapport de campagne 2000-2001. Région du Vakinankaratra, TAFa, 44 p.

- Seguy L., 1974 : Influence de la technique de l'écobuage sur les rendements de maïs et sur les propriétés physico-chimiques des sols – O.N.A.R.E.S.T. IRAT/CVT – Rapport de synthèse sur les cultures vivrières – Cameroun, p 44-47
- Seguy L., 1974 : Etude sur la lixiviation des éléments minéraux et colloïdaux dans différents types de sols de l'Ouest Cameroun, O.N.A.R.E.S.T. IRAT/CVT – Rapport de synthèse sur les cultures vivrières – Cameroun, p 77-83
- Séguy, L., 1990 : Mission à Madagascar. Document de travail. 29 mars au 9 avril 1990. IRAT, 40 p.
- Séguy, L., 1991 : Mission à Madagascar. Document de travail. 18 au 26 mars 1991. IRAT, 58p.
- Séguy, L., 1994 : Rapport de mission à Madagascar. 24 mars au 9 avril 1994. CIRAD, 79 p.
- Séguy, L., 1995 : Rapport de mission à Madagascar. 13 au 31 mars 1995. Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle Antananarivo. CIRAD, 128 p.
- Séguy, L., 1996 : Gestion agrobiologique des sols. Les techniques de semis direct sur couvertures mortes et vivantes : cheminement de recherche-action dans quelques grandes écologies de Madagascar : pour, avec et chez les agriculteurs dans les unités de production. CIRAD, 32 p.
- Séguy, L., 1996 : Rapport de mission à Madagascar. 17 au 31 mars 1996. Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle Antananarivo. CIRAD-CA Programme APAFP n° 38, 54p.
- Séguy, L., 1997 : Rapport de mission à Madagascar. Systèmes de culture durables avec semis direct, protecteurs de l'environnement, dans les régions du Sud-Ouest, les Hauts Plateaux et le Moyen-Ouest de Madagascar en petit paysannat 13 mars 4 avril 1997. CIRAD-CA Brésil Programme APAFP n° 70/97, 120 p.
- Séguy, L., 1998 : Systèmes de culture durables avec semis direct, protecteurs de l'environnement, dans les régions du Sud-Ouest, les Hauts Plateaux et le Moyen-Ouest de Madagascar en petit paysannat Rapport de mission à Madagascar du 2 au 30 mars 1998. Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle Antananarivo. CIRAD-CA TAFANA-ANAE-FOFIFA-FIFAMANOR-FAFIALA 85 p + annexes.
- Séguy, L., 1999 : Systèmes de culture durables avec semis direct, protecteurs de l'environnement. Création-diffusion de ces systèmes en petit paysannat, dans les différentes régions écologiques de Madagascar depuis le Sud-Ouest sahélien, en passant par le Moyen Ouest, les Hauts Plateaux et la côte Est très humide. Rapport de mission à Madagascar du 15 mars au 12 avril 1999. AFD-CIRAD-TAFANA-ANAE-FOFIFA-FIFAMANOR-FAFIALA 30 p.
- Séguy, L. et al., 2000 : Les techniques de semis direct sur couvertures végétales à Madagascar ou comment pratiquer une agriculture durable avec un minimum d'intrants chimiques. Le cas des régions des Hauts Plateaux et du Sud-Ouest semi- aride de l'île. ONG TAFANA-CIRAD- CA/GEC. Document de synthèse en cours de préparation.
- Séguy, L., 2000 : Systèmes de culture durables en semis direct et avec un minimum d'intrants, protecteurs de l'environnement. Création-diffusion de ces systèmes en petit paysannat, dans différentes régions écologiques de Madagascar. Rapport de mission à Madagascar du 13 mars au 03 avril 2000. AFD-CIRAD-TAFANA-ANAE-FOFIFA-FIFAMANOR-FAFIALA 42 p.
- Séguy L., 2002 : Rapport de mission à Madagascar du 7 au 22 octobre 2002. CIRAD, 40 p.
- Séguy L., 2003 : Rapport de mission à Madagascar du 19 mars au 7 avril 2003. CIRAD, 35 p.
- Séguy L. ; 2004 : Rapport de mission à Madagascar du 19 mars au 10 avril 2004. CIRAD, 95 p.

- Séguy L., 2005 : Rapport de mission à Madagascar du 21 mars au 9 avril 2005. Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologies à Madagascar. MAEP / AFD / FFEM / CIRAD. Maîtrise d'œuvre déléguée : GSDM. 190 p.
- TAFa, 1995 : Rapport de campagne 1994-95. Convention TAFa/FIFAMANOR du 03/01/95. 78 p.
- TAFa, 1997 : Rapport de campagne 1996-97. Projet « Systèmes de culture avec couverture permanente des sols ». Convention ANAE-TAFa. 46 p.
- TAFa, 1998 : Rapport de campagne 1997-98. Convention TAFa/FIFAMANOR. 14 p.

7. ANNEXES

Annexe I : LES DIFFERENTS ITINERAIRES TECHNIQUES SUR LES HAUTES TERRES.....	138
Annexe II : LES DIFFERENTS ITINERAIRES TECHNIQUES DANS LE MOYEN OUEST	144
Annexe III : PRIX DES INTRANTS ET VALEUR DES RECOLTES.....	146
Annexe IV : SELECTION DE NIEBES ET DE FOURRAGES SUR LES HAUTES TERRES	147
Annexe V : SELECTION DE RIZ POLYAPTITUDE SUR LES HAUTES TERRES	153
Annexe VI : SELECTION DE RIZ POLYAPTITUDE DANS LE MOYEN OUEST	167
Annexe VII : COLLECTIONS VARIETALES ET MULTIPLICATION DE SEMENCES SUR LA STATION D'ANDRANOMANELATRA	172
Annexe VIII : FORMATIONS DISPENSEES A ANTSIRABE ET APPUI A LA DIFFUSION	175

Annexe I : LES DIFFERENTS ITINERAIRES TECHNIQUES SUR LES HAUTES TERRES

1. Sur tanety

Tableau A1 : Niveaux de fumure utilisés par cultures sur sols volcaniques (SV) et sur sol ferrallitiques (SF)

SPECULATION	HARICOT		SOJA		MAIS		BLE		RIZ PLUVIAL	
Type de sol	SV	SF	SV	SF	SV	SF	SV	SF	SV	SF
Type de fumure										
F1 : fumier (t/ha)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Bore (kg/ha)							10	10		
Fumier (t/ha)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
F2 : dolomie (kg/ha)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
NPK 11.22.16 (kg/ha)	200	300								
Phosphate d'ammoniaque 20 % de N et 45 % de P ₂ O ₅			100	150	100	150	100	150	100	150
KCl (kg/ha)			50	80	50	80	50	80	50	80
Bore (kg/ha)							10	10		
Urée :										
* 25 JAS					100	100	100	100	100	100
* 60 JAS					50	50				
F3* : fumier (t/ha)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Phosphate d'ammoniaque 20 % de N et 45 % de P ₂ O ₅	200	300	200	300	200	300	200	300	200	300
KCl (kg/ha)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Bore (kg/ha)							10	10		
Urée :										
* 25 JAS					100	100	100	100	100	100
* 60 JAS					50	50	50	50		

F3* : avec apport de dolomie de 2000 kg/ha appliquée tous les 4 ans

Tableau A2 : Itinéraires culturels pour un maïs implanté dans une couverture vive (Desmodium, trèfle, cassia, arachide pérenne), sur couverture morte (résidu de soja) et sur labour

Stade de la culture	Opération culturale	Couverture vive	Couverture morte	Labour
AVANT SEMIS	PREPARATION DU TERRAIN	- Fauche sur Desmodium, trèfle et Cassia - Glyphosate 360 à 1180 g/ha selon l'altitude et la présence de gel (1 à 3 l/ha de Round up) sur la ligne pour l'arachide pérenne	Glyphosate 540g /ha + 2, 4-D sous forme de sels d'amine 1060 g/ha (1,5 /ha de Round up + 1,5 l/ha de 2,4-D Amine 720 SL)	- Labour - Reprise de labour à l'angady
SEMIS	SEMIS	Semences traitées avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/kg de thirame (5 g/kg de Gaucho T45 WS). Semis à l'angady avec interligne de 1,0 m d'écartement* à raison de 3 graines tous les 0,5 m Fumure localisée sur les lignes		
	FUMURE LOCALISEE	3 niveaux de fumure F1, F2 et F3, ou 2 niveaux F1 et F2 suivant les sites (cf. tableau A1 : niveaux de fumure utilisés sur sols volcaniques et ferrallitiques)		
ENTRETIENS EN COURS DE CYCLE	DEMARIAGE	Démariage au stade 2 à 3 feuilles à 2 plants par poquet		
	APPORT D'UREE	cf. tableau n°A1 niveaux de fumure utilisés sur sols volcaniques et ferrallitiques		
	LUTTE CONTRE LES ADVENTICES OU MAITRISE DE LA COUVERTURE	Désherbage manuel éventuel		Sarclage manuel

* Ecartement des lignes à 2m dans le cas de cultures associées avec haricot, soja, avoine,...

Tableau A3 : **Itinéraires culturaux pour un soja implanté dans une couverture vive de kikuyu ou de chiendent, sur couverture morte (résidus de récolte ou d'avoine) et sur labour**

Stade de la culture	Opération culturale	Couverture vive	Couverture morte*	Labour
AVANT SEMIS	PREPARATION DU TERRAIN	Inutile (gel)	Fauche de l'avoine glyphosate 360 g/ha (1l/ha de Round up) en plein si nécessaire	- Labour fin de cycle à l'angady ou à la charrue - Reprise de labour à l'angady
SEMIS	SEMIS	Variété FT10, COMETA, semences traitées avec 1,6 g/kg de thirame (2 g/kg de Pomarsol) Semis à l'angady avec interligne de 0,4 m, à raison de 2 graines tous les 0,20 m*		
	FUMURE LOCALISEE	3 niveaux de fumure F1, F2 et F3, ou 2 niveaux F1 et F2 suivant les sites (cf. tableau A1 : niveaux de fumure utilisés sur sols volcaniques et ferrallitiques)		
ENTRETIENS EN COURS DE CYCLE	LUTTE CONTRE LES CHENILLES	Deltamethrine 7,5 g/ha (Decis 25 EC à 0,3 l/ha)		
	LUTTE CONTRE LES ADVENTICES	Eventuellement propaquizafop à 50 g/ha (0,5 l/ha d'Agil) ou fluazifop-p-butyl à 62,5 g/ha (Fusilade à 0,25 l/ha) en dirigé pour contrôler la couverture si la culture n'est pas assez développée (ombrage insuffisant)	Desherbage manuel si nécessaire	Sarclage manuel en 2 fois
	CULTURE D'AVOINE SOUS COUVERT DU SOJA		Semis de l'avoine n°151 un mois avant la récolte du soja : soit à la volée, soit à l'angady avec 5 à 7 graines par poquet semés tous les 0,25 cm sur une ligne intercalée dans chaque interligne de soja	

* Dans le cas de l'association avec le maïs : semis de 4 lignes intercalaires à 0,4m, entre 2 lignes de maïs semées à 2m.

Tableau A4 : Itinéraires culturels pour un haricot implanté dans une couverture vive de kikuyu ou de chiendent, sur couverture morte (résidus de récolte ou d'avoine) et sur labour

Stade de la culture	Opération culturale	Couverture vive	Couverture morte	Labour
AVANT SEMIS	PREPARATION DU TERRAIN	Inutile en première saison (gel). En deuxième saison : fauche du kikuyu, puis propaquizafop à 50 g/ha (0,5 l/ha d'Agil)	Fauche de l'avoine après 2 mois de végétation (semée à 0,25 x 0,25 avec 5 à 7 graines par poquet) Glyphosate 360 g/ha (1l/ha de Round up) en plein si nécessaire	- Labour fin de cycle à l'angady ou à la charrue - Reprise de labour à l'angady ou à la herse
SEMIS	SEMIS	Variété IAPAR 16, IAPAR 20 ou CARIOCA. Semences traitées avec 1,6 g/kg de thirame (2 g/kg de Pomarsol). Semis à l'angady avec interligne de 0,4 m, à raison de 2 graines tous les 0,20 m *		
	FUMURE LOCALISEE	3 niveaux de fumure F1, F2 et F3, ou 2 niveaux F1 et F2 suivant les sites (cf. tableau A1 : niveaux de fumure utilisés sur sols volcaniques et ferrallitiques)		
ENTRETIENS EN COURS DE CYCLE	MAITRISE DE LA COUVERTURE ET LUTTE CONTRE LES ADVENTICES	Eventuellement propaquizafop à 50 g/ha (0,5 l /ha d'Agil) ou fluazifop-p-butyl à 62,5 g/ha (Fusilade à 0,25 l/ha) en dirigé pour contrôler la couverture si la culture n'est pas assez développée (ombrage insuffisant)	Désherbage manuel si nécessaire	Sarclage manuel en 2 fois
	CULTURE D'AVOINE SOUS COUVERT DU HARICOT (OU EN DEROBE)		Semis de l'avoine n° 151 - soit à l'angady un mois avant récolte du haricot, avec 5 à 7 graines par poquet tous les 0,25m sur une ligne intercalée dans chaque interligne de haricot - soit après la récolte du haricot, à l'angady ou à la roue semeuse avec des lignes à 0,25m	

* Dans le cas de l'association avec le maïs : semis de 4 lignes intercalaires à 0,4m, entre 2 lignes de maïs semées à 2m

Tableau A5 : Itinéraires culturaux pour un riz pluvial implanté dans une couverture vive d'arachide pérenne, une couverture morte (haricot, soja, avoine) et sur labour

Stade de la culture	Opération culturale	Couverture vive	Couverture morte	Labour
AVANT SEMIS	Préparation du terrain	En fonction de l'état de la couverture (gel), glyphosate 360 à 1180g/ha (1 à 3 l/ha de Round up)	Glyphosate 540g/ha + 2,4-D sous forme de sel d'amine 1060 g/ha (1,5 l/ha de Round up +1,5 l/ha de 2,4-D Amine 720 SL)	- Labour fin de cycle à l'angady ou à la charrue - Reprise de labour à l'angady ou à la herse
SEMIS	Semis	Variété FOFIFA 159 ou 161, semences traitées avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/kg de thirame (5 g/kg de Gaucho T45WS) Semis à l'angady avec un interligne de 0,3 m, à raison de 5 à 7 grains tous les 0,20 m		
	Fumure localisée	3 niveaux de fumure F1, F2 et F3 (cf. tableau A1 : niveaux de fumure utilisés sur sols volcaniques et ferrallitiques)		
ENTRETIENS EN COURS DE CYCLE	Lutte contre les adventices	360 à 480 g/ha de triclopyr en localisé sous la ligne de maïs (0,75 à 1l/ha de Garlon 4 E)	720 g/ha de 2,4-D sous forme de sels d'amine (1l/ha de 2,4-D Amine 720 SL), pour éliminer les dicotylédones	Sarclage manuel en 2 fois

Sur les rizières mal irriguées

En ce qui concerne les sites de références, les itinéraires sont :

- Précédent culturel : avoine associée à la vesce, au petit pois au ray grass ou au radis fourrager

L'avoine de contre saison, variété n°151, est semée sur 2 lignes jumelées à 0,20 x 0,20 m (ou 0,20 x 0,25 m) à raison de 6 à 7 grains par poquet séparées par les intercalaires :

- radis fourrager ou ray grass : 1 ligne de radis ou de ray grass intercalaire à 0,2 m de distance de l'avoine, avec des poquets tous les 0,2 m.
- vesce : 2 lignes jumelées à 0,4 m d'écartement de vesce et situées à 0,3 m de distance de l'avoine. Les poquets de vesce sont écartés de 0,4 m sur la ligne.

Le radis fourrager pur est semé sur des lignes à 0,5 m avec des poquets espacés de 0,2 m.

Le ray grass pur est semé en poquets à 0,2 x 0,2 m

Les associations traditionnelles comportent 2 lignes de pomme de terre à 0,4 m x 0,5m séparées par 1 intercalaire de haricot à 0,40 x 0,4 m.

- Préparation du terrain : avec 720 g/ha de glyphosate + 1060 g/ha de 2,4-D sous forme de sels d'amine (1,5 l/ha de Round Up + 1,5 l/ha de 2,4-D Amine 720 SL) sur une flore variée.

- Semis du riz après fauche de l'avoine, à 0,4 x 0,2 m, avec 6 à 7 grains par poquets, les 8 et 10 octobre à Andranomanelatra, le 25 novembre à Antsampanimahazo, 12 au 15 novembre à Ibity et le 13 décembre 2005 à Betafo.
Semences traitées par voie humide avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/kg de thirame (5 g/kg de Gaucho T45WS).

- Fumure : 5 t/ha de fumier de bovin (seulement à Antsapanimahazo) + 300 kg/ha de ternaire 11.22.16 + 500 kg/ha de dolomie.

Annexe II : LES DIFFERENTS ITINERAIRES TECHNIQUES DANS LE MOYEN OUEST

- Fauche des couvertures vives :

- Stylosanthès guianensis tué en coupant à l'angady les souches (dégagées en soulevant la biomasse)

- Herbicides de pré-semis :

- Sur couverture morte : glyphosate 540 g/ha + 2,4-D sel d'amine 1040 g/ha (1,5 l/ha Round Up + 1,5 l/ha 2,4-D Amine 720 SL)
- Sur couverture vive : glyphosate 540 g/ha (1,5 l/ha de Round up), inutile après Stylosanthès guianensis

- Fumures :

Sur les sols ferrallitiques rouges, deux niveaux de fumure sont appliqués en fonction des cultures :

Culture	Soja, arachide	Maïs, riz pluvial, sorgho, mil
F1 : fumier seul	Fumier : 5 t/ha (bovins)	Fumier : 5 t/ha (bovins)
F2 : fumier + fumure minérale conseillée	Fumier 5 t/ha + phosphate d'ammoniaque 100 kg/ha + KCl 80 kg/ha	Fumier 5 t/ha + phosphate d'ammoniaque 150 kg/ha + KCl 80 kg/ha + urée 50 kg/ha en 2 fois : 25 et 60 jours après le semis

- Traitement des semences :

Par voie humide avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/kg de thirame (5 g/kg de Gaucho T45WS) pour les céréales et de 1,6 g/kg de thirame (2 g/kg de Pomarsol) pour les légumineuses. Les semences de soja sont inoculées avec le rhizobium spécifique (TIKO).

- Densités de semis :

o Semis à l'angady des cultures pures de :

- Riz pluvial B22 : 5 à 6 grains par poquets, espacés de 0,2 x 0,2 m
- Maïs : variété locale ou IRAT 200: 3 grains par poquets espacés de 0,5 m sur des lignes à 1,0 m (ancienne densité 0,4 x 0,8 m)
- Soja OC 11: 2 grains par poquets à 0,4 x 0,2 m
- Arachide Fleur 11 : 2 grains par poquets à 0,4 x 0,2 m
- Sorgho IRAT 203 et mil : même densité que le maïs

o Cultures associées au maïs (sauf arachide)

Entre les lignes de maïs écartées de 1,2 m (en conservant la distance des poquets) sont installées :

- Mucuna à grains noirs : 1 ligne intercalaire avec 2 grains par poquet semés tous les 0,4 m, avec 25 jours de décalage de semis (après celui du maïs)
- *Brachiaria ruziziensis* et *Cajanus cajan nain* : lignes intercalaires alternées avec 4 à 8 graines par poquet pour le *Brachiaria* ou 2 à 3 graines pour le *Cajanus* semés tous les 0,4 m, en même temps que le maïs,
- *Stylosanthes guianensis* ou *Eleusine coracana* : 2 lignes intercalaires avec 4 à 8 graines (scarifiées à l'acide sulfurique) par poquet, semées tous les 0,4 à 0,5 m, en même temps que le maïs,

- Arachide pérenne ou Tifton : 1 ligne intercalaire de boutures plantées tous les 0,4 m, avec un décalage de 20 jours après le semis du maïs,
- Niébé David, Dolique blanche et *Vigna umbellata* (« Tsiasisa ») : 1 ligne intercalaire avec 2 grains par poquet semés tous les 0,4 m, en même temps que le maïs,
- Soja OC 11 : 2 lignes intercalaires à 0,4 m d'écartement, semées avec 2 grains par poquet tous les 20 cm, en même temps que le maïs,
- *Cajanus cajan* : 2 lignes intercalaires avec 2 graines par poquet, semées tous les 0,4 m, en même temps que le maïs.

o Culture de niébé associé au riz :

Lignes de niébé David semées à 1 m avec 2 grains par poquets écartés de 0,4 m. Deux lignes intercalaires de riz espacées de 0,3 m, avec des poquets à 0,2 m.

o Culture de maïs associé à l'arachide

Lignes de maïs à 1 m avec des poquets semés tous les m. Deux poquets d'arachide à 0,4 m semés sur la même ligne, entre 2 poquets de maïs

- Traitement insecticide des légumineuses vivrières à la floraison : Avec 7,5 g/ha de deltaméthrine (0,3 l/ha de Decis 25 EC)

Annexe III : PRIX DES INTRANTS ET VALEUR DES RECOLTES

Prix des intrants au cours de la campagne 2006 – 2006 sur les Hautes Terres et le Moyen Ouest

	Produit commercial	Unité	Prix unitaire en Ariary	
			Hautes terres	Moyen Ouest
Fumure Engrais et fumier	NPK 11 22 16	Kg	990	1 020
	Urée 46% N	Kg	890	920
	Dolomie	Kg	176	-
Produits phytosanitaires herbicides	Glyphader	L	8 220	8 250
	Gramoxone	L	9 500	9 530
	2,4-D Amine 720 SL	L	5 580	5 610
	Stomp 500 EC	L	21 659	21 689
	Agil	L	32 000	32 030
Traitement des semences	Gaicho T 45 WS	Kg	168 020	168 050
	Calthir PM	Kg	9 820	9 850
Insecticides	Lambdacal 50 EC	L	19 420	19 450

Prix des semences et valeur des récoltes :

Production	Semences en Ar/kg (2004)*		Récolte en Ar/ka (2005)	
	Hautes terres	Moyen Ouest	Hautes terres	Moyen Ouest
Riz pluvial	648	600	540	500
Haricot Soafianarana	1224	-	1020	-
Haricot Brésilien	936	-	780	-
Soja	792	660	660	550
Maïs	720	540	600	450
Pomme de terre	504	-	420	-
Niébé	-	720	-	600
Arachide	-	720	-	600
Pois de terre	-	720	-	600

Remarque : * Le prix des semences dans les calculs économiques est obtenu en majorant de 20% le prix des produits au marché.

Annexe IV : SELECTION DE NIEBES ET DE FOURRAGES SUR LES HAUTES TERRES

Sélection du niébé à Ibity

Collection du niébé (*Vigna unguiculata*) introduite du Brésil en 1998–1999 (contrôle phytosanitaire aux champs à Ibity, puis multiplication à Tuléar).

Suite à un premier essai réalisé à Ibity en 2004-2005, deux tests ont été installés :

- Niébé associé au maïs sur résidus d'avoine :

Le terrain a été cultivé en riz en rotation avec le soja en semis direct sur résidus avec la fumure F2 pendant 6 ans de 1998-1999 à 2002-2003. Puis après 1 an de jachère, une avoine a été installée en semis direct en 2004-2005.

Le test a été conduit en culture associée avec le maïs :

- lignes de maïs de la variété locale à 1,2 m avec 2 grains par poquet semé tous les 0,5 m.
- 1 ligne de niébé intercalaire avec 2 graines par poquet semé tous les 0,4 m en même temps que le maïs.

Trois variétés de niébé sont comparées : CNC 792-17E, CNC 796-9E et CNC 796-10E, sans répétition (sur une surface de 1,2 ares par variété).

Date de semis 27 novembre 2005.

Fumure : F2.

- Niébé associé au chiendent :

Le niébé a été cultivé sur une couverture vive de chiendent, *Cynodon dactylon*, jachère ancienne de plus de 10 ans.

Douze variétés de niébé sont comparées dans 2 tests conduits simultanément :

- CNC 796-9E, CNC 796-10E, CNC 792-9, CNC 870-1E, CNC 870-7E et CNC 873-1E sur des surfaces de 36m²
- Niébé blanc (local), CNC 664-86G, CNC 664-125G, CNC 788-1E, 21 L 16-2 et PITUMBA sur des surfaces de 27 m².

Préparation du terrain par traitement herbicide au glyphosate à 180 g/ha (0,5 l/ha de Round Up) sur la couverture de chiendent déjà desséchées par le gel. Ces semences sont traitées avec 1,6 g/kg de thirame (2 g/kg de Calthir PM). Le semis est réalisé à l'angady avec des interlignes de 0,4 m, à raison de 2 graines tous les 0,4 m.

La fumure appliquée est F2.

Sur sol très pauvre et en année sèche, les productions du niébé associé à la couverture vive de chiendent sont nettement plus faibles qu'en semis direct sur résidus en système intensif dans l'association avec le maïs.

Les cultivars CNC 792-17E et CNC 796-9E se distinguent comme en 2004-2005, tandis que les tests doivent être poursuivis avec GURGUEIA, EMAPA 822, CNC 796-10E, CNC 792-9, CNC 870-1E, CNC 870-7E, CNC 873-1E, CNC-788-1E et le témoin David.

Mode de gestion du sol	Système intensif en culture associée maïs + niébé sur résidus d'avoine		Niébé sur jachère de chiendent (couverture vive)
Variétés	Rendement du maïs en t/ha	Rendement du niébé en t/ha	Rendement du niébé en t/ha
CNC 792-17 E	5,04	1,04	-
CNC 796-9 E	4,88	1,10	0,5
CNC 796-10 E	4,82	0,83	0,50
CNC 792-9	-	-	0,72
CNC 870-1 E	-	-	0,69
CNC 870-7 E*	-	-	0,33
CNC 873-1 E	-	-	0,44
Niébé blanc (local)	-	-	0,26
CNC 664-86 G	-	-	0,22
CNC 664-125 G	-	-	0,22
CNC 788-1 E	-	-	0,37
21 L 16-2 (dénomination donnée à Tuléar)	-	-	0,44
PITIUBA	-	-	0,30

Tableau A.2.1 : Comportement du niébé sur couverture vive de chiendent ou en culture associée au maïs à Ibity.

Remarque : Le cultivar CNC 870-7 E* est déjà multiplié à Tuléar

Sélection de fourrages à croissance hivernale à Andranomanelatra

Diverses espèces fourragères sont testées pour leur aptitude de croissance hivernale après installation en intercalaire de riz ou de maïs et leur effet comme précédent cultural sur ces cultures.

Espèces comparées et doses de semis

- Avoine n°7 : 80 kg/ha (local)
- Radis fourrager : 20 kg/ha (local)
- Ray grass : 15 kg/ha (local)
- Vesce velue (Acacia vilosa introduite du Brésil et diffusée localement) : 20 kg/ha
- Trèfle du Kenya (Trifolium semipilosum, local) : multiplié par bouturage
- Trèfle blanc (T. repens, introduit) deux variétés : Aran et Aberdaï, 5 kg/ha
- Luzerne (Medicago media, introduit) trois variétés Eureka, Spectre et Super 7, 10 kg/ha
- Minette (M. lupulina, introduit) : vivace, 5 kg/ha

Au cours des 2 premières campagnes 2003–2004 et 2004–2005, toutes les espèces intercalaires ont levé, de manière plus irrégulière pour les nouvelles introductions, mais sont restées clairsemées sauf :

- l'avoine qui se distingue par rapport aux anciennes introductions : vesce velue, ray grass et radis fourrager. elles sont toutes normalement développés à la fin de l'hiver 2005, seul le ray grass qui a mal levé.
- Le trèfle du Kenya qui forme un tapis homogène (depuis 2003-2004)

Après une première campagne marquée par la sécheresse, nous pouvons noter le mauvais comportement des nouvelles espèces : Trèfle d'Alexandrie et minette (disparus), Trèfle blanc (quelques plantes éparses vertes) et luzerne (quelques plantes seulement après maïs).

Expérimentation de 2005 – 2006 :

La culture de riz FOFIFA 159 a été semée le 13 novembre 2005 (après le maïs) et celle de maïs Pannar 6730 le 25 novembre 2005 (après le riz), avec une fumure F2.

Toutes les espèces de couverture intercalaire sont ressemées dans les mêmes parcelles qu'en 2005, sauf l'avoine (qui est semée en succession du radis fourrager) et le radis fourrager (semé après l'avoine).

Avant le semis des cultures vivrières, les adventices et les espèces annuelles déjà fauchées ont été herbicideés avec du paraquat en dirigé (pour éviter les touffes de fourrages pérennes : luzernes et trèfle introduits)

Le trèfle du Kenya bouturé en 2004 a été désèché au 2,4-D sel d'amine à une très faible dose de 144 à 216 g/ha (0,2 à 0,3 l/ha 2,4-D Amine 720 SL).

Les semis des intercalaires, réalisés les 10 février et 13 mars 2006, ont mal levé en raison de la sécheresse en fin février et à partir de mars 2006.

Trois variété de Cajanus cajan ont été semées en même temps que les cultures à faible densité : 3 graines par poquets à 0,4 m sur des lignes à 2,1 m (riz) ou 0,2 m (maïs).

Pendant son cycle ou à la récolte, le maïs n'est affecté par aucune intercalaire, ni précédent cultural (tableau A2), sauf semble t-il par le Cajanus cajan au cours de cette année très sèche

Par contre l'effet du précédent trèfle du Kenya est très dépressif sur le riz pluvial (malgré des traitements herbicides en post levée au 2,4-D). Ce résultat avait été enregistré à Andranomanelatra au cours de la campagne 1993-1994 (TAFa, 1995). Un effet dépressif moins spectaculaire sur le riz pluvial est aussi observé après un précédent radis fourrager, lié plutôt à la concurrence des adventices (comme dans plusieurs autres parcelles).

Culture associée ou intercalaire précédente	Riz				Maïs		Remarque
	1 ^{er} semis		2 ^{ème} semis		1 ^{er} semis	2 ^{ème} semis	
	Paille	Grain	Paille	Grain	Paille	Grain	
Précédent radis fourrager	6,2	1,2	6,9	1,3	4,2	4,9	Intercalaire de radis installée tardivement en 2005 (attaque d'insectes)
Vesce velue	7,8	1,6	7,2	1,5	4,5	5,2	Se développe en avril à la maturité des cultures
Trèfle blanc Aran	7,4	2,1	6,8	1,5	4,1	4,8	Quelques plantes isolées s'installent à la maturité des cultures (disparaît en hiver)
Trèfle blanc Aberdaï	8,6	1,8	8,9	2,0	5,8	4,7	-//-
Minette	8,0	2,3	9,3	2,6	4,0	6,1	-//-
Trèfle d'Alexandrie	9,6	2,3	7,8	1,8	3,8	4,7	-//-
Trèfle du Kenya	3,0	0,7	1,9	0,3	4,7	6,9	Bien installé en 2003-2004 et desséché au semis des cultures
Précédent avoine	7,3	2,4	6,3	2,2	4,9	5,1	
Précédent Ray grass	4,2	2,1	8,0	2,1	5,1	4,2	Mauvaise levée du ray grass en 2005.
Luzerne Super 7 + Cajanus nain (Tuléar)	5,3	1,9	6,5	1,5	3,5	2,6	Quelques luzernes isolées ont poussé en 2004 (1 par m ²) et 2005. Cajanus petit et tardif.
Luzerne Eureka + Cajanus Bon Amigo	6,5	2,1	5,5	1,4	3,5	3,1	Quelques luzernes isolées ont poussé en 2004 (1 par m ²) et 2005. Cajanus développé, le plus précoce et le plus productif
Luzerne Spectre + Cajanus Antsirabe	6,4	1,8	7,0	2,2	3,2	2,8	Quelques luzernes isolées ont poussé en 2004 (1 par m ²) et 2005. Cajanus développé et productif.

Tableau A2 : Rendement du riz pluvial et du maïs selon la culture associée ou intercalaire précédente et sa date de semis (en t/ha de grain ou de paille pour le riz).

Remarque : Le trèfle du Kenya a été bouturé en 2003

Biomasse produite par le maïs à Andranomanelatra

A la récolte, les tiges et feuilles de maïs sont complètement desséchées. Cette biomasse très souvent utilisée par les éleveurs pendant la saison sèche a été estimée en même temps que la production de grain (tableau A.II.3).

Les productions de biomasse de la variété varient de 1 t/ha (avec labour ou association avec une couverture vive) à 4 t/ha (semis direct sur résidus avec ou sans écobuage) avec apport de fumier seul (F1). Les rendements atteignent 6 à 7 t/ha avec la fumure minérale conseillée. Par contre l'hybride Pannar 6730 produit très peu de biomasse (environ la moitié de la variété traditionnelle).

Place dans la toposéquence	Mode de gestion du sol et des espèces		Variétés	F1	F2	F3	
Haut de pente (versant convexe)	Semis direct sur couverture vive	Espèces éprouvées	Desmodium	921	3016	1614	
			Trèfle	932	2344	1137	
			Moyenne	927	2700	1376	
		Arachide pérenne	Installée	1260	3956	2233	
		Moyenne sur couvertures vives			1040	3105	1661
		Espèces éprouvées écobuées en 1996	Desmodium	Trèfle	942	4813	2479
				Cassia	1578	3059	2339
				Moyenne	2967	4318	2814
				Moyenne	1829	4063	2544
		Trèfle écobué en 1997 et en 1999			1425	4789	2805
		Arachide pérenne écobuée en 1996 et 1999			1801	3227	1511
		Moyenne sur couvertures vives anciennement écobuées			1743	4041	2390
		Espèces éprouvées écobuées en 1996 et réécobuées en 2005	Desmodium	Trèfle	1786	6560	3928
	Moyenne			2613	5677	3103	
Moyenne	2200			6119	3516		
Trèfle écobué en 1997 et en 1999, réécobué en 2005			3241	7219	3368		
Arachide pérenne écobuée en 1996 et en 1999, réécobuée en 2005			4304	6927	3655		
Semis direct sur résidus	Résidus de soja	Sans écobuage	4705	5554	3630		
Labour	Rotation avec le soja		1290	7797	2738		
Milieu et bas de pente (versant concave)	Semis direct sur couverture vive	Espèces éprouvées	Desmodium (Lotier velu)	756 (0)	3149 (3317)	3048 (2196)	
			Moyenne	378	3233	2622	
			Moyenne sur couverture vive	357	4836	1462	
		Arachide pérenne	Installée	371	3767	2235	
		Moyenne sur couverture vive			371	3767	2235
	Espèces éprouvées écobuées	Desmodium écobué en 1996	Trèfle	1306	3832	2864	
			Moyenne	1306	3832	2864	
Arachide pérenne écobuée en 1997 et 1999			1667	5163	3955		
Semis direct sur résidus	Résidus de soja	Sans écobuage :					
		. Maïs seul	2431	5548	6111		
		. Maïs + <i>Cajanus cajan</i>	629	3655	2778		

Tableau A.II.3 : Influence du mode de gestion du sol sur la production de biomasse du maïs, en kg de paille par ha, selon l'emplacement sur la toposéquence (variétés locale sur F1 et F2, ou Pannar 6730 sur F3, semées du 22 au 24 novembre 2005)

Remarque : Le lotier velu noté entre parenthèse () a quasiment disparu en fin de cycle

Annexe V : SELECTION DE RIZ POLYAPTITUDE SUR LES HAUTES TERRES

Les variétés ont été choisies parmi les plus précoces (collections du Lac Appui)

Système pluvial sur tanety

- Sol volcanique (Betafo) à 1 400 m d'altitude :

- Collection testée avec le témoin FOFIFA 159 répété toutes les 3 parcelles
- Parcelle élémentaire de 4,4 m (22 poquets par ligne) sur 8,1 m (27 ligne), soit une surface observé de 35,6 m²
- Semis le 30 novembre 2005 après un précédent avoine (sur jachère)
- Fumures : F1 et F2

Fumure	F1 : fumier seul	F2 : fumure minérale conseillée
FOFIFA 159 (témoin répété)	0,8	1,4
FOFIFA 161	0,5	0,7
SEBOTA 68	0,0	0,0
SEBOTA 70	0,0	0,0
SEBOTA 147	0,0	0,0
SEBOTA 182	0,0	0,0
PRIMAVERA	0,0	0,0

Tableau III.1.1: Rendement de riz polyaptitude en pluvial sur sol volcanique (en t/ha)

Sol ferrallitique sur socle granitique (Ibity) à 1 500m d'altitude :

Test sans répétition

Parcelles élémentaires de 4,4 m (22 poquets par ligne) encadrées par une bordure de maïs sur 5,4 m (18 lignes), soit une surface observée de 24 m²

- Semis le 22 novembre 2005, dès les premières pluies
- Précédent cultural : Niébé
- Fumures : F1 et F2

Fumure	F1 : fumier seul	F2 : fumure minérale conseillée
FOFIFA 159	0,7	1,1
FOFIFA 161	0,8	1,2
SEBOTA 68	0,0	0,0
SEBOTA 70	0,0	0,0
SEBOTA 147	0,0	0,0
SEBOTA 182	0,0	0,0
BENARY (variété locale)	0,0	0,0

Tableau III.1.2 : Rendement de riz polyaptitude en pluvial sur sol ferrallitique sur socle cristallin (en t/ha)

Remarque : un test de comportement a été mis en place sur résidus de Stylosanthes guianensis. Les productions de SEBOTA 68, SEBOTA 147 et PRIMAVERA sont nulles alors que celle de FOFIFA 159 est de 1,2 t/ha (avec une fumure F2).

Sol ferrallitique sur dépôt fluviolacustre (Andranomanelatra) à 1 600 m'altitude

- Collection testée avec le témoin FOFIFA 159 répété toutes les 3 parcelles
- Parcelle élémentaire de 5m (25 poquets) sur 6 m (20 lignes), soit une surface observée de 30 m²
- Semis le 8 octobre 2005
- Précédent cultural : Eleusine coracana
- Herbicide : pendiméthaline 1 500g/ha au semis (3l/ha de Stomp 500 EC)
- Fumures F1 et F2

La levée des variétés SEBOTA a été retardée de plus d'une semaine par rapport aux autres

Pour apprécier la fertilité des variétés, des comptages ont été effectués à la récolte sur 10 panicules par traitement.

Fumure	F1 : Fumier seul			F2 : fumier + fumure minérale conseillée		
	Variété	Nombre de grains fertiles par panicule	Taux de fertilité des grains*	Rendement en t/ha	Nombre de grains fertiles par panicule	Taux de fertilité des grains*
FOFIFA 159	114	92	3,3	90	92	3,7
FOFIFA 161	105	91	3,0	70	87	3,7
SEBOTA 68	11	14	0,3	3	7	0,2
SEBOTA 69	2	3	0,1	3	6	0,1
SEBOTA 70	13	19	0,3	9	15	0,3
SEBOTA 147	2	3	0,1	1	1	0,0
SEBOTA 182	7	8	0,1	1	2	0,1
PRIMAVERA	19	8	0,1	12	13	0,2

Tableau III.1.3 : Fertilité et rendement de riz polyaptitude en pluvial sur sol ferrallitique sur dépôt fluviolacustre (en t/ha)

Remarque :* le taux de fertilité des grains correspond au pourcentage de grains fertiles

Systeme pluvial sur rizière

Sol ferrallitique pauvre sur rizière en cours d'aménagement (Iavoloha) à 1250 m d'altitude

Le site vitrine de Iavoloha a été installé en 2005 avec des couvertures d'avoine ou de vesce velue. L'aspect politique de cette parcelle a conduit à apporter une fumure non limitante (organique et minérale) et une irrigation complémentaire permanente.

Au cours de la saison fraîche 2005, 3 parcelles de 25 ares environ ont été installées en avoine, vesce et vesce + avoine.

Les variétés SEBOTA 68, SEBOTA 70, SEBOTA 147 et FOFIFA 159 ont été mises en place sur des bandes recoupant les emplacements des plantes de couvertures :

- sur résidus de vesce : semis du 2 au 6 décembre 2005 (sur des parcelles de 6 ares environ)
- sur résidus d'avoine : semis du 7 au 13 décembre 2005 (7 ares)

- sur résidus d'avoine + vesce : semis du 28 novembre au 1^{er} décembre 2005 (5 à 6 ares)

Avant le semis du riz, les biomasses des couvertures ont été estimées :

	Avoine	Vesce velue	Avoine + vesce
Matière verte en t/ha	13,6	3,6	11,8
% de matière sèche (séchage à l'air)	25	24	25
Matière sèche en t/ha	3,4	0,8	2,9

Tableau III.2.1.a : Biomasse des couvertures au moment du semis du riz à Iavoloaha

Les récoltes ont été réalisées à partir du 11 avril 2006 (après les visites).

Variété	Résidus d'avoine	Résidus de vesce	Résidus d'avoine + vesce
FOFIFA 159	1,35	2,08	1,30
SEBOTA 68	1,27	1,60	1,21
SEBOTA 70	1,56	3,08	1,64
SEBOTA 147	0,00 (stérile)	0,00 (stérile)	0,00 (stérile)

Tableau III.2.1.b : Rendement de variétés de riz (en t/ha de paddy) sur une rizière nouvellement installée sur sol ferrallitique à Iavoloaha

Au cours du cycle aucun dégât de parasite, ni de maladie n'a été observé sur ce riz irrigué (maïs non submergé).

Sol volcanique (Betafo) à 1 400m d'altitude

Pour la sixième année consécutive, le riz est cultivé chez M. RAKOTOMALALA en semis direct sur une couverture fourragère (vesce, avoine), maraichère (tomate, oignon, pomme de terre + haricot, avoine + petit pois, carotte) ou de rente (blé)

La fumure est restée inchangée 300 kg/ha de ternaire NPK (11-22-16) + 500 kg/ha de dolomie.

Le test variétal est installé sans répétitions dans 2 systèmes qui se sont différenciés au cours des 2 dernières années :

- riz pluvial après avoine + petit pois, avec des surfaces observées de près de 2 ares par variété,
- ou riz pluvial après un légume – racine (carotte en 2004 et pomme de terre + haricot en 2005), avec des surfaces observées de 31 m².

Le semis a été réalisé le 13 décembre 2005 et la récolte en avril 2006

Une rizière voisine a été repiquée le 15 décembre 2005 avec le cultivar Botrakely après une contre saison d'orge (sur une surface de 8 ares). La récolte de cette parcelle cultivée traditionnellement réalisée en mai 2006 a donné un rendement de 2,69 t/ha de paddy.

Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 147	FOFIFA 159
Sixième année de semis direct sur résidus de :				
- avoine + petit pois	1,87	1,40	0,00 (stérile)	4,53
- pomme de terre + haricot (travail minimum)	1,8	-	-	4,0

Tableau III.2.2: Rendement de variétés de riz conduites en pluvial en semis direct bien installé sur rizière à Betafo (1 400 m).

Sol volcanique (Betafo) à 1 500m d'altitude

Les terrains installés le long de la rivière Iandratsay sont conduits intensivement avec contre-saison. L'eau d'irrigation arrive tardivement et deux modes de gestion ont été comparés pour y remédier :

- culture pluviale du riz en semis direct sur résidus d'orge, puis irrigation après 1 mois environ en comparaison au système avec repiquage conduit plus ou moins intensivement.
- culture pluviale stricte en semis précoce après pomme de terre, dont nous présentons les résultats ci-après

Le test réalisé chez Madame RAZAFINDRAVONY ne comporte pas de répétition

Parcelle élémentaire et observée : 50 m²

Semis direct le 12 octobre 2005 après récolte d'une pomme de terre installée après labour.

Fumure :

- pas d'apport de fumier
- 200 kg/ha de ternaire 11-22-16 au semis
- 100 kg/ha d'urée (46 % N) après 25 jours suivant le semis

Récolte le 21 mars 2006

Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 147	FOFIFA 159
Rendement en t/ha de paddy	2,50	2,22	0 (stérile)	4,30

Tableau III.2.3: Rendement de variétés de riz conduites en pluvial en rizière après pomme de terre à Betafo (1 500m)

- Sol tourbeux sur socle granitique (Ibity) à 1 500m d'altitude :

La rizière abandonnée (marécage) a été drainée progressivement depuis 8 ans par des drains permanents très profonds. Chaque année une culture est installée en contre-saison : avoine, vesce velue, radis fourrager, raygrass (qui se satisfait des situations hydromorphes), avoine + petit pois, avoine + radis fourrager, avoine + vesce. Des variétés pluviales de riz sont semées dès les premières pluies et conduites sans irrigation pendant tout le cycle.

D'autres tests installés en pluvial sont irrigués un mois après le semis comme en traditionnel. Nous indiquerons le rendement du cultivar Botrakely pour lequel des parcelles encadrent le reste du dispositif en culture pluviale stricte.

Le test en semis direct comporte 2 répétitions pour FOFIFA 159 (surface totale 6,5 ares environ en quatrième année de semis direct, 1,5 a en sixième et 1 a en huitième).

Les parcelles observées varient de 0,6 à 1,2 a pour les variétés SEBOTA. Trois parcelles du cultivar Botrakely installées en semis direct et conduites en irrigué après un mois encadrent ce test (surfaces de 36 m², 38 m² et 51 m²).

Semis direct du 12 au 15 octobre 2005.

Traitement des semences par voie humide avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/kg de thirame (5 g/kg de Gaucho T45 WS)

Fumure minérale : 300 kg/ha de 11-22-16 + 500 kg/ha de dolomie

Les récoltes ont été réalisées les 27 et 28 mars 2006.

Mode de gestion de l'eau et du sol	Culture pluviale (après drainage ancien de la rizière)				Système installé en pluvial, puis conduit en irrigué
	Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 147	
Deuxième année de SD sur résidus d'avoine + radis fourrager	-	-	-	-	3,90
Quatrième année de SD sur résidus de :					
- radis fourrager pur	-	-	-	4,36	-
- avoine + radis fourrager	1,81	1,68	-	3,02	-
- avoine + petit pois	1,86	-	0,00	3,37	-
Sixième année de SD sur résidus de :					
- avoine + radis fourrager (couverture enlevée)	-	-	-	2,76	-
- avoine + petit pois	-	-	0,00	3,13	-
Huitième année de SD sur résidus d'avoine + vesce locale	1,92	2,72	0,00	4,55	-

Tableau III.2.4: Rendement de variétés de riz pluvial en semis direct sur couverture végétale sur rizière drainée à Ibity, en t/ha.

Rizière installée sur dépôt fluviolacustre (Andranomanelatra) à 1 600m d'altitude :

La maîtrise de l'eau est mauvaise dans cette vallée où les bassins versants sont réduits. Des parcelles y ont été installées en semis direct depuis plusieurs années avec des cultures fourragères d'avoine en contre saison (sixième année en 2005 – 2006).

En 2005, une extension des surfaces en semis direct de riz a été réalisée après une contre saison d'avoine peu développée. Les rizières ont été utilisées comme témoin labouré dans des comparaisons avec le semis direct installé dans des essais de

traitement des semences contre les vers blancs (conduits avec l'URP – SCRID). Le manque de résidus de couverture a nécessité le recours à un traitement d'herbicide à la pendiméthaline 1500g/ha au semis de riz (3 l/ha de stomp 500 EC).

Deux collections testées ont été semées du 8 au 10 octobre 2005 avec le témoin FOFIFA 159 répété :

- toutes le 3 variétés dans les rizières en première année de semis direct (avec des surfaces parcellaires observées de 14 m² ou 20 m² par variété)
- toutes les 3 ou 6 variétés dans les rizières en sixième année de semis direct, les variétés SEBOTA et FOFIFA 161 étant dans ce dernier cas répétées 2 fois (avec des surfaces de 15 m² ou 27 m²)

La levée des variétés SEBOTA a été retardée de plus d'une semaine par rapport aux autres.

Les récoltes ont été réalisées le 8 mai 2006 avec un rendement de plus de 2 t/ha pour le cultivar local Rojofotsy 1285 installé en semis direct, puis conduit en irrigué après 2 mois. Pour apprécier la fertilité des variétés, des comptages ont été effectués à la récolte sur 10 panicules par parcelle.

		FOFIFA 159	FOFIFA 152	FOFIFA 154	FOFIFA 161	SEBOTA 68	SEBOTA 69	SEBOTA 70	SEBOTA 147	SEBOTA 182	J 951	SASANI- SHIKI	ROJOFO TSY 1285
Première année de semis direct	Nombres de grains fertiles par panicule	50	56	51	44	18	9	25	1	21	52	32	62
	Taux de fertilité des grains (% grains fertiles)	84	83	83	83	32	21	32	3	27	76	66	80
	Rendement en t/ha	0,8	1,1	0,6	0,1	0,2	0,0	0,3	0,0	0,1	0,4	0,1	0,6
Sixième année de semis direct	Nombres de grains fertiles par panicule	76	40	56	74	23	12	27	4	28	51	35	92
	Taux de fertilité des grains (% grains fertiles)	84	58	74	85	29	24	37	10	37	57	67	81
	Rendement en t/ha	0,4	(0,8)	0,9	1,1	0,2	0,0	0,4	0,0	0,2	1,5	0,5	0,7
Moyenne des rendements		0,6	1,0	0,8	0,6	0,2	0,0	0,4	0,0	0,2	1,0	0,3	0,7

Tableau III.2.5 : Fertilité et rendement (en t/ha de paddy) de diverses variétés de riz en semis direct sur rizière drainée à Andranomanelatra (altitude 1600m)

Remarque : Le rendement de la variété FOFIFA 152 est indiqué entre parenthèse () car les plantes ont été affectées par une source au début des pluies (deuxième décade de novembre 2005)

Système installé en pluvial, puis conduit en irrigué :

Sol volcanique (Betafo) à 1 500m d'altitude

Pour remédier à l'arrivée tardive ou insuffisante de l'eau d'irrigation, les variétés ont été installées directement en semis direct sur résidus d'orge, puis irriguées après 1 mois environ. Ce système a été comparé au repiquage traditionnel après labour et conduit plus ou moins intensivement.

La variété SEBOTA 147 qui semblait la plus prometteuse a été installée dans tous les systèmes et comparée :

- au cultivar Botrakely en repiquage traditionnel après ray grass (surfaces 1a)
- à la variété Madrigal en repiquage intensif après orge, avec fumure minérale (surfaces 5 a).
- au FOFIFA 159, ainsi qu'à SEBOTA 68 et 70, en semis direct sur résidus d'orge après avoir enlevé les pailles pour l'affouragement des bovins ou leur litière (surfaces 63 m²).

Les variétés semées directement ont été installées le 3 novembre 2005 et irrigués après 1 mois environ. Les repiquages ont été effectués une semaine plus tard pour le système intensif avec Madrigal (le 10 novembre, après 2 semaines de pépinière) ou traditionnel avec Botrakely (le 13 novembre après plus d'un mois de pépinière).

Les fumures comportent en système intensif :

- 200 kg/ha de ternaire 11 – 22 – 16 au semis,
- 100 kg/ha d'urée (46 % N) 25 jours après le semis.

La variété Botrakely n'a pas reçu de fumure minérale après labour (repiquage après raygrass).

La récolte de Madrigal est plus tardive de 2 semaines (30 avril 2006) que celle des autres variétés (16 avril sauf Botrakely le 20 avril 2006). La variété SEBOTA 147 s'avère stérile quel que soit le mode de gestion du sol.

Mode de gestion du sol et de l'eau	Système intensif conduit en pluvial en début de cycle du riz, puis en irrigué				Système intensif irrigué		Système traditionnel irrigué
Fumure minérale	68N-44P₂O₅-32K₂O				68N-44P₂O₅-32K₂O		Sans
Variétés	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 147	FOFIFA 159	SEBOTA 147	Madrigal	Botrakely
Repiquage après labour sur précédent raygrass	-	-	-	-	0,00	-	2,78
Repiquage après labour sur précédent orge	-	-	-	-	0,00	5,18	-
Semis direct sur résidus d'orge	2,11	2,07	0,00	4,12	-	-	-

Tableau III.3.1: Rendement de variétés de riz conduites en irrigué (en t/ha de paddy) selon le mode de gestion du sol et de l'eau à Betafo (Mme RAZAFINDRAVONY Y., altitude 1 500m)

Rizière à mauvaise maîtrise de l'eau sur socle granitique (Ampandrotrarana) à 1450 m d'altitude

La dégradation des tanety sur socle granitique (réduction des jachères et cultures sans protections antiérosives, feux de brousse, déboisements,...) sur les fortes pentes de la faille de Betampona conduit à un manque crucial d'eau en début de saison sur le périmètre anciennement aménagé d'Ampandrotrarana. En première approximation, la moitié des rizières ne reçoivent plus assez d'eau, dont une partie n'est même plus irriguée (environ 10% des surfaces cultivées en maïs + haricot + pomme de terre...)

Deux tests ont été mis en place chez M. Antoine RAKOTONOMENJANAHARY en semis direct sur résidus d'avoine + petit pois sur 2 rizières voisines :

- l'un avec comparaison d'un apport d'urée seul ou d'une fumure complète comportant le ternaire NPK et l'urée (surface parcellaire de 16 m² (par variété divisée en 2 pour la fumure)
- l'autre avec la même fumure complète (surface de 12 m² par variété)

Semis direct avec des semences traités le 12 novembre 2005 (début des pluies le 18 novembre 2005) avec irrigation après un mois environ

La fumure comporte :

- fumier de bovin (5 t/ha environ)
- fumure minérale 150 kg/ha de ternaire (NPK 11 22 16) sur un rizière seulement
- apport de 100 kg/ha d'urée 1 mois après le semis.

La maîtrise des mauvaises herbes n'a pas été bonne par manque de main d'œuvre (durée de campagne réduite suite à l'arrivée tardive des pluies).

La récolte a été effectuée le 23 mars 2005.

Une rizière voisine (celle de M. RAKOTONDRABARY) a été repiquée avec la cultivar Botrakely en même temps que la mise en eau du test précédant (surface 8 ares). Installée sans contre saison, elle a reçu un apport de fumier seul. La récolte de ce système traditionnel a été réalisée à mi avril 2006

Mode de gestion de l'eau		Système conduit en pluvial en début de cycle de riz, puis en irrigué				Système traditionnel irrigué
Variété		SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 147	FOFIFA 159	Botrakely
Repiquage sur labour sans contre saison		-	-	-	-	1,6
Semis direct sur résidus d'avoine + petit pois avec	Urée seule	2,5	1,9	0,0	0,6	-
	Fumure minérale complète (NPK + urée)	4,3	3,1	0,9	1,3	-

Tableau III.3.2 : Rendement de variétés de riz conduites en irrigué (en t/ha de paddy) selon le mode de gestion du sol et de l'eau à Ampandrotrarana (altitude 1450m)

Les résultats de ce test sont à considérer avec précaution en raison de la taille réduite des parcelles observées (8 ou 12 m²) et de l'hétérogénéité liée à l'envahissement des rizières installées en pluvial par les adventices.

Sol tourbeux sur socle granitique (Ibity) à 1 500m d'altitude

Les rizières à mauvaises maîtrise d'eau (qui n'est disponible que trop tard en saison) sont cultivées en semis direct sur les résidus de la contre saison. Le riz est alors semé dès les premières pluies.

Deux modes de gestion de l'eau et du sol peuvent ensuite être pratiqués :

- culture pluviale du riz pendant tout le cycle, dont les résultats ont été présentés en annexe II.2.
- ou système installé en pluvial, puis conduit en irrigué après un mois environ suivant le semis.

Ce dernier test comporte 2 répétitions pour le cultivar Botrakely (surfaces de 36 et 51m²). Les parcelles observées varient de 31 m² pour SEBOTA 68 ou 70 à 42 m² pour FOFIFA 159. Deux parcelles traditionnelles de 10 à 20 a environ encadrent l'essai. La variété Botrakely y est repiquée mi-octobre sans contre saison, ou fin octobre après pomme de terre.

Semis direct le 14 octobre 2005.

D'autres différences apparaissent entre les itinéraires en semis direct (après herbicide) ou en repiquage traditionnel :

- traitement des semences par voie humide avec 1,75 g/kg d'imidachlopride + 0,5 g/ka de thirame (5 g/kg de Gaucho T45WS) pour le semis direct, ou pas de traitement pour le semis en pépinière.
- Fumure minérale (300 kg/ha de 11-22-16 + 500 kg/ha de dolomie) en semis direct ou organique en traditionnel (5 t/ha de fumier de bovin). En présence d'une contre saison, la fumure est augmentée surtout sur la pomme de terre qui la valorise le mieux).

Les récoltes ont été réalisées les 27 et 28 mars 2006.

Mode de gestion de l'eau	Système conduit en pluvial en début de cycle du riz, puis en irrigué				Système traditionnel irrigué
	SEBOTA 68	SEBOTA 70	FOFIFA 159	Botrakely	Botrakely
Repiquage sur labour sans contre saison	-	-	-	-	2,70
Repiquage après pomme de terre sur labour	-	-	-	-	2,90
Deuxième année de SD sur résidus d'avoine + radis fourrager	2,42	2,94	3,29	4,23	-

Tableau III.3.3: Rendement de variétés de riz conduites en irrigué (en t/ha de paddy) selon le mode de gestion du sol de l'eau à Ibity (altitude 1 500m)

Rizière en zone de dépôt fluviolacuste (Andranomanelatra) à 1600 m d'altitude

La maîtrise de l'eau est mauvaise dans cette vallée où les bassins versants sont réduits. Deux parcelles ont été installées en semis direct après une contre saison d'avoine :

- constituant une couverture insuffisante en première année et nécessitant de recouvrir à un traitement herbicide à la pendiméthaline (1500 g/ha) au semis du riz (3 l/ha de Stomp 500 EC)
- ou formant un paillage suffisant en sixième année de semis direct.

Deux collection testées ont été semées du 8 au 10 octobre 2005 avec le témoin FOFIFA 159 répété toutes les 6 parcelles et des surfaces observées de 11m² (première année de semis direct) ou 20 m² (sixième année).

En raison de l'arrivée tardive des pluies (fin de la seconde décade de novembre 2005), ces rizières n'ont pu être irriguées qu'environ 2 mois après le semis et elles ont connu des périodes de manque d'eau pendant certaines périodes (fin février,...)

La levée des variétés SEBOTA a été retardée de plus d'une semaine par rapport aux autres.

Les récoltes ont été réalisées le 8 mai 2006. Pour apprécier la fertilité des variétés, des comptages ont été effectués sur 10 panicules par traitement à la récolte.

Une rizière voisine a été repiquée avec le cultivar Rojofotsy en décembre 2005 (sur une surface de 4 ares). Installée sans contre saison, elle a reçu un apport de fumier seul. La récolte de ce système traditionnel réalisée en mai 2006, a donné un rendement de 1,8 t/ha de paddy.

		FOFIFA 159	FOFIFA 152	FOFIFA 154	FOFIFA 161	SEBOTA 68	SEBOTA 69	SEBOTA 70	SEBOTA 147	SEBOTA 182	J 951	SASANI- SHIKI	ROJOFO TSY 1285
Première année de semis direct	Nombres de grains fertiles par panicule	44	77	67	73	13	15	35	41	40	34	28	37
	Taux de fertilité des grains (% grains fertiles)	89	87	87	91	27	33	65	39	49	74	60	62
	Rendement en t/ha	0,9	2,9	2,3	1,3	0,1	0,1	0,9	0,9	0,2	0,2	0,2	2,0
Sixième année de semis direct	Nombres de grains fertiles par panicule	62	36	53	75	31	26	56	7	40	65	21	87
	Taux de fertilité des grains (% grains fertiles)	89	60	75	83	43	39	53	10	57	75	37	85
	Rendement en t/ha	0,4	(0,3)	(0,6)	(0,8)	0,2	0,2	1,3	0,0	0,2	0,7	0,4	2,4
Moyenne des rendements		0,7	1,6	1,5	1,1	0,2	0,2	1,1	0,5	0,2	0,5	0,3	2,2

Tableau III.3.4 : Fertilité et rendement (en t/ha de paddy) de diverses variétés de riz installées en pluvial en début de cycle, puis conduites en irrigué après 2 mois à Andranomanelatra (altitude 1600m)

Remarque : Le rendement des variétés FOFIFA 152, 154 et 161 est indiqué entre parenthèses () car les plantes ont été affectées par une source au début des pluies (deuxième décade de novembre 2005).

Rizière en zone de dépôt fluviolacustre (Antsampanimahazo) à 1 650 m d'altitude :

Le bassin versant de cette vallée étroite est très réduit : la rizière de Madame Joëlle se situe pratiquement en tête de vallon. Elle est approvisionnée en eau par une source en amont qui ne coule qu'en saison des pluies.

Deux rizières sont cultivées en semis direct depuis 6 ans avec une contre-saison d'avoine pendant les 3 premières années, puis ensuite d'avoine + petit pois. Le semis a été réalisé le 25 novembre 2005 avec les variétés FOFIFA 154 et 159 (1 variété par rizière de surfaces respectives : 1 et 1,2 ares). En cas d'attaque de vers blancs, les rizières sont inondées pendant plusieurs jours. Il s'en suit un arrêt des dégâts observés. Les récoltes ont été réalisées en avril 2006.

Une rizière voisine a été repiquée le 28 décembre 2005 avec le cultivar Botrakely après une contre saison de pomme de terre recevant la fumure organique (sur une surface de 1,7 ares). La récolte de ce système traditionnel réalisée en mai 2006 a donné un rendement de 1,2 t/ha de paddy.

Variété	FOFIFA 154	FOFIFA 159
Rendement en t/ha de paddy	4,26	3,33

Tableau III.3.5 : Rendement de deux variétés de riz installées en pluvial en début de cycle, puis irriguées en fonction des attaques de vers blancs à Antsampanimahazo (altitude 1 650 m)

Systeme intensif avec repiquage

Rizière à bonne maîtrise d'eau sur socle granitique (Ampandrotrarana) à 1450 m d'altitude :

Le test est réalisé chez M. RAMBOANARIVO Romule après une contre saison de pomme de terre recevant la fumure organique. Deux parcelles du témoin traditionnel Vary Mena, repiqué après 1 mois de pépinière (semis du 15 septembre pour un repiquage de 17 octobre 2005) encadrement le test variétal (surfaces de 3,5 et 5 ares).

Le test variétal est conduit plus intensivement (sur des parcelles de 64 m² par variété) avec :

- repiquage de jeunes plants : semis en prégermé le 8 octobre et repiquage le 15 octobre 2005,
- apport d'une fumure minérale complète : au 300 kg/ha de ternaire NPK 11 22 16 au semis et 100 kg/ha d'urée 1 mois après le semis.

La récolte de la variété SEBOTA 68 installée en intensif avec des plants jeunes est simultanée à celle de Vary Mena en traditionnel (5 mars 2006 pour SEBOTA 68 et 2 mars 2006 pour Vary Mena), avec une pépinière raccourcie de 3 semaines. Les variétés SEBOTA 69 et 70 ont été récoltées une semaine plus tard (11 mars 2006) et le cultivar Vary Mena plus de 3 semaines plus tard (27 mars 2006) en intensif.

Variété	Vary Mena	SEBOTA 68	SEBOTA 69	SEBOTA 70
Système traditionnel	1,7	-	-	-
Système intensif avec repiquage de plants jeunes et fumure minéral forte	3,1	3,3	3,7	4,0

Tableau III.4 : Rendement de variétés de riz conduites en système intensif irrigué en comparaison de la pratique traditionnelle à Ampandrotrarana (altitude 1450 m), en t/ha de paddy.

Annexe VI : SELECTION DE RIZ POLYAPTITUDE DANS LE MOYEN OUEST

Toutes les comparaisons sont réalisées sur le site de référence ou le terroir d'Ivory à une altitude voisine de 1000 m sur sol ferrallitique rouge.

Le riz pluvial constitue l'une des principales cultures vivrières avec le maïs, le manioc, le pois de terre et l'arachide. Il complète la production des bas fonds étroits et souvent saturés. Mais l'altitude favorable permet de réaliser 2 cycles successifs de riz lorsque les rizières sont bien irriguées.

Systeme pluvial sur tanety

Dépression en cours d'aménagement

La surface des bas fonds étant insuffisante, les agriculteurs tentent d'aménager de nouvelles rizières sur les pentes des collines.

M. RANAIVO Marson (de l'association TAFARAY à Manavia) possède un terrain en dépression situé presque en haut de pente. Il n'est pas irrigable par collecte d'eau sur la pente, mais il reste humide lorsque la saison est très pluvieuse (comme en 2005 – 2006). Il est en cours d'aménagement avec des canneaux d'évacuation d'eau entre chaque parcelle. La campagne 2005 – 2006 constitue la première année effective de culture en raison d'un semis tardif de riz en 2004 – 2005, suivi d'un mucuna (échec de ces 2 cultures en raison de la sécheresse).

Le test comporte différentes variétés installées simultanément sans répétition sur des surfaces variables : 1 are environ pour SEBOTA 147, 0,9 a pour SEBOTA 68, 0,5 a pour SEBOTA 33, 41 et 101, et 0,3 a pour SEBOTA 70 et 281

Semis : 22 décembre 2005

Fumure :

- 2 à 3 t/ha de poudrette de parc
- 200 kg/ha de ternaire NPK (11 22 16) au semis
- 100 kg/ha d'urée (46%N) 1 mois environ après le semis

Récolte entre les 11 et 25 avril 2006 (111 à 125 jours de cycle)

Les 2 variétés les plus précoces : SEBOTA 68 et 70, ont donné des rendements spectaculaires de 7 à 8 t/ha de paddy au cours de cette année à pluviométrie régulière. Les quatre autres variétés ont produit environ 3 t/ha, tandis que SEBOTA 281 installé sur une parcelle au sol sableux (en bord de pente) a présenté un rendement nul.

Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 41	SEBOTA 33	SEBOTA 101	SEBOTA 147	SEBOTA 281
Durée de cycle en jours	111	117	120	125	125	125	Néant
Rendement en t/ha	8,4	6,9	3,0	3,3	2,7	3,5	0,0 (sol sableux)

Tableau IV.1.1: Comportement de variétés polyaptitudes en culture pluviale dans une petite dépression (M. RANAIVO Marson)

Semis direct sur résidus de *Stylosanthes guianensis* (site de références d'Ivory)

Ce terrain dégradé, situé en haut de pente (bord du plateau), a été abandonné car il était envahi par le *Striga asiatica*. Après le jachère, il a été cultivé en :

- pois de terre en 2002 – 2003
- maïs + *Stylosanthes guianensis* en 2003 – 2004
- *Stylosanthes guianensis* (production de semences) en 2004 - 2005

Cette couverture a été maîtrisée par simple coupe de la souche à l'angady avant la mise en place du riz.

Semis : le 11 décembre 2005

Fumures :

- F1 = fumier seul (5 t/ha)
- F2 = fumier 5 t/ha + phosphate d'ammoniaque 150 kg/ha + KCL 80 kg/ha + urée 50 kg/ha en 1 seule fois 25 jours après le semis

Les récoltes ont été réalisées le 3 avril 2006 pour B22 et PRIMAVERA, le 10 avril pour SEBOTA 168, 70 et 147, et le 18 avril pour SEBOTA 88

Fumure		F1 = fumier seul		F2 = fumier + fumure minérale conseillée	
Variété	Durée de cycle en jours	Rendement en t/ha	Production en % du témoin B22	Rendement en t/ha	Production en % du témoin B22
B22 (témoin)	113	3,07	100	3,39	100
PRIMAVERA	113	3,02	96	3,34	97
SEBOTA 68	120	2,12	72	2,68	81
SEBOTA 70	120	1,96	64	2,72	79
SEBOTA 88	127	1,20	38	1,44	41
SEBOTA 147	120	0,92	29	1,04	29
SEBOTA 1	120	0,24	8	0,44	13

Tableau IV.1.2 : Comportement de variétés polyaptitudes en culture pluviale sur résidus de *Stylosanthes guianensis*. (site de références d'Ivory)

Riz de première saison en rizière :

Dans les rizières difficiles à drainer, des tas de terre (ou ongonongona) sont confectionnés pour réoxyder la matière organique avant le labour réalisé de juin à août.

Le riz de première saison ou « vary aloha », y est alors repiqué en août – septembre (après 1 à 2 mois de pépinière) avec les variétés : Mena Maso, Mavokely, Japonica ou Befinana. Les récoltes s'étalent de novembre à février peuvent être affectées par les excès d'eau en été.

Deux variétés SEBOTA 41 et SEBOTA 65 ont été diffusées chez les agriculteurs du terroir qui les apprécient. Elles sont comparées aux nouvelles : SEBOTA 68 et SEBOTA 70.

Comparaison de variétés SEBOTA chez M. RAKOTOMAHEFA Armand :

Le semis a été réalisé le 5 août 2005 et les jeunes plants ont été repiqués après 2 semaines chez M. RAKOTOMAHEFA Armand (association FANASINA à Ambarasatra).

Les variétés SEBOTA 41 et 65 sont comparées sans répétition au témoin Japonica sur des surfaces de 0,7 ares. Un test est réalisé simultanément avec la variété SEBOTA 68 sur 5 m².

Fumure

- 300 kg/ha de ternaire NPK (11-22-16) au semis,
- 100 kg/ha d'urée (46%N) un mois après le semis

Les récoltes ont été réalisées simultanément le 23 décembre 2005.

Variété	Japonica	SEBOTA 41	SEBOTA 65	(SEBOTA 68)
Rendement en t/ha	1,54	4,12	5,35	(6,0)

Tableau IV.2.1 : Comparaison de variétés SEBOTA au cultivar Japonica chez M. RAKOTOMAHEFA Armand

Remarque : Le rendement de la variété SEBOTA 68 est noté entre parenthèse () car la surface observée est très réduite.

Comparaison de variétés de riz polyaptitude chez M. RAKAJY

Le semis en pépinière a été réalisé le 10 août 2005 et les plants jeunes ont été repiqués à l'âge de 2 semaines (25 août 2005).

Deux parcelles du témoin SEBOTA 65 (surfaces de 1,3 et 2,1 ares) encadrent les variétés : SEBOTA 41 (1,2 a), SEBOTA 68 (2,3 a) et SEBOTA 70 (0,2 a).

La fumure apportée comporte 300 kg/ha de ternaire NPK (11- 22 -16) et 100 kg/ha d'urée (46 %)

La récolte est effectuée le 6 janvier 2006 (134 jours après le repiquage ou 149 jours après le semis).

Variété	SEBOTA 65 (témoin)	SEBOTA 41	SEBOTA 68	SEBOTA 70
Rendement en t/ha	5,0	2,2	3,8	4,4

Tableau IV.2.2: Rendement de variétés SEBOTA chez M. RAKAJY

Comportement des variétés SEBOTA 41 et 65 à faible niveau d'intrants :

M. Pierre (de l'association SOAFIANATRA) a cultivé sa rizière en première saison avec la variété SEBOTA 65 (sur une surface de 6 ares) en comparaison avec SEBOTA 41 (1 a).

Les plants jeunes ont été repiqués le 20 août (semés le 5 août 2005) sans apport de fumure minérale. La récolte effectuée le 27 décembre 2005 a donné les productions suivantes :

- SEBOTA 65 : 2,1 t/ha
- SEBOTA 41 : 2,0 t/ha

Riz de deuxième saison en rizière

Le riz de deuxième saison ou « vary afara », repiqué en décembre - janvier, avec les variétés Tsipala ou Botrakely est récolté en avril - mai avec de meilleurs rendements que celui de première saison (atteignant 2 t/ha de paddy). Dans les conditions favorables des cultures de contre - saison : tomate, pomme de terre peuvent ensuite être pratiquées.

Deux tests ont été réalisés simultanément chez Mme RAZANAMANANA Thérèse (association TAFARAY) :

- système installé en pluvial en début de cycle, puis conduit en irrigué
- système irrigué avec repiquage.

Système irrigué avec repiquage

Le test réalisé sans contre saison comporte :

- un témoin Botrakely conduit traditionnellement après un mois et demi de pépinière (semis le 24 novembre 2005 et repiquage le 5 janvier 2006), sans fumure
- des variétés SEBOTA cultivées intensivement avec des plants jeunes de 2 semaines (semis le 8 décembre et repiquage le 22 décembre 2005) et une forte fumure minérale.

Le test variétal avec fumure minérale ne comporte pas de répétition et les surfaces observées sont de 30 m² pour les variétés SEBOTA et de 40 m² pour Botrakely.

La fumure des variétés SEBOTA est :

- 300 kg/ha de ternaire NPK (11- 22-16) au semis
- 100 kg/ha d'urée (46%N) un mois après le repiquage.

Les récoltes ont été effectuées :

- Les 4 avril 2006 pour SEBOTA 68 et 70,
- 6 et 7 avril 2006 pour SEBOTA 33, 41, 65 et 147,
- 10 avril 2006 pour SEBOTA 101,
- et le 2 mai 2006 pour Botrakely.

Variété	SEBOTA 68	SEBOTA 70	SEBOTA 33	SEBOTA 41	(SEBOTA 65)	SEBOTA 147	SEBOTA 101	Botrakely (témoin)
Système traditionnel sans fumure	-	-	-	-	-	-	-	2,0
Système intensif avec plants jeunes et fumure minérale	5,0	4,5	3,5	2,7	(3,1)	3,4	3,9	-

Tableau IV.3.1: Rendement de variétés de riz conduites en irrigué après repiquage, en t/ha de paddy

Remarque : La variété SEBOTA 65 est notée entre parenthèse car il y avait un doute sur son identité (d'après Lucien SEGUY).

Système installé en pluvial en début de cycle puis conduit en irrigué

Chez Mme RAZANAMANANA Thérèse, un test a aussi été installé le 7 janvier 2006 avec la variété SEBOTA 68 en semis direct sur résidus d'une culture de contre – saison :

- tomate (surface 20 m²),
- avoine + petit pois (surface 20 m²),
- avoine + vesce (surface 2,3 ares).

Sur des surfaces réduites identiques (20 m²) et à la même date, les variétés SEBOTA 101 et 147 ont été semées directement sans contre saison après labour, puis conduites en irrigué lorsque l'eau devient disponible.

La fumure est réduite par rapport au test précédent :

- 200 kg/ ha de ternaire NPK (11-22-16) au semis
- 100 kg/ha d'urée (46%N) un mois après le semis.

Les récoltes ont été effectuées simultanément le 18 avril 2006 (et le 2 mai pour le témoin Botrakely repiqué le 5 janvier 2006)

Mode de gestion du sol et de l'eau		Système installé en pluvial en début de cycle, puis conduit en irrigué			Système traditionnel irrigué
		SEBOTA 68	SEBOTA 141	SEBOTA 147	Botrakely
Variété		SEBOTA 68	SEBOTA 141	SEBOTA 147	Botrakely
Repiquage après labour sans fumure et sans contre saison		-	-	-	2,0
Semis après labour avec fumure et sans contre saison		-	3,1	3,3	-
Semis direct avec fumure minérale après une contre saison de	.tomate	7,6	-	-	-
	.avoine + vesce	4,5	-	-	-
	.avoine + petit pois	3,2	-	-	-

Tableau IV.3.2: Rendement de variétés de riz conduites en irrigué (en t/ha de paddy) selon le mode de gestion du sol et de l'eau.

Annexe VII : COLLECTIONS VARIETALES ET MULTIPLICATION DE SEMENCES SUR LA STATION D'ANDRANOMANELATRA

COLLECTION DE HARICOT : Rendement en t/ha en semis direct sur résidus d'avoine selon la saison (surface : 1 a)

Variétés	Couleur des graines	1 ^{ère} saison	2 ^{ème} saison
GOIANO PRECOCE	Marron clair marbré	0,88	0,68
RUBI	Bleu	0,85	0,80
IAPAR 44	Noir	1,11	0,94
SOAFIANARA	Blanc	1,09	0,73
VF13	Blanc	0,97	0,63
PAULISTINHA	Rose	1,08	0,68
G 13671	Marron clair marbré	0,80	0,68
EMGOPA OURO	Beige	1,30	0,41
IAPAR 16	Marron foncé	0,41	0,70
TARUMA	Noir	1,16	0,63
CARIOCA	Marron foncé	0,74	0,90
IAPAR 20	Marron clair	0,60	0,78
NAIN DE KYONDO	Blanc	0,81	0,57
IKINIMBA	Noir	1,22	0,81

COLLECTION DE SOJA : Rendement en semis direct sur résidus d'avoine (surface : 1 a)

Variétés	Rendement en t/ha
ABYARA	1,42
EMGOPA 302	1,74
EUREKA	1,06
OC4	1,44
OC9	1,26
OC8	-
OC11	1,20
BR16	-
OC2	2,08
EMGOPA 304	1,62
UFV1	1,14
FT5	1,36
OC6	-
COMETA	1,72
OC14	1,30
PRIMAVEA	1,36
OC3	1,74
FT7	1,58
FT10	1,70
OC10	1,02
EMGOPA 305	1,02
SOJA NOIR	0,98

COLLECTION DE PLANTES DE COUVERTURE

Culture	Surface en ares	Poids en kg
<u>Brachiaria ruzizensis</u> (origine Brésil)	0,4	0,2
<u>B. decumbens</u> (Brésil)	0,4	2
<u>B. decumbens</u> (Australie : signal grass)	0,4	0,1
<u>B. humidicola</u> (Australie: Koronivia)	0,8	1,2
<u>B. brizantha</u> (Brésil : marandu)	0,4	2,9
<u>Cenchrus ciliaris</u> (Australie: Buffel grass)	0,3	0
<u>B. brizantha</u> (local)	1,0	0
<u>Setaria splendida</u>	2,0	0
<u>Raphanus sativus</u>	1,9	2,5
<u>Cassia rotundifolia</u>	-	4,1
<u>Paspalum notatum</u>	-	0,9
<u>Crotalaria spectabilis</u>	-	0,5
<u>B. ruzizensis local</u>	-	0,2

MULTIPLICATION DE SEMENCES

Espèce et variété	Mode de gestion du sol	Surface en ares	Production en kg	Rendement en t/ha
Soja cometa	Résidus de <u>B. ruziensis</u>	31	251	0,81
	Couverture vive <u>Cynodon dactylon</u>	16,5	119	0,72
Soja FT 10	Couverture vive de <u>C. dactylon</u>	12	109	0,91
Soja OC 11	Résidus de riz + <u>Cajanus cajan</u>	14	117	0,84
Haricot Carioca : 1 ^{ère} saison	Résidus d'avoine	6,5	22,8	0,35
	Résidus d'avoine + lupin	14,6	50,1	0,39
	Couverture vive <u>C. dactylon</u>	6,2	23,6	0,38
2 ^{ème} saison	Résidus de <u>B. ruziensis</u>	25	150	0,60
Haricot lapar 16 : 1 ^{ère} saison	Résidus d'avoine	7,5	21,7	0,29
Haricot lapar 20 : 2 ^{ème} saison	Résidus d'avoine	6,5	30,3	0,47
Haricot lapar 44 : 2 ^{ème} saison	Résidus d'avoine	6,5	47	0,72
Haricot nain de Kyondo : 2 ^{ème} saison	Résidus de <u>B. brizantha</u>	6,5	11,1	0,17
Haricot VF 13 : 2 ^{ème} saison	Résidus de <u>B. brizantha</u>	42	202,5	0,48
	Résidus d'avoine	6,5	21	0,32
	Couverture vive de <u>C. dactylon</u>	20,5	73	0,36
Haricot Soafianarana : 2 ^{ème} saison	Résidus d'avoine	13	74	0,57
	Résidus de brachiaria	14	45,6	0,33
Riz FOFIFA 159	Résidus de soja	15	158	1,05
Riz FOFIFA 159 + <u>Cajanus Cajan Bonamigo</u>	Résidus de soja	21	228	1,086
Riz FOFIFA 159	Résidus de maïs + cajan	6	57	0,95
Riz FOFIFA 159 + <u>C. Cajan arata</u>	Résidus d' <u>E. coracana</u>	28	298	1,06
Maïs Pannar + <u>C. cajan</u> + avoine	Résidus de soja	40	1531	3,83
Maïs Pannar + Eleusine	Résidus de vesce	7,8	230	2,95
Maïs Pannar + <u>C. cajan</u>	Résidus de riz + <u>C. cajan</u>	8	315,8	3,95
Maïs Pannar + vesce	Résidus d'avoine	6,5	217,2	3,34
Maïs	Ligne d'écobuage	0,52	33,27	6,40
<u>Eleusine Coracana</u> Galinha	Résidus de haricot	3,2	22	0,69
C5352	Résidus de haricot	4,24	16	0,38
6240	Résidus de haricot	4,08	16	0,39
Coracana	Résidus de haricot	3,25	11	0,34
<u>Brachiaria decumbens</u>		24	32,3	0,14
<u>B. brizantha</u> Marandu (installation)		20	0	0
Avoine riel 151	Résidus de haricot	19,5	105	0,54
Avoine n°7	Résidus de haricot	9	76,5	0,85
Avoine VPF 18	Résidus de haricot	0,7	6	0,86
Avoine IAP 61	Résidus de haricot	2,5	0,2	0,01

Annexe VIII : FORMATIONS DISPENSEES A ANTSIRABE ET APPUI A LA DIFFUSION

Formation de courte durée des agents de vulgarisation

La formation de courte durée (3 semaines) a été dispensée aux cadres et techniciens de vulgarisation des organismes partenaires du GSDM. Elle est consacrée à la formation de base et à l'initiation aux SCV.

Tableau A.6.1 : Nombre d'agents formés aux SCV dans la région d'Antsirabe

Partenaires	Bénéficiaires	
	Ingénieurs	Techniciens
ANAE	1	2
FAFIALA	1	-
FOFIFA	-	1

Formation de longue durée

a) Formation des agriculteurs sur les terroirs villageois

Les agriculteurs encadrés dans chaque terroir sont formés de façon continue par les techniciens de TAFa.

Grâce à cette formation d'une durée de 2 à 3 ans, ils peuvent comprendre les mécanismes du fonctionnement agronomique des SCV.

La maîtrise des divers scénarii SCV a été abordée pendant la campagne culturelle, en particulier l'importance et le rôle des plantes de couverture,...

En 2006, l'antenne du Vakinankaratra a encadré sur les terroirs 77 agriculteurs adoptant les SCV et les a regroupé par association pour des journées de formation.

b) Formation des techniciens

L'appropriation par les agents de vulgarisation du savoir faire sur les S.C.V ne peut se faire que par la pratique au niveau des sites de référence et des terroirs villageois encadrés par TAFa sur une durée de onze mois.

Cette formation de longue durée a pour objectif la constitution d'un pool de techniciens capables, non seulement de maîtriser tous les itinéraires techniques, mais aussi de les diffuser au niveau des terroirs villageois.

Les thèmes développés sont les suivants :

- Préparation du terrain (traitement herbicide, écobuage)
- Mise en place des différentes spéculations (maïs, riz, soja, haricot ...)
- Préparation des semences (traitement à l'acide sulfurique pour lever la dormance, traitements avec de l'insecticide + fongicide, inoculation, ...).
- Traitement herbicide (dose, étalonnage pulvérisateur, nature de l'herbicide en fonction de l'itinéraire technique, ...).
- Entretien des cultures (sarclage, traitement herbicide et insecticide, ...).
- Mise en place de cultures du deuxième cycle (avoine, Cajanus cajan, ...).

- Choix des itinéraires techniques selon l'emplacement sur la toposéquence (rizière avec ou sans maîtrise de l'eau, tanety).
- Récolte et post récolte avec les différentes méthodes de sondage des rendements.
- Analyse économique et agronomique des paramètres enregistrés tout au long de la campagne
- Gestion des terroirs : méthodologie d'approche, sensibilisation, animation formation et suivi des paysans.

Tableau A.6.2 : Agent de développement en formation de longue durée à Antsirabe

Partenaires	Bénéficiaires	
	Ingénieurs	Techniciens
GSDM	2	-
BRL	1	6
SD MAD	2	3
CAMAGRI	1	-
FAFIALA	-	3
ANAE	-	1
APMM	1	1

Chez certains partenaires comme CAMAGRI, la formation d'une durée de trois semaines a été complétée par un appui technique tout au long de la campagne 2005-2006.

De plus, une formation en alternance entre les antennes d'Antsirabe et de Manakara a été organisée pour les agents du GSDM et entre Antsirabe et Fianarantsoa pour ceux de l'APMM.

Visites et formations

Les visites organisées par les partenaires du GSDM (FAFIALA,..) et la sensibilisation des décideurs ou élus politiques (DRDR) sont des éléments essentiels pour l'appui à la diffusion. Elles sont effectuées sur les sites de références et les terroirs villageois. Le tableau A.6.3 indique la liste des visites et le nombre des bénéficiaires dans la région d'Antsirabe.

Outre les agriculteurs concernés, qui sont des représentants des villages et des groupements, des responsables de l'éducation nationale (E.P.P., collège, université,...) se sont aussi montrés intéressés.

Au niveau logistique, la plupart de ces visites ont été organisées et prises en charge par les partenaires du développement. Ces actions devraient avoir un impact important sur la diffusion du semis direct.

Tableau A.6.3 : Visites et formations délivrées sur les sites et les terroirs du Vakinankaratra

Date	Lieu de visite	Organisme	Décideurs	Encadreurs	Paysans et Étudiants
6/10/05	Andranomanelatra Antsampanimahazo	FAO		2	
16/11/05	Antsampanimahazo	Meilleurs élèves EPP Ambatolampy			25
23/11/05	Antsampanimahazo Ibity	AFD GSDM	4		
24/11/05	Andranomanelatra	DRDR Haute Matsiatra		36	
14/12/05	Andranomanelatra Antsampanimahazo	CCD NAMANA Fianarantsoa		18	
14/12/05	Antsampanimahazo	AFD Paris AFD Tanà GSDM	2 1 1		
21/12/05	Andranomanelatra Ibity	ESSA Management		14	
21/01/06	Ibity	Initiative paysanne Paris		2	
6/02/06	Ampandrotrarana Ibity	FAO Banque Mondiale GSDM DAPAG Genie rural	4 3 1	2	
26/02/06	Antsampanimahazo	Sœurs Ambatondrazaka	4	2	4
6/03/06	Ibity	APMM		2	
9/03/06 au 12/03/06	Antsampanimahazo, Andranomanelatra, Ivory, Betafo, Ibity, Ampandrotrarana			1	3
10/03/06	Andranomanelatra	Collège Saint Louis Fianarantsoa	4		75
11/03/06	Antsampanimahazo	Ass. Paysans Ambohimarina FAFIALA FAFIALA			23
23/03/06	Ivory			7	26
21/04/06	Ivory			5	37
TOTAL			24	91	193