

ONG Tafa
TANY Sy FAMPANDROSOANA

GSDM
Financements :
AFD – FFEM – CIRAD - MAEP

PROJET D'APPUI A LA DIFFUSION
DES TECHNIQUES AGRO-ECOLOGIQUES A MADAGASCAR
RAPPORT DE CAMPAGNE 2002-2003



H. Charpentier – CIRAD
C. Razanamparany – Tafa
M. Andriantsilavo – Tafa
H. Andriamandraivonona – Tafa

INTRODUCTION

Le projet de « diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et les systèmes cultivés à Madagascar », financé depuis 1998 et pour 3 ans par l'Agence Française de Développement, a pris fin en septembre 2001.

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

TAFA a cependant réussi en 2001/02 à pérenniser la totalité des sites de référence installés dans ses 5 régions d'intervention, en particulier en homogénéisant la plupart des dispositifs sur collines avec des plantes rustiques ne nécessitant pas l'utilisation d'intrants.

Pour la campagne 2002/03, une avance d'un million d'euros sur le futur projet a été accordée à TAFA exceptionnellement par l'AFD, et a permis, avec un financement complémentaire de la Coopération Suisse dans le MENABE :

- de remettre en cultures tous les dispositifs installés dans le pays,
- de poursuivre les actions démarrées sur les terroirs, en particulier dans le village d'ANANDROBE au LAC ALAOTRA, et d'initier des démonstrations sur de nouveaux terroirs, comme ceux d'AMPANEFY et d'AMBOHIMANGA au LAC ALAOTRA,
- de mener les enquêtes nécessaires dans chaque région pour identifier des terroirs sur lesquels TAFA pourrait s'investir les prochaines campagnes,
- de multiplier tout le matériel végétal nécessaire pour assurer la conduite des sites de référence et des terroirs encadrés par TAFA, et pour répondre à la demande des partenaires de diffusion en 2003/04,
- de poursuivre les formations des ingénieurs et techniciens nouvellement recrutés à TAFA, les actions de formation et de conseil auprès des partenaires du développement et l'organisation des visites des agriculteurs sur les sites et les terroirs,
- d'initier l'élaboration d'un manuel de semis direct pour Madagascar décrivant les systèmes de culture préconisés par TAFA dans chaque milieu et chaque écologie, avec les fiches techniques détaillant les itinéraires à appliquer à chaque système de culture.

Le présent rapport ne concerne que les 3 régions financées sur l'ancien projet par l'AFD. Il fait état des résultats agro-économiques des systèmes de culture mis en œuvre en 2002/03 sur les sites de référence, sans reprendre la description des dispositifs et les critères ayant motivé le choix des sites et des systèmes, détaillés dans les précédents rapports. Les résultats obtenus chez les agriculteurs sur les terroirs au Lac Alaotra sont détaillés et commentés.

Le rapport synthétise aussi les principaux enseignements de 5 années de recherche-action par TAFA dans chaque écologie.

Toutes ces données seront intégrées prochainement dans un manuel qui synthétisera l'évolution corrélée de la fertilité des sols et des productions, des marges bénéficiaires et de la productivité du travail dans des systèmes très diversifiés de culture sous différents modes de gestion des sols.

I. LES RESULTATS AU LAC ALAOTRA

1.1. La pluviométrie en 2002/2003

Après 4 années à pluviométrie déficitaire, le Lac Alaotra a connu cette année une pluviométrie normale pour la région, et bien répartie durant tout le cycle cultural (**tableau 2**), avec un démarrage des pluies la 3^e décennie de novembre.

Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs ont exprimé réellement leurs performances. Les agriculteurs ont, pour la 1^{ère} année depuis 5 ans, récolté du riz dans les rizières mal irriguées du Lac ; cette campagne bien arrosée a permis de remonter le niveau des nappes et des barrages de retenue, qui étaient descendus à des niveaux inquiétants.

Tous les semis sur les sites de référence et les terroirs ont été effectués entre le 14 et le 24 décembre 2002.

1.2. Les résultats sur les sites de référence

1.2.1. Sur les collines

Les itinéraires de préparation des parcelles et de semis sont les mêmes que les années précédentes. Deux niveaux de fumure sont appliqués à chaque système de culture :

- F1 : 5 tonnes/ha de poudrette de parc
+ 30 N sur précédent *Brachiaria* au semis
- F2 : F1 + 23 N – 62 P₂O₅ – 48 K₂O au semis
+ 46 N en végétation sur les céréales.

Le coût des intrants utilisé pour les évaluations économiques correspond au prix à Antananarivo en septembre 2002 (**tableau 1**), majoré du coût du transport jusqu'à Ambatondrazaka (150 FMG/kilo).

Sur les sols pauvres à MANAKAMBAHINY, la moitié des parcelles écobuées en 1998 a été réécobuée en saison sèche 2002. Certaines parcelles ont par ailleurs été emblavées avec des plantes vivaces rustiques (*Brachiaria ruziziensis*, *Stylosanthes guianensis*) pour une restauration du sol par les voies biologiques.

Les principaux enseignements de cette campagne peuvent être résumés ainsi :

Les rendements de toutes les cultures sont particulièrement élevés sur les meilleurs itinéraires en semis direct cette année où les cultures n'ont subi aucun stress hydrique.

→ **Sur les sols « riches » de MAROLOLO à l'Est du Lac**, les productions des céréales en semis direct sans apport minéral ni écobuage se maintiennent à des niveaux très corrects : 2,3 tonnes/ha sur précédent dolique, soit 2 fois le rendement des parcelles travaillées non fertilisées (**tableau 4**).

Les productions des légumineuses alimentaires associées au maïs et au sorgho sont 3 fois plus élevées en semis direct que sur labour.

Les meilleurs précédents du maïs sont le *Stylosanthes guianensis* et le *Pueraria phaseoloïdes*, avec un gain de production de 20 % par rapport aux précédents dolique et *Brachiaria ruziziensis* et de 100 % par rapport à une jachère naturelle de 1 an. L'*Arachis pintoï* a été insuffisamment contrôlé et les rendements du maïs en sont affectés.

De même, les productions de l'arachide passe de 0,7 tonne/ha sur labour à 1,2 tonne/ha en semis direct.

Les rendements des céréales sur les parcelles écobuées il y a 4 et 5 ans se maintiennent sans apport minéral à des niveaux très élevés, équivalents voire supérieurs à ceux des parcelles fertilisées en semis direct (**tableau 4**).

Sur les meilleurs précédents culturaux (*Stylosanthes* et *Pueraria*), les productions de maïs atteignent 4,8 tonnes/ha. La variété de sorgho IRAT 203, plus productive que la variété BF 80 de type Guinea utilisée les années précédentes, produit 3,5 t/ha sur précédent dolique, et le riz pluvial 3,4 tonnes/ha. Les légumineuses associées aux céréales sont aussi bien valorisées par l'écobuage.

Avec une fertilisation minérale, la production des céréales en semis direct augmentent de 45 à 60 % (110 à 150 % sur labour) par rapport à une fumure essentiellement organique. Le gain est plus faible sur écobuage : 5 à 15 % pour le sorgho et le riz pluvial, 25 à 40 % pour le maïs suivant le précédent cultural. Les rendements atteignent sur les meilleurs itinéraires 6,6 tonnes/ha pour le maïs, et 3,8 tonnes/ha pour le riz pluvial et le sorgho.

Les biomasses sèches laissées sur le sol, enregistrées en septembre 2003 sont très élevées :

- de 14 à 18 tonnes/ha pour l'association maïs et *Pueraria*,
- de 11 à 15 tonnes/ha pour l'association maïs et *Brachiaria ruziziensis*,
- de 8 à 12 tonnes/ha pour l'association sorgho et *Vigna umbellata*.

Les marges nettes (**tableaux 3 et 5**) les plus élevées sont dégagées sur écobuage par les systèmes associant céréales et légumineuses alimentaires et cela :

- sans fertilisation minérale pour le riz pluvial et le sorgho : 5,2 millions de FMG/ha pour le riz pluvial associé au niébé à cycle court, 4,5 millions de FMG/ha pour le sorgho associé au niébé à cycle long,
- avec engrais pour le maïs associé au niébé à cycle long : 5,2 millions de FMG/ha.

Ces marges nettes sont supérieures de 70 à 90 % à celles dégagées en semis direct sans écobuage, et de 260 à 300 % à celles des parcelles travaillées pour les mêmes niveaux de fumure.

A noter enfin l'excellent comportement du niébé à cycle court (variété DAVID) sur mulch vivant de TIFTON : 1,5 tonnes/ha sur écobuage sans apport minéral pour une marge nette de 3,3 millions de FMG/ha et une productivité du travail très élevée (aucun désherbage).

→ **sur le sols pauvres à MANAKAMBANINY au Sud du Lac**, le maïs ne produit pratiquement plus sur les parcelles travaillées non écobuées, et le riz pluvial un maximum de 1,3 tonnes/ha sur les parcelles fertilisées malgré une bonne pluviométrie cette année (**tableau 6**).

Sur les parcelles en semis direct écobuées en 1998, les rendements des céréales sans apport d'engrais sont moyens : 1,45 tonnes/ha pour le riz pluvial et 1,6 t/ha pour le maïs sur précédent dolique. Les meilleurs précédents du maïs sont là encore le *Pueraria* (2 t/ha de maïs) et le *Stylosanthes* (1,8 t/ha de maïs). Les biomasses sèches laissées sur le sol en octobre 2002 avant l'installation du maïs étaient très élevées : 20 tonnes/ha pour le *Stylosanthes guianensis*, 12 t/ha pour le *Pueraria phaseoloïdes* et 14 tonnes/ha pour le *Brachiaria ruziziensis*.

Sur les parcelles en semis direct récobuées en 2002, les productions des céréales (et du *Vigna umbellata* associé en maïs) sont très supérieures (4 t/ha pour le riz pluvial et 3,2 t/ha pour le maïs sans apport minéral) à celles des parcelles écobuées en 1998 (2,6 t/ha sur les parcelles fertilisées).

Les marges nettes sont de l'ordre de 2 millions de FMG/ha pour le riz pluvial et le maïs associé au *Vigna umbellata* (**tableaux 3 et 7**) sur les parcelles en semis direct fertilisées et écobuées en 1998 (450 000 FMG/ha pour le riz fertilisé sur labour). Elles atteignent par contre 4,8 millions de FMG/ha pour le riz pluvial et 3,5 millions de FMG/ha pour le maïs associé au *Vigna umbellata* sur les parcelles non fertilisées écobuées en 2002.

On peut enfin noter le très bon comportement du niébé sur mulch vivant de TIFTON et much mort de *Brachiaria ruziziensis* : 1,4 à 1,9 tonnes/ha sur les parcelles écobuées en 1998 pour des marges nettes de 3 à 3,4 millions de FMG/ha et une productivité du travail élevée.

1.2.2. Les résultats sur les baibohos et les sols exondés dans la plaine de MAROLOLO

Les itinéraires de préparation des parcelles et de semis sont les mêmes que les années précédentes. Deux niveaux de fertilisation sont appliqués aux systèmes de culture :

- F1 : pas de fertilisation,
- F2 : 23 N – 62 P₂O₅ – 48 K₂O au semis
et 46 N en végétation sur les céréales.

Comme sur les *tanety*, les écarts de rendements entre parcelles gérées en semis direct et parcelles travaillées augmentent d'année en année, quel que soit le niveau de fertilisation.

La forte pluviométrie de l'année a aussi contribué à créer une croûte de battance permanente sur les parcelles travaillées, et cela malgré 3 sarclages sur les parcelles. Les rendements des légumineuses comme le haricot et le *Vigna umbellata* de saison pluvieuse en ont été particulièrement affectés (**tableaux 8 et 9**).

Les productions de toutes les cultures sont encore très élevées cette année en semis direct : de 4,6 à 6 tonnes/ha pour le riz pluvial, de 5,4 à 7 tonnes/ha pour le maïs, de 1 à 2,4 t/ha pour les légumineuses en fonction du milieu et du niveau de fertilisation. Le *Vigna umbellata* installé après la récolte du riz pluvial sur les sols argileux dans la plaine n'a produit que sur semis direct (dessèchement de la culture sur les parcelles travaillées avant remplissage des grains). La biomasse sèche laissée sur le sol par la dolique en fin de saison sèche 2002 était de 14 à 17 tonnes/ha sur les parcelles en semis direct.

Les marges nettes (**tableaux 3 et 10**) atteignent en semis direct 8,5 millions de FMG/ha pour le riz pluvial et le *Vigna umbellata* en succession, 5,8 millions de FMG/ha pour le maïs associé au *Vigna umbellata*, entre 3,5 et 4,2 millions de FMG/ha pour les légumineuses de 1^{er} cycle, et sont très proches sur les 2 niveaux de fertilisation.

Ces marges sont très inférieures sur labour. Excepté pour la succession riz pluvial et *Vigna umbellata* sur les *baibohos* (marges inférieures cependant de 65 % par rapport au semis direct), les marges nettes sont divisées par 2 voire 3 par rapport au semis direct sur toutes les cultures. Les écarts les plus importants sont enregistrés sur les légumineuses sur les deux sites et sur toutes les cultures sur les sols argileux exondés dans la plaine.

1.2.3. Les résultats dans les rizières mal irriguées

Les rendements du riz pluvial FOFIFA 154 en semis direct (**tableau 11**) sont de 2 à 3 tonnes/ha suivant les niveaux de fertilisation (même fertilisation que sur les sols exondés). Ces productions correctes mais assez moyennes dans ces milieux sont à corréliser au développement assez faible des légumineuses de contre-saison 2002 après le passage d'un cyclone en mai. Ils sont aussi à rapprocher des rendements du riz irrigué repiqué par les paysans à proximité des sites qui se situent entre 0,8 et 1,4 tonnes/ha.

Excepté le niébé à cycle long de MORONDAVA qui s'est assez mal comporté cette année au Lac (problème lié au froid), les légumineuses de contre-saison ont des rendements très corrects, qui peuvent être supérieurs à 2 tonnes/ha (**tableau 11**). Les biomasses sèches laissées sur le sol par la dolique en octobre 2003 étaient de 12 à 16 tonnes/ha.

Les marges nettes (**tableau 12**) dégagées en semis direct par ces successions du riz pluvial avec dolique ou *Vigna umbellata* fluctuent entre 4,8 et 7,6 millions/ha, niveaux très élevés pour ces milieux.

Soixante dix ares de vesce (*Vicia villosa*) ont été multipliées dans la vallée MARIANINA en contre-saison 2003. Le développement végétatif de cette légumineuse fourragère, très appâtée par les animaux, est exceptionnel. Elle peut être fauchée 2 fois en saison sèche pour une biomasse sèche totale de 8,75 tonnes/ha.

I.3. Les actions et les résultats sur les terroirs

Elles concernaient en 2002/03 trois terroirs qui recourent la variabilité des situations agricoles de la région :

→ **Le terroir d'ANANDROBE à l'Ouest du lac**, caractérisé par des sols sur collines très pauvres et sableux, une érosion très intense, et la part importante accordée par les agriculteurs à l'élevage bovin pour la production de viande et de lait. Sur les collines, les paysans pratiquent essentiellement une rotation riz pluvial – manioc et dans la plaine, du riz irrigué avec une maîtrise imparfaite de l'eau. 80 % du manioc produit est consommé par les animaux. La paille de riz pluvial, disponible plus tôt que celle du riz irrigué, est entièrement exportée pour l'alimentation des animaux. La paille de riz irrigué est stockée et distribuée toute l'année

(3,5 kilos de paille de riz par jour par tête de zébus). L'affouragement au parc permet aux agriculteurs de produire un excellent fumier pailleux, qui est épandu chaque année sur les parcelles des collines à la dose de 5 tonnes/ha en moyenne, et permet de maintenir des niveaux de rendements relativement acceptables pour les cultures dans ce milieu.

Les 1^{ères} actions de TAFE sur ce terroir ont démarré en 2000/01 avec l'installation d'environ 1 hectare de *Brachiaria ruziziensis* chez 5 agriculteurs. Les surfaces emblavées en *Brachiaria* ont augmenté régulièrement et atteignent en 2002/03 3,6 hectares. Sur les conseils de TAFE, certains agriculteurs ont installé fin 2001 le *Brachiaria* dans les interlignes de manioc. L'itinéraire le plus pratiqué est la plantation du manioc en mai et le bouturage du *Brachiaria* en décembre. La récolte du manioc est très étalée dans le temps (alimentation quotidienne des animaux au parc à la dose de 3 à 5 kilos de manioc par tête de bétail), et démarre en général en juin-juillet de l'année suivante.

Les 1^{ères} récoltes de manioc associé au *Brachiaria* ont été effectuées par les agriculteurs en octobre 2002. Les paysans du terroir ont alors pu apprécier les effets spectaculaires de cette association :

- le rendement du manioc associé au *Brachiaria* sans fumure organique est multiplié par 3 en moyenne par rapport à un manioc pur ayant reçu 5 tonnes/ha de fumier pailleux. Il se situe entre 24 et 30 tonnes/ha suivant la parcelle et la date de récolte, ce qui est tout à fait exceptionnel sur ces sols très pauvres ;
- les tubercules sont très uniformes et beaucoup plus gros et plus tendres ;
- les feuilles de manioc ne sèchent pas en saison sèche quand le manioc est associé au *Brachiaria* et il n'y a aucune pourriture des tubercules, phénomènes qui obligent régulièrement les agriculteurs à avancer les récoltes sur leurs parcelles en culture traditionnelle ;
- de plus, le goût des tubercules ne change pas durant toute l'année, alors que le manioc est moins bon pour la consommation en saison sèche quand il n'est pas associé au *Brachiaria* ;
- enfin, la récolte est beaucoup plus facile sur *Brachiaria* que sur sol nu, dans la mesure où le sol est plus tendre et où les tubercules se développent sous *Brachiaria* dans les 1^{ers} centimètres du sol ;

Cette technique est appelée à se développer très rapidement sur l'ensemble du terroir la prochaine année. En dehors des avantages exceptionnels qu'elle offre pour la culture du manioc, elle permet un complément pour l'alimentation du bétail par le *Brachiaria*, qui est fauché régulièrement et transféré dans les parcs. Le *Brachiaria* contrôle totalement l'érosion, restructure et recharge le sol en carbone, et prépare ainsi le lit du semis direct du riz pluvial pour la campagne suivante. Une action essentielle de TAFE avec les agriculteurs les campagnes prochaines résidera dans le pilotage de la fertilité du sol dans ces systèmes, pour équilibrer les multiples exportations de biomasse sur les parcelles (pailles de riz pluvial, *Brachiaria*, manioc), même si la quantité de fumier produite est corrélée à ces exportations.

Dès la campagne 2003/04 des actions seront conduites avec les agriculteurs dans la plaine sur les rizières où l'irrigation n'est pas maîtrisée, avec pour objectifs :

- installer le riz par semis aux 1^{ères} pluies utiles, et non plus en repiquage fréquemment tardif, en utilisant des variétés à cycle court non photosensibles qui pourront être récoltées en fin de saison des pluies, et un herbicide de prélevée pour maîtriser

l'enherbement. Les riz poly-aptitudes introduits du Brésil sont particulièrement adaptés à ces conditions dans la mesure où elles ne nécessitent pas d'irrigation, et permettent ainsi de se défaire totalement des aléas climatiques ;

- produire en saison sèche des plantes fourragères (vesce, avoine) pour l'alimentation du bétail, dont la culture est rendue possible par la précocité de la récolte du riz. Ces plantes, même exportées des parcelles, préparent le lit du semis direct du riz la campagne suivante avec un apport d'azote conséquent par la légumineuse.

→ **Le terroir d'AMPANEFY à l'Ouest du Lac**, caractérisé par des sols pauvres sur les collines et une part beaucoup moins importante de l'élevage dans les systèmes de production des agriculteurs qu'à ANANDROBE. Les cultures y sont plus diversifiées : riz pluvial, manioc, haricot, pois de terre, maïs. Le recours aux jachères temporaires est fréquent. Les cultures les plus exigeantes sont fumées avec de la poudrette de parc à la dose de 3 à 5 tonnes/ha.

→ **Le terroir d'AMBOHIMANGA à l'Est du Lac**, caractéristique des sols riches des collines de la région (sols sur roches basiques à gneiss à amphiboles ou amphibolites).

Toutes les cultures pratiquées dans la région sont représentées et en général fumées avec de la poudrette de parc. Les sols sur les collines sont systématiquement compactés au niveau de l'horizon situé sous la couche travaillée.

Le terroir comprend aussi une zone importante de *baibohos* et de sols alluvionnaires inondables dans la plaine jusqu'en bordure du lac.

Les 1^{ères} actions de TAFa avec les agriculteurs de ces 2 derniers terroirs ont démarré en saison 2002/03, sous forme de démonstrations sur les parcelles d'environ 1 are par itinéraire.

Cette 1^{ère} campagne a permis aux agriculteurs d'apprécier (**tableaux 13, 14 et 15**) :

- l'effet spectaculaire de l'écobuage sur le rendement des céréales sur collines, avec un simple apport de poudrette de parc ;
- l'intérêt du paillage sur l'enherbement, l'efficacité de l'eau et des engrais, et le rendement des cultures sur collines ;
- le blocage de l'azote sous paillage en début de cycle des céréales ;
- l'effet spectaculaire du paillage sur le rendement et la facilité de récolte du pois de terre à AMPANEFY ;
- l'intérêt d'un apport d'azote et de l'herbicide de pré-levée STOMP à 3 l/ha (matière active: PENDIMETHALINE) pour les céréales sur les *baibohos* à AMBOHIMANGA ;
- la gestion du haricot sur mulch vivant et mort de CYNODON, et ses conséquences sur le rendement à AMPANEFY ;
- la gamme et la qualité des cultures proposées par TAFa en semis direct sur paille de riz en contre-saison sur les *baibohos* à AMBOHIMANGA : dolique, *Vigna umbellata*, niébé à cycle long, vesce, avoine, collection de haricots brésiliens plus performants que le lingot blanc local. Toutes ces espèces préparent le lit du semis direct du riz pluvial la prochaine campagne. Après roulage (petit rouleau à cornières tracté par des bœufs), la biomasse sèche laissée sur le sol en octobre 2003 était de 15 tonnes/ha pour la dolique et le *Vigna umbellata* et 8 tonnes/ha pour la vesce et l'avoine.

- Les performances de certaines variétés de riz brésiliens repiquées après la décrue du lac en saison sèche, dans un secteur (bordure du lac) non cultivé par les paysans d'AMBOHIMANGA habituellement.

Du *Brachiaria ruziziensis* a été bouturé dans des parcelles de manioc et dans des jachères dégradées à AMPANEFY.

Des collections de plantes de couverture ont aussi été installées sur ces terroirs : *Brachiaria humidicola*, *B. brizantha* et *B. ruziziensis*, *Stylosanthes guianensis*, siratro.

Ces premières démonstrations réussies et visitées par l'ensemble des villageois sont de bonne augure pour le développement du semis direct à grande échelle sur ces terroirs dès la prochaine campagne.

A noter aussi une demande forte d'encadrement de TAFE de la part des paysans situés à proximité des sites de référence de MAROLOLO sur *baibohos* à l'Est du Lac, pour pratiquer le semis direct la saison prochaine.

I.4. Les principaux enseignements de 5 années de recherche-action au Lac Alaotra

→ **La technique de l'écobuage** est sans nul doute le moyen le plus efficace pour remonter fortement et très rapidement la fertilité des sols, quel que soit son niveau initial.

Sur les sols sur roches basiques des *tanety*, il permet de maintenir sans engrais en semis direct des niveaux de rendements très élevés durant au moins 5 ans, équivalents à ceux obtenus sur les parcelles non écobuées, fertilisées chaque année.

Sur les sols pauvres du Lac, les rendements des cultures sont très élevés en 1^{ère} année, et baissent régulièrement les années suivantes en semis direct sans apport minéral.

Sur ces sols pauvres, une 1^{ère} solution consiste à partir de la 2^{ème} année (voire 3^{ème} année) à apporter de l'engrais à faible dose pour maintenir les niveaux de production.

Une autre option consiste à alterner dès le départ, dans ces milieux où l'espace n'est pas limité, des soles de cultures et des soles de plantes de couverture vivaces comme le *Stylosanthes guianensis*, le *Pueraria phaseoloïdes* ou le *Brachiaria ruziziensis*. Ces espèces vivaces peuvent rester une ou plusieurs années avant la remise en culture et être pâturées par les animaux. Les légumineuses peuvent être reprises sans apport minéral complémentaire avec des espérances de rendements élevés pour les céréales, pures ou associées. Aucun herbicide n'est nécessaire pour éliminer le *Stylosanthes* (fauche au ras du sol en fin de saison sèche). La reprise du *Brachiaria* suppose par contre un complément azoté sur les céréales, avec nécessité d'apporter environ 50 unités/ha au semis, et 50 unités/ha en cours de végétation dès que la faim d'azote est perceptible (parfois 20 jours après semis pour les riz à cycle court).

Sur les sols pauvres de *tanety*, l'écobuage peut aussi être répété une 2^{ème} fois à partir de la 4^{ème} année après des rotations de cultures en semis direct (écobuage dans l'interligne des anciennes tranchées).

L'écobuage est aussi très intéressant sur les sols organiques des rizières et bas-fonds où l'irrigation est en général mal maîtrisée, sans limitation au niveau de sa fréquence. Il permet en effet de débloquer une grande partie des éléments minéraux piégés sur la matière organique du sol.

→ **Sur les sols « riches » des *tanety***, le semis direct sans écobuage ni apport d'engrais permet de maintenir des niveaux de rendements tout à fait corrects. Il est conseillé sur cet itinéraire d'introduire régulièrement dans les rotations des légumineuses en culture pure, ou associées à du maïs ou du sorgho à peuplement relativement faible.

L'option d'alterner, quand l'espace le permet, des sols de cultures et de plantes de couverture vivaces est aussi très intéressante.

En utilisant de l'engrais, les niveaux de production restent très élevés dans des rotations bien maîtrisées en semis direct.

Dans tous les cas, il est impératif de produire la biomasse dans la parcelle en utilisant des cultures ou des associations ou successions de cultures laissant une forte biomasse sur le sol au moins une année sur 2. Un apport exogène de paille n'est jamais nécessaire.

→ Certaines légumineuses vivaces comme le *Stylosanthes guianensis* et le *Cassia rotundifolia* et les graminées vivaces du genre *Brachiaria* se satisfont de niveau de fertilité très bas.

Installées sur les **sols pauvres des *tanety***, elles peuvent être laissées sur la parcelle plusieurs années et être pâturées par les animaux dès la 2^{ème} année. Cette restauration essentiellement biologique des sols ouvre la voie d'un semis direct de qualité pour la culture qui supposera des niveaux d'intrants relativement faibles ou une reprise par écobuage.

Une autre option très intéressante pour l'agriculteur consiste à installer du manioc en saison sèche et du *Brachiaria ruziziensis* aux premières pluies la campagne suivante, avec les mêmes effets sur la protection et la restauration du sol, mais aussi une augmentation spectaculaire de la production de manioc en quantité comme en qualité.

Le *Brachiaria humidicola*, testé cette année au LAC ALAOTRA et sur les hauts plateaux, supporte le froid et la longue saison sèche des écologies d'altitude, et pourrait comme au Sud-Est malgache, être utilisé pour coloniser les espaces très dégradés.

→ **Sur les *baibohos* et les sols alluvionnaires exondés dans la plaine**, TAFE dispose aujourd'hui d'une gamme de systèmes de culture en semis direct qui, dès la 2^{ème} année après une contre-saison avec des légumineuses volubiles comme la dolique, le *Vigna umbellata*, la vesce, le *Mucuna* ou des céréales comme l'avoine (comme précédent des légumineuses comme le haricot), permet de maintenir des niveaux de production très élevés sans apport minéral. Le maraîchage en contre-saison sur une partie ou la totalité de l'assolement est aussi une option très intéressante pour les agriculteurs. Sur labour en 1^{ère} année, un apport d'azote est nécessaire sur les céréales et l'utilisation d'un herbicide de pré-levée à base de

Pendimethaline, sélectif des céréales et des légumineuses associées, est fortement recommandée.

→ **Dans les rizières où l'irrigation n'est pas contrôlée**, et où l'arrivée de l'eau est en général tardive, le semis de variétés de riz pluviaux comme le FOFIFA 154, ou mieux de variétés brésiliennes poly-aptitudes à cycle relativement court, permet d'améliorer considérablement les productions de paddy dans ces situations où la riziculture irriguée traditionnelle avec repiquage est très dépendante de la pluviométrie de l'année et n'est jamais performante (rendements maximum de 2 tonnes/ha les meilleures années).

* Sur les rizières cultivées en riz irrigué l'année précédente, il est nécessaire pour passer aux itinéraires avec semis, de labourer les parcelles dès la récolte du riz irrigué. Cela permettra de semer les riz pluviaux aux 1^{ères} pluies utiles et ainsi installer une contre-saison précocement dans les meilleures conditions. En 1^{ère} année sur labour, il est fortement recommandé d'apporter de l'azote sur les sols alluvionnaires, de l'azote et du phosphore sur les sols organiques, et d'utiliser un herbicide de pré-levée à base de Pendimethaline couplé, si nécessaire, avec du 2,4 D sel d'amine en post-levée.

En contre-saison, la dolique est recommandée sur les sols alluvionnaires argileux. Sur les autres types de sols, toutes les légumineuses et l'avoine peuvent être installées.

* Sur les rizières laissées en jachère, fréquentes en particulier à l'Est du lac, l'itinéraire le plus intéressant pour démarrer le semis direct du riz est d'installer en fin de saison des pluies précédente une légumineuse volubile qui sera, après récolte, fauchée ou mieux roulée (petit rouleau à cornières tracté par les bœufs).

Sur les jachères à *Cynodon* bien développé, la légumineuse peut être installée en semis direct après pulvérisation de 1 800 g/ha de glyphosate.

Sur les jachères nues ou à *Cynodon* épars, un labour est nécessaire après pulvérisation de 900 g/ha de glyphosate sur les pieds de *Cynodon* présents sur la parcelle, avant le semis de la légumineuse.

Avec ces itinéraires, il est possible d'augmenter très fortement les productions de paddy dans ces situations qui représentent 80 % des rizières du lac, et de fournir un 2^{ème} revenu aux agriculteurs en contre-saison.

→ Les variétés de riz brésiliens poly-aptitudes de cycle moyen peuvent aussi être repiquées dans les **périmètres où l'irrigation est maîtrisée**. Leur potentiel de rendement et leur qualité de grains peuvent procurer, avec des niveaux de fertilisation adaptés, une nette augmentation de la production de riz dans ces périmètres tout en offrant un marché pour l'export intéressant.

→ Les premières actions engagées par TAFE sur plusieurs **terroirs** au LAC ALAOTRA semblent rencontrer l'adhésion immédiate des villageois pour les innovations proposées et les surfaces concernées devraient fortement augmenter en 2003/04. Cela montre la qualité et leur adaptation au contexte local des propositions techniques, et aussi la formidable ouverture au changement des agriculteurs de la région.

Tableau 1 : Prix des intrants (TTC en FMG) utilisés sur les dispositifs, à Antananarivo en septembre 2002

Engrais (le kilo) :	
DAP (phosphate di-ammonique = 18 N - 48 P ₂ O ₅)	3 620
NPK (11N - 22 P ₂ O ₅ - 16 K ₂ O)	3 090
Urée	3 300
KCl (Chlorure de potassium = 60 K ₂ O)	3 180
Dolomie	430
Hyper Barren	1 450
Herbicides (le litre) :	
Roundup (Glyphosate)	50 000
Herbextra (2,4 D)	23 500
Gramoxone (Paraquat)	82 478
Insecticides (le litre) :	
Cypvert 240 (Cypermétrine)	77 000
Régent (Fipronil)	120 000
Traitement de semences (le kilo) :	
Gaucho T45 WS (35 % Imidaclopride + 10 % Thirame)	685 000
Thirame	20 450

Tableau 2 : Données pluviométriques décadaires (en mm) sur les dispositifs de Tanety au Lac Alaotra en 2002-2003.

		Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
Site de Manakambahiny 1158 mm	1ère décade		0	40	87	41	52						
	2ème décade		0	190	195	67	100						
	3ème décade		9	163	164	40	10						
	Total	0	9	393	446	148	162	0	0	0	0	0	0
Site de Marololo 1118 mm	1ère décade		0	8	66	7	25						
	2ème décade		0	115	216	76	110						
	3ème décade		33	236	147	79	0						
	Total	0	33	359	429	162	135	0	0	0	0	0	0

Tableau 3 : Coût des intrants (en milliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture dans les différents milieux. Lac Alaotra

Systèmes de culture	Itinéraires			
	W		SD et SD + E	
	F1	F2	F1	F2
Riz + Niébé Cycle long, Vigna umb., Dolique 2 ^{ème} cycle Maïs + Niébé Cycle long, Vigna umbellata, associés Sorgho + Niébé Cycle long, Vigna umb., Dolique associés	165	1 265	239	1 339
Riz Maïs + Mucuna associés Maïs + jachère naturelle 2 ^{ème} cycle	88	1 188	162	1 262
Riz + Brachiaria Maïs + Brachiaria	-	-	434	1536
Riz + Niébé Cycle court	-	-	200	1 300
Maïs + Stylosanthes, Pueraria, Arachis associés	-	-	274	1 374
Arachide Haricot	2	758	76	832
Niébé Cycle court	40	796	114	870
Niébé Cycle court + Tifton	-	-	190	946
Niébé Cycle long, Vigna umbellata, Dolique	79	835	153	909
Niébé Cycle long, sur Brachiaria	-	-	229	985

Traitements de semences :

- Gaucho sur céréales : 86 000 FMG/ha (base : 50 kg/ha sur riz, 25 kg/ha sur maïs et sorgho)
- Thirame sur légumineuse : 2 000 FMG/ha (base : 20 kg/ha)

Herbicides avant semis en semis direct :

- sur précédent plantes annuelles : 1 l/ha Roundup + 1 l/ha Herbextra : 74 000 FMG/ha
- sur précédent Brachiaria et Tifton : 3 l/ha Roundup + 1,5 l/ha Herbextra : 186 000 FMG/ha.

Fertilisations :

F2 : 72500 FMG/ha sur légumineuses

F2 : 1.100.000 FMG/ha sur céréales

(sur reprise de Brachiaria : F1 = 198 000 FMG/ha, F2 = 1 300 000 FMG/ha)

Insecticides :

- 2 traitements au Cypvert (0,25 l/ha) sur Niébé Cycle court : 38 000 FMG/ha
- 4 traitements en Cypvert (0,25 l/ha) sur Niébé Cycle long, Vigna umbellata, Dolique: 77000 FMG/ha

Tableau 4 : Rendements (en tonne/ha) des cultures sur le dispositif de Marololo – Tanety Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent Cultural	Itinéraires							
		W		SD		SD+E ₉₈		SD+E ₉₉	
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Maïs + <i>Niébé Cycle Long</i>	Dolique	1,22 <i>0,11</i>	2,60 <i>0,26</i>	2,31 <i>0,37</i>	3,74 <i>0,56</i>	3,80 <i>0,66</i>	5,30 <i>0,78</i>	4,37 <i>0,71</i>	5,57 <i>0,89</i>
Maïs + Stylosanthes	Stylo.			2,84	4,66			4,75	6,60
Maïs + Pueraria	Pueraria			2,80	4,57			4,77	6,51
Maïs + Brachiaria ruz.	Brachiaria			2,36	4,27			4,44	6,12
Maïs + Arachis pintoï	Arachis			1,68	3,51			3,28	4,43
Maïs + jachère naturelle	Jachère nat.			1,39	2,72			2,88	3,64
Riz pluvial + <i>Niébé Cycle court</i>	Dolique	1,07	2,38	2,26	3,24	3,19 <i>0,45</i>	3,54 <i>0,56</i>	3,37 <i>0,49</i>	3,81 <i>0,67</i>
Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	Dolique	0,94 <i>0,08</i>	2,33 <i>0,12</i>	2,24 <i>0,31</i>	3,57 <i>0,44</i>	3,48 <i>0,40</i>	3,66 <i>0,51</i>	3,56 <i>0,45</i>	3,84 <i>0,60</i>
Sorgho + <i>Dolique</i>	Dolique			2,19 <i>0,42</i>	3,49 <i>0,56</i>			3,51 <i>0,60</i>	3,88 <i>0,69</i>
Sorgho + <i>Niébé Cycle long</i>	Dolique			2,27 <i>0,48</i>	3,65 <i>0,66</i>			3,48 <i>0,84</i>	3,77 <i>1,06</i>
Arachide	Dolique	0,70	1,17	1,22	1,64			1,48	1,89
Niébé Cycle court + Tifton	Tifton			1,34	1,57			1,52	1,71

Tableau 5 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur Tanety à Marololo. Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Itinéraires							
	W		SD		SD+E ₉₈		SD+E ₉₉	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Riz pluvial (+ Niébé Cycle court) sur écobuage.	1 250	1 787	2 663	2 788	4 822	4 413	5 139	5 003
Maïs + Niébé Cycle Long	1 064	1 413	2 460	2 941	4 319	4 695	4 890	5 164
Maïs + Stylosanthes			1 998	2 354			3 526	3 906
Maïs + Pueraria			1 966	2 282			3 542	3 834
Maïs + Brachiaria ruziziensis			1 454	1 880			3 118	3 360
Maïs + Arachis pintoï			1 070	1 434			2 350	2 170
Maïs + jachère naturelle			950	914			2 142	1 650
Sorgho + Vigna umbellata	787	875	2 328	2 617	3 545	2 864	3 734	3 113
Sorgho + Dolique			2 353	2 573			3 769	3 145
Sorgho + Niébé Cycle Long			2 681	3 099			4 477	4 115
Arachide	1 748	2 167	2 974	3 268			3 624	3 893
Niébé Cycle court + Tifton			2 892	2 665			3 306	2 987

Prix du kilo de grains bord champ au moment des récoltes :

Riz pluvial (paddy) : 1 250 FMG ; Maïs et Sorgho : 800 FMG .

Arachide : 2 500 FMG ; Vigna umbellata : 2 500 FMG ; Niébé : 2 300 FMG ;

Dolique : 2 000 FMG ; Haricot : 2 500 FMG ;

Tableau 6 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures sur le dispositif de Manakambahiny Tanety – Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent Cultural	Fumure	Itinéraires			
			W	SD	SD+E ₉₈	SD+E ₀₂
Maïs + <i>Vigna umbellata</i>	Dolique	F1	0,00 <i>0,00</i>		1,59 <i>0,28</i>	3,12 <i>0,49</i>
		F2	0,39 <i>0,00</i>		2,58 <i>0,48</i>	3,49 <i>0,58</i>
Maïs + Pueraria	Pueraria	F1			1,96	3,26
		F2			2,91	3,58
Maïs + Stylosanthes	Stylosanthes	F1			1,84	3,33
		F2			2,85	3,65
Maïs + Brachiaria ruz.	Brachiaria	F1			1,52	3,20
		F2			2,63	3,51
Riz pluvial	Dolique	F1	0,56		1,45	3,96
		F2	1,31		2,66	4,06
Riz pluvial + Brachiaria ruz.	Brachiaria	F1			1,38	3,67
		F2			2,60	3,95
Niébé Cycle court + Tifton	Tifton	F1			1,38	
		F2			1,67	
Niébé Cycle long	Brachiaria	F1			1,56	
		F2			1,87	
Niébé Cycle court	Dolique	F1	0,31	0,74		
		F2	0,50	1,26		

Tableau 7 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur Tanety à Manakambahiny – Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Itinéraires							
	W		SD		SD+E ₉₈		SD+E ₀₂	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Riz pluvial	612	450			1 650	2 063	4 788	3 813
Riz pluvial + Brachiaria					1 291	1 714	3 566	3 401
Maïs + <i>Vigna umbellata</i>	-165	-953			1 733	1 925	3 482	2 903
Maïs + Pueraria					1 294	954	2 334	1 490
Maïs + Stylosanthes					1 198	906	2 390	1 546
Maïs + Brachiaria					782	568	2 126	1 272
Niébé Cycle Court	673	354	1 588	2 028				
Niébé Cycle court + Tifton					2 984	2 895		
Niébé Cycle court (sur Brachiaria)					3 359	3 316		

Tableau 8 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures sur Baiboho. Marololo – Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent Cultural	Fumure	Itinéraires	
			W	SD
Riz pluvial + <i>Vigna umbellata</i> 2ème cycle	Dolique en saison sèche	F1	3,27 0,45	4,94 0,96
		F2	4,21 0,56	5,58 1,18
Maïs + <i>Vigna umbellata</i> <i>associé</i>	Dolique en saison sèche	F1	3,52 0,11	6,12 0,47
		F2	4,30 0,18	7,09 0,61
Maïs + Mucuna	Dolique en saison sèche	F1		5,92
		F2		6,79
Haricot	Avoine en saison sèche	F1	0,42	1,38
		F2	0,49	1,50
Haricot	Sorgho en saison sèche	F1		1,45
		F2		1,61
Haricot	Mil en saison sèche	F1		1,34
		F2		1,52
Vigna umbellata	Maïs en saison pluvieuse	F1	0,61	1,27
		F2	0,78	1,41
Dolique	Maïs en saison pluvieuse	F1		1,48
		F2		1,63
Niébé Cycle Long	Maïs en saison pluvieuse	F1		0,95
		F2		1,18

Tableau 9 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures sur sols exondés dans la plaine de Marololo - Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent Cultural	Fumure	Itinéraires	
			W	SD
Riz pluvial + <i>Vigna umbellata</i> 2ème cycle	Dolique en saison sèche	F1	2,23 0,00	4,56 0,63
		F2	3,63 0,00	6,00 0,78
Maïs + Mucuna	Mucuna en saison sèche	F1	3,31	5,37
		F2	4,45	6,68
Maïs + <i>Vigna umbellata</i> associé	Dolique en saison sèche	F1		5,44 0,50
		F2		6,56 0,69
Haricot	Dolique en saison sèche	F1	0,55	1,51
		F2	0,63	1,70
<i>Vigna umbellata</i>	Dolique en saison sèche	F1		1,61
		F2		1,76
Dolique	<i>Vigna umbellata</i> en saison sèche	F1		2,16
		F2		2,40
Niébé Cycle long	Mucuna en saison sèche	F1		1,18
		F2		1,45

Tableau 10 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare sur sols exondés dans la plaine de Marololo – Lac Alaotra.

Systèmes de cultures	BAIBOHO				Sol exondé dans la plaine			
	W		SD		W		SD	
	F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2
Riz pluvial + Vigna umbellata 2ème cycle	5 047	5 397	8 336	8 586	2 622	3 272	7 036	7 955
Maïs + Vigna umbellata associé	2 926	2 625	5 832	5 858			5 363	5 634
Maïs + Mucuna			4 574	4 170	2 560	2 372	4 134	4 082
Haricot (précédent avoine)	1 048	467	3 374	2 918				
Haricot (précédent sorgho)			3 549	3 193				
Haricot (précédent mil)			3 274	2 968				
Haricot (précédent Dolique)					1 373	817	3 699	3 418
Vigna umbellata	1 446	1 115	3 022	2 616			3 872	3 491
Dolique			2 807	2 351			4 167	3 891
Niébé Cycle long			2 032	1 805			2 561	2 426

Tableau 11 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en semis direct en rizières mal irriguées – Lac Alaotra

Cultures	Précédent cultural	Fumure	Plaine de Marololo	Vallée Marianina
Riz FOFIFA 154 en saison pluvieuse	. Dolique à Marololo . Vigna Umbellata dans la Vallée Marianina en saison sèche	F1	2,03	1,98
		F2	2,48	3,08
Dolique en saison sèche	Riz	F1	1,61	1,36
		F2	2,08	2,15
Vigna umbellata en saison sèche	Riz	F1	1,88	1,01
		F2	2,32	1,36
Niébé Cycle Long en saison sèche	Riz	F1	0,51	0,38
		F2	0,67	0,50

Tableau 12 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture en semis direct sur rizières mal irriguées – Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Plaine de Marololo		Vallée Marianina	
	F1	F2	F1	F2
Riz FOFIFA 154 + Vigna umbellata 2ème cycle	6 998	7 561	4 761	5 911
Riz FOFIFA 154 + Dolique 2ème cycle	5 518	5 921	4 956	6 811
Riz FOFIFA 154 + Niébé Cycle Long 2ème cycle	3 471	3 302	3 110	3 661

Tableau 13 : Rendements moyens (en tonnes/ha) obtenues sur les parcelles de démonstration (1 are par itinéraire) sur les Tanety du terroir d'Ampanefy.

Cultures	Itinéraires						Nombre de parcelles
	W		W+P			W+P+E	
	F0	F2	F0	F1	F2	F0	
Riz pluvial B22	1,34	2,58	1,06	1,76	3,27		7
	1,26					3,92	2
Pois de terre	1,34		2,56				3
Haricot (Lingot blanc) en semis direct sur mulch vivant de Cynodon (Fo) : 1,72 t /ha							2
Haricot (Lingot blanc) en semis direct sur mulch mort de Cynodon (Fo) : 1,63 t /ha							1

F0 = 5 t/ha de fumier

F1 = F0 + 80 N

F2 = F0 + 80N – 66 P₂O₅ – 54 K₂O

W : Travail du sol

W+P : Travail du sol + Paillage

W+P+E : Travail du sol + Paillage + Ecobuage en 2002

Tableau 14 : Rendements moyens (en tonnes/ha) obtenus sur les parcelles de démonstration (1 are par itinéraire) sur le terroir d'Ambohimanga – Lac Alaotra.

Milieu	Cultures	Itinéraires						Nombre de parcelles	
		W			W+P				W+P+E
		F0	F1	F2	F0	F1	F2		F0
Tanety	Maïs IRAT 200	2,17		3,24	1,86	2,88	4,21		3
		2,33						5,20	2
	Riz pluvial B22	1,79		2,87	1,56	2,24	3,67		3
Baiboho	Maïs IRAT 200	3,27	5,18	5,37					3
	Riz pluvial B22	2,53	3,61	3,90					3
	Dolique en saison sèche	2,68							1
	Vigna umbellata en saison sèche	1,76							1
	Niébé Cycle Long en saison sèche	0,77							1

F0 : 5 t/ha de fumier sur Tanety ; pas de fumure sur Baiboho

F1 : F0 + 80 N

F2 : F0 + 80 N - 66 P₂O₅ - 54 K₂O

W : Travail du sol

W+P : Travail du sol + Paillage

W+P+E : Travail du sol + Paillage + Ecobuage en 2002

Tableau 15 : Résultats obtenus en saison sèche sur les collections de cultures installées sur le terroir d'Ambohimanga. Lac Alaotra.

Milieu	Cultures	Variétés	Rendements (tonnes/ha)
Baiboho	Haricot en semis direct sur paille de riz	IAPAR 16	2,45
		CARIOCA	2,24
		IAPAR 20	2,16
		IAPAR 44	2,11
		TARUMA	2,06
		RUBI	1,96
		LINGOT BLANC (local)	1,78
		EMGOPA OURO	1,73
Rizière en bordure du lac	Riz de décrue repiqué (le 6/09/03)	GIFA 33	4,32
		BSL 2000	3,89
		YM 65	3,85
		8 FA 281-2	3,44
		1285 (local)	1,58
		YM 101	1,25
		AGRONORTE 147	1,25

CULTURES EN DEBUT DE VEGETATION EN SEMIS DIRECT SUR TANETY – LAC ALAOTRA



Riz pluvial sur mulch de
dolique à Manakambahiny

Maïs sur :
- mulch mort de
Pueraria (1^{er} plan)
- mulch vivant
d'*Arachis pintoï*
(2^{ème} plan) à Marololo



CULTURES SUR TANETY A MAROLOLO – LAC ALAOTRA



Mais associé au Vigna umbellata
sans fertilisation :
- sur labour en 1^{er} plan
- en semis direct
et sur écobuage de 1998 en 2^{ème} plan.

Sorgho (IRAT 203)
associé à la dolique
en semis direct sans fertilisation
sur écobuage de 1998.



CULTURES SUR TANETY A MANAKAMBAHINY – LAC ALAOTRA



Riz pluvial avec et sans fertilisation
- sur labour (1^{er} plan)
- en semis direct et écobuage de 2002 (2^e plan)

Maïs en semis direct et sur écobuage de 1998 avec et sans fertilisation sur mulch de *Pueraria*.

En 1^{er} plan :
Pueraria de 15 mois



CULTURES SUR TANETY A MANAKAMBAHINY – LAC ALAOTRA



Niébé à cycle court sur
mulch vivant de Tifton

*Stylosanthes
guianensis* de 15 mois



CULTURES SUR BAIBOHO A MAROLOLO – LAC ALAOTRA



Riz pluvial avec et sans fertilisation sur labour (1^{er} plan) et en semis direct (2^e plan)

Mucuna en avril 2003 après la récolte du maïs associé.



CULTURES EN RIZIERE DANS LA VALLEE MARIANINA – LAC ALAOTRA



Riz pluvial
(FOFIFA 154)
avec ou sans engrais
en semis direct
sur mulch de vesce.

Etat du profil cultural en septembre 2003
sous végétation de vesce



CULTURES DES AGRICULTEURS SUR LES TERROIRS – LAC ALAOTRA



Manioc associé au
Brachiaria ruziziensis.
Terroir d'Anandrode

Roulage de la dolique
en octobre 2003
pour le semis du riz.
Baiboho du terroir
d'Ambohimanga.



II. LES RESULTATS AU SUD-EST

II.1. La pluviométrie en 2002/2003

Elle a été particulièrement élevée cette année (**tableau 16**) aussi bien en saison pluvieuse (2000 mm en moyenne d'octobre à mars) qu'en contre-saison (1200 mm en moyenne d'avril à septembre). Les mois de janvier, février, mars et mai ont été particulièrement arrosés. Les cultures n'ont souffert d'aucun déficit en eau durant les 2 campagnes.

Par contre, on enregistre un excès d'eau dans 2 situations :

- dans les bas-fonds, que ce soit sur le site nouvellement ouvert à MAROFARIHY (2,5 ha dans l'ancien centre semencier de la plaine d'AMBILA), que dans le petit bas-fond étroit drainé insuffisamment par une association de paysans d'ANKEPAKA en 2001. Les rendements du riz pluvial dans ces bas-fonds sont très faibles cette année (inférieurs à 1 tonne/ha). Il aurait cependant été tout à fait possible d'éviter cet excès d'eau de début de cycle très préjudiciable au riz pluvial, si les semis avaient été effectués comme prévu en septembre 2002 (2,7 t/ha de paddy sans engrais en 2001/02 dans le bas-fond d'ANKEPAKA en semis précoce). La succession de chefs d'antenne incompetents de Tafa à MANAKARA en 2002/03 explique ces déviations par rapport aux itinéraires recommandés. Un drainage poussé de ces 2 bas-fonds a été effectué en contre-saison 2003 sous l'égide de BRL, qui devrait éliminer à l'avenir les risques d'excès d'eau, en particulier pour les cultures sèches de contre-saison (niébé, *Mucuna* ...).
- sur les sols hydromorphes des collines d'ANKEPAKA pour les cultures de contre-saison, qui ont particulièrement souffert en début de cycle en mai (pluviométrie de 520 mm).

Sur les collines, les semis de saison ont été effectués le 6 et 7 décembre à MANANJARY et du 16 au 25 décembre à MANAKARA.

II.2. Les résultats sur les sites de référence installés sur collines

Les itinéraires de préparation des parcelles et de semis sont identiques à ceux des années précédentes. Trois niveaux de fertilisation sont appliqués à chaque système de culture en 1^{er} cycle :

- Fo : pas de fertilisation,
- F1 : 22 N – 58 P₂O₅ – 30 K₂O au semis
et 46 N en végétation sur le riz,
- F2 : 50 N – 86 P₂O₅ – 45 K₂O au semis
et 46 N en végétation sur le riz.

Le prix des intrants utilisé dans les évaluations économiques correspond au prix à ANTANANARIVO en septembre 2002 (**tableau 1**), majoré du coût du transport jusqu'à MANAKARA (300 FMG/kilo).

II.2.1. Les résultats sur les sols pauvres à ARISTIDA

→ Les écobuages, effectués en 1998 à ANKEPAKA et en 1999 à FARAONY, avaient eu peu d'effet sur la restauration de la fertilité des sols. Ils ont été repris sur ces sites en contre-saison 2002 (le même protocole prévu sur le site d'AMBALAPAISSO à MANANJARY n'a pas été suivi).

Dans ces milieux où l'horizon fertile est peu épais (entre 8 et 15 cm), la profondeur des tranchées n'atteint jamais 20 centimètres (profondeur recommandée pour l'écobuage) et la quantité de combustible (paille d'*Aristida*) qu'elles peuvent recevoir est insuffisante pour assurer une combustion suffisante de la matière organique du sol (cas des écobuages effectués en 1998 et 1999).

La technique utilisée en 2002 consiste à apporter plus de combustible en le faisant dépasser de la tranchée. On obtient, une fois la terre de l'horizon fertile rabattue sur les tranchées, de véritables billons qui s'affaissent jusqu'au niveau initial du sol lors de la combustion.

Les résultats obtenus avec cette technique sont alors très satisfaisants puisque les rendements du riz en semis direct sans apport d'engrais sont de 1,8 t/ha sur les sols hydromorphes très organiques d'ANKEPAKA et de 1,6 t/ha sur les sols très dégradés de FARAONY (**tableau 18**). Le niébé à cycle court associé au riz en saison pluvieuse à FARAONY produit 500 kg/ha sur cet itinéraire et procure un revenu supplémentaire conséquent.

Par contre, sur les parcelles écobuées en 2002 mais labourées depuis 1998, les rendements du riz à ANKEPAKA sont très faibles sans apport d'engrais (de l'ordre de 300 kg/ha) et incomparables à ceux des parcelles en semis direct depuis 5 ans. Sur cet itinéraire, le niébé à cycle long de 2^{ème} cycle n'a rien produit (**tableau 19**).

→ Sur les parcelles non écobuées, les productions de riz sans apport d'engrais et des cultures de 2^{ème} cycle sont nuls sur labour sur tous les sites (**tableaux 18 et 19**), et faibles en semis direct (inférieurs à 500 kg/ha pour le riz et à 300 kg/ha sur le niébé de 2^{ème} cycle).

Avec une fertilisation minérale, les rendements du riz sont très corrects : entre 2,2 et 3,2 tonnes/ha en fonction du site, du niveau de fertilisation et du précédent cultural. A ANKEPAKA, le précédent *Pueraria* de contre-saison procure des meilleurs rendements du riz que le précédent *Brachiaria humidicola* ; il sera nécessaire la campagne prochaine de mieux gérer le problème de faim d'azote du riz en début de cycle sur précédent *Brachiaria*.

Ces rendements sont toujours très supérieurs à ceux obtenus sur les parcelles labourées et fertilisées qui fluctuent entre 0,6 et 1,3 tonnes/ha.

→ Sur les parcelles écobuées en 2002 et fertilisées, les différences de rendements du riz sont plus faibles entre les 2 niveaux de fertilisation appliqués à ANKEPAKA. Les productions de paddy atteignent 3,5 tonnes/ha à ANKEPAKA et 2,85 t/ha à FARAONY et celle du niébé associé au riz en 1^{er} cycle 0,7 tonne/ha à FARAONY. Sur ces parcelles, les rendements du niébé à cycle long en contre-saison augmentent de 30 à 50 % par rapport au semis direct non écobué, mais restent relativement faibles (inférieurs à 0,5 tonne/ha). TAFI ne possède pas actuellement de variétés de niébé réellement adaptées à ces milieux dans cette écologie en contre-saison ; la dolique donne de meilleurs résultats malgré une sensibilité beaucoup plus

forte à l'excès d'eau que le niébé. Les meilleures productions de niébé en 2^{ème} cycle sont obtenues à AMBALAPAIISO (0,65 tonne/ha).

→ Les marges nettes (**tableau 20**) sont très faibles (inférieures à 330 000 FMG/ha) voire négatives, quel que soit le niveau de fertilisation sur les parcelles travaillées non écobuées. Elles ne dépassent pas un million de FMG/ha à ANKEPAKA sur écobuage et labour.

Ces marges sont par contre très intéressantes sur les parcelles écobuées en 2002 sans fertilisation : 3,7 millions de FMG/ha à FARAONY et 2,5 millions de FMG/ha à ANKEPAKA avec de la dolique en 2^{ème} cycle ; elles sont parfois très proches, comme à ANKEPAKA, de celles dégagées en semis direct sans écobuage avec une fertilisation moyenne.

Les marges nettes les plus élevées sont atteintes sur écobuage de 2002 avec une fertilisation moyenne : 5 millions de FMG/ha à FARAONY et 3,6 millions de FMG/ha à ANKEPAKA avec de la dolique en 2^{ème} cycle.

Sans écobuage, la fertilisation forte est bien valorisée en semis direct avec des marges qui fluctuent entre 2,8 et 3,2 millions de FMG/ha suivant les sites.

II.2.2. Les résultats sur les sols « riches » sur basaltes

→ Les productions de riz et des cultures de 2^{ème} cycle sont encore très élevées (**tableaux 18 et 19**) en semis direct cette année sur le **site d'AMBATOFOTSY** (défriche de jachère à bambous en 1998), et supérieures quel que soit le niveau de fertilisation à ceux des années précédentes. Les rendements augmentent donc en semis direct après une année de *Mucuna* (homogénéisation des parcelles durant la crise politique de 2002) et son équivalents sur les parcelles écobuées ou non en 1998.

Sur le même précédent cultural, les rendements du riz sur labour sont très proches de ceux de 2000/01 (aucune amélioration par le *Mucuna*), et ceux des cultures de 2^{ème} cycle très faibles pour ce milieu (inférieurs à 200 kg/ha).

En semis direct sans fertilisation, les productions de paddy sont de 1,8 tonne/ha et celles du niébé et de la dolique de 2^{ème} cycle fluctuent entre 0,7 et 0,9 tonne/ha. Les marges nettes atteignent 4,2 millions de FMG/ha avec la dolique en 2^{ème} cycle (220 000 FMG/ha sur labour).

Sur les parcelles fertilisées en semis direct, les rendements sont proches de 4 tonnes/ha pour le riz et se situent entre 1,3 et 1,6 tonnes/ha pour la culture de 2^{ème} cycle.

Les marges nettes sont alors très proches sur les 2 niveaux de fertilisation et atteignent 7,2 millions de FMG/ha avec de la dolique en 2^{ème} cycle. Elles ne dépassent pas 530 000 FMG/ha sur labour (**tableaux 17 et 20**).

A noter la faim d'azote importante du riz en début de cycle sur mulch de *Brachiaria ruziziensis* en semis direct sans fertilisation (rendement du riz de 0,6 tonne/ha), compensée par la fertilisation forte ; l'apport azoté de la fertilisation moyenne est par contre insuffisant.

→ Sur le **site d'ANDASY** ouvert en 2000/01 sur défrichement sans brûlis de recrues forestiers, et homogénéisé en *Mucuna* en 2002, les rendements du riz sont très corrects : 1,65 tonnes/ha sans fertilisation et 2,8 tonnes/ha avec une fertilisation moyenne (**tableau 18**), malgré un développement assez faible du *Mucuna* en contre-saison 2002.

Les productions du niébé et de la dolique de 2^{ème} cycle (**tableau 19**) sont par contre moyennes (entre 0,35 et 0,6 tonne/ha).

Les marges nettes (**tableau 20**) sont de 3 millions de FMG/ha sans fertilisation et 3,7 millions de FMG/ha avec apport d'engrais.

II.3. Les principaux enseignements de 5 années de recherche-action au Sud-Est

→ Comme au LAC ALAOTRA, la **technique de l'écobuage** permet de remonter très rapidement la fertilité de tous les sols des collines de la région, et peut être aussi pratiquée sur les sols organiques des bas-fonds s'ils sont suffisamment drainés.

La quantité de combustible utilisée doit être la même quel que soit l'épaisseur de l'horizon fertile, ce qui suppose, sur les sols peu épais et très pauvres des collines à aristida, de faire « déborder » le combustible de la tranchée d'écobuage. S'il est bien réalisé, l'écobuage permet de produire sans engrais sur les sols les plus pauvres actuellement inexploités par les agriculteurs des rendements de paddy de 1,5 à 2 tonnes/ha en 1^{ère} année.

→ **Sur les sols sur basaltes les plus riches de la région** (jachères à bambous à MANANJARY par exemple), le semis direct dans des systèmes avec riz en saison pluvieuse et légumineuses volubiles (niébé à cycle long, dolique, *Mucuna*) en contre-saison, efface après quelques années l'effet de l'écobuage, même sur les parcelles non fertilisées.

Sous ces recrues forestiers, tous les sols sur roches basiques n'ont pas la même fertilité initiale et les techniques de restauration et de maintien de la fertilité doivent être modulées en conséquence. L'effet de l'écobuage sera plus durable sur les sols moins riches où le taux de matière organique est cependant élevé.

En semis direct, ces sols sur basaltes valorisent bien un apport d'engrais et il est possible d'y pratiquer une agriculture très productive, avec un revenu pour l'agriculteur sur 2 cycles culturaux qui peut atteindre 7 millions de FMG/ha.

Il n'est donc pas du tout irréaliste dans ces milieux d'apporter en 1^{ère} année une fertilisation minérale relativement forte (avec NPK et dolomie), qui sera diminuée d'année en année dans les systèmes de culture bien gérés en semis direct.

→ **Le défrichement de recrues forestiers** doit être effectué **sans brûlis**, afin de conserver toute la fertilité emmagasinée durant plusieurs années sous ces couverts d'espèces arbustives et arborées.

Les plus gros arbres sont annelés à la base et meurent sur pied. Les petits arbres et les arbustes sont coupés et seuls les troncs et les plus grosses branches sont débardées.

Cette technique laisse une biomasse végétale sur le sol dans laquelle il est difficile de semer du riz la 1^{ère} année. Il est alors conseillé d'installer pendant 1 an des légumineuses volubiles annuelles comme le *Mucuna* (2 cycles dans l'année) ou vivaces comme le *Pueraria* (reprise nécessaire avec un herbicide). Ces légumineuses vont « digérer » les débris végétaux laissés sur le sol et apporteront une quantité d'azote importante au riz pluvial installé en semis direct l'année suivante.

→ **Dans toutes les situations rencontrées sur les collines**, il est impératif de conserver ou de créer une biomasse importante à la surface du sol, en particulier sur les glacis.

On trouve, sur les sols non cultivés sur basaltes, en dehors des recrues forestiers, des jachères composées de *Stenotaphrum*, de *Panicum*, d'*Imperata* ... Les techniques traditionnelles qui consistent à décaper et à brûler cette flore native sont extrêmement érosives. La reprise de ces jachères en semis direct avec un herbicide total à base de GLYPHOSATE permet de contrôler totalement l'érosion et de conserver l'excellent profil cultural créé par ces graminées vivaces durant plusieurs années. Une bonne gestion de la faim d'azote des céréales sous mulch de graminées est indispensable si on reprend ces jachères en fin de saison sèche. Une alternative plus intéressante consiste à installer en semis direct en MARS/AVRIL une légumineuse volubile à cycle long (niébé, dolique, *Mucuna* ...), dont l'apport d'azote profitera à la céréale la saison suivante.

Toutes les autres cultures peuvent être produites dans ces milieux sans travail du sol : manioc, arachide, pois de terre ... en ayant le souci d'installer durant le cycle cultural ou après la récolte, des espèces capables de couvrir et protéger le sol et de fournir une biomasse importante.

Sur les parcelles déjà cultivées après brûlis par les agriculteurs sur basaltes, les processus érosifs sur les glacis, même après un seul cycle de riz pluvial, sont déjà destructeurs. Il est impératif de couvrir ces sols au plus vite. Des plantes comme le *Brachiaria humidicola* ont la capacité de coloniser très rapidement ces espaces par leurs stolons et de les restaurer (restructuration, recharge en carbone, relance de la vie biologique) par leurs systèmes racinaires extrêmement puissants. Une technique particulièrement intéressante pour les agriculteurs consiste à installer en contre-saison, juste après la récolte du riz, du manioc associé à du *Brachiaria humidicola*. Cette association permet d'augmenter fortement la production du manioc, tout en protégeant le sol et en fournissant un fourrage de qualité pour l'alimentation des animaux.

La même association peut être proposée aux paysans qui ont déjà installé leurs champs de manioc, traditionnellement en 2^{ème} année après une campagne de riz pluvial.

Le *Brachiaria humidicola*, comme les jachères naturelles herbacées, pourra être repris après quelques années avec un herbicide total pour installer du riz pluvial en semis direct en saison,

ou mieux une légumineuse annuelle alimentaire (niébé, dolique) ou de couverture (*Mucuna*) en contre-saison.

Durant les quelques années précédant la mise en culture, le *Brachiaria humidicola* peut être associé à une légumineuse vivace comme le *Stylosanthes guianensis* (semis à la volée dans le *Brachiaria* en cours de développement), et fournir un pâturage de qualité pour les animaux, avec un enrichissement du sol en azote par la légumineuse profitable au *brachiaria* et aux cultures qui suivront.

. Sur les jachères à *Aristida* des sols très pauvres de la région, toute la biomasse d'*Aristida* doit être conservée sur les parcelles lors de la mise en culture. L'*Aristida* peut être éliminée avec un herbicide total (Glyphosate) ou être décapé à l'*angady*. Sur les collines en demi-orange, il est recommandé de ne cultiver dans un 1^{er} temps que les plateaux relativement plats où le décapage de l'*Aristida* a peu de conséquences sur les processus érosifs.

Les glacis, en général très érodés, doivent être colonisés par des plantes à stolons puissants, comme le *Brachiaria humidicola* qui pourra être associé, quand il aura commencé à couvrir le sol, à une légumineuse vivace comme le *Stylosanthes guianensis* ou le *Cassia rotundifolia*, et ainsi fournir un pâturage de qualité pour les animaux.

Contrairement à l'*Aristida* qui se développe par touffes et dans lequel l'érosion reste intense, le *Brachiaria humidicola* couvre totalement le sol. La restauration de la fertilité est alors rapide sur les glacis où les processus érosifs ne s'exercent plus. Des arbres fruitiers, ou des arbres pour le bois de chauffe ou d'œuvre, comme l'*Acacia mangium* qui se comporte bien dans ces milieux, peuvent être installés dans le *Brachiaria* ; leur développement est beaucoup plus rapide que dans l'*Aristida*, et les risques de destruction par les feux de brousse sont nuls si le pâturage est bien géré. Ces glacis pourront être mis en culture après quelques années de présence de *Brachiaria* associé aux légumineuses.

Sur les jachères à *Aristida* hydromorphes de la frange côtière de faible modelé, et sur les plateaux des collines en demi-orange, la culture du riz pluvial est tout à fait possible sur mulch d'*Aristida* en remontant la fertilité par l'écobuage ou un apport d'engrais, ou mieux l'association des deux. Suivant le niveau d'intensification, les rendements fluctuent entre 1,5 et 3,5 tonnes/ha dès la 1^{ère} année. Là encore, un apport important d'engrais (NPK et dolomie) la première année est un investissement qui peut être rapidement valorisé. En 2^{ème} cycle après la récolte du riz pluvial, les légumineuses annuelles testées jusqu'à ce jour par TAFE (niébé, dolique, *Mucuna* ...) donnent dans ces milieux des résultats assez moyens et fournissent une biomasse faible. Il est préférable actuellement d'utiliser des plantes vivaces rustiques comme le *Stylosanthes guianensis*, le *Pueraria phaseoloïdes* et le *Brachiaria humidicola* sur les sols hydromorphes, et le *Stylosanthes g.*, le *Pueraria p.*, le *Cassia rotundifolia* et le *Brachiaria ruziziensis* sur les plateaux des collines en demi-orange. Dans ces espaces vides, il est possible de laisser ces espèces un an ou plus (pâturage pour les animaux). Cette option d'alterner soles de cultures et soles de plantes fourragères vivaces est certainement la plus intéressante et la moins onéreuse dans ces milieux aujourd'hui inexploités, qui représentent un potentiel énorme sur toute la côte Est pour l'alimentation des hommes et des animaux.

→ **Le drainage des petits bas-fonds étroits de la région**, représentés sur toute la côte Est, permet de passer d'une riziculture irriguée très aléatoire et peu productive (toxicité ferreuse sur le riz), à une agriculture en semis direct intensive et totalement sécurisée. Il faut semer le

riz tôt en septembre pour une récolte en décembre/janvier avant l'arrivée des cyclones, fréquents dans la région en février. Après ressuyage du sol en avril/mai, il est possible dans un milieu bien drainé d'installer des légumineuses à cycle court comme la variété de niébé DAVID ou le *Mucuna*. Une autre option consiste à semer une légumineuse vivace comme le *Pueraria phaseoloïdes*, bien adaptée à l'hydromorphie, en dérobé assez tôt dans le riz.

Après drainage du bas-fond, un labour en contre-saison est nécessaire en 1^{ère} année avant d'installer le riz, après fauche et brûlis de la flore aquatique si le bas-fond n'est pas cultivé. Il est recommandé la 1^{ère} année d'effectuer un écobuage ou d'apporter de l'engrais complet, et de pulvériser un herbicide de pré-levée à base de Pendiméthaline, et du 2,4 D sol d'amine en post-levée si nécessaire.

L'apport d'engrais peut être modulé les années suivantes en semis direct en fonction du développement des cultures de contre-saison et du rendement espéré. Les riz brésiliens polyaptitudes peuvent en effet donner des productions très élevées dans ces milieux, équivalentes voire supérieures à celles de la riziculture irriguée avec maîtrise de l'eau.

→ **Dans les grandes plaines aménagées pour la riziculture irriguée**, il n'est pas rare de voir les riz totalement détruits lors des passages des cyclones de fin janvier à mi-mars. Il est tout à fait possible de sécuriser totalement cette riziculture en installant les 2 cycles de riz irrigués en dehors de cette période, et en utilisant des variétés de riz à cycle relativement court (115 à 125 jours) non photosensibles, comme les variétés brésiliennes qui se comportent bien en repiquage. Le 1^{er} cycle est effectué d'avril à juillet et le deuxième de septembre à décembre. Cette alternative très prometteuse devrait être testée rapidement chez les agriculteurs par les partenaires de diffusion, en particulier la société BRL dans les périmètres comme ceux d'AMBILA.

Tableau 16 : Données pluviométriques (en mm) sur les dispositifs du Sud-Est en 2002-2003

		Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
Site de Sakoana Manakara 3043 mm	1ère décade	0	28	221	219	228	38	176	180	1	17	113	8
	2ème décade	4	18	130	65	38	212	46	288	79	34	0	24
	3ème décade	27	27	91	110	318	75	25	0	114	57	29	3
	TOTAL	31	73	442	394	584	325	247	468	194	108	142	35
Site d'Ankepaka Manakara 3498 mm	1ère décade	3	32	210	185	220	30	267	190	1	21	104	27
	2ème décade	9	21	133	62	40	408	43	288	20	86	2	20
	3ème décade	28	33	75	140	283	92	44	45	247	65	13	11
	TOTAL	40	86	418	387	543	530	354	523	268	172	119	58
Site de Faraony Manakara 2761mm	1ère décade	9	27	82	115	160	38	150	181	0	35	95	20
	2ème décade	0	63	98	23	96	197	30	239	33	80	3	50
	3ème décade	14	119	50	73	310	75	32	35	118	58	23	30
	TOTAL	23	209	230	211	566	310	212	455	151	173	121	100
Site de Marofariny Manakara 4128 mm	1ère décade	0	38	284	244	156	40	200	180	33	63	28	20
	2ème décade	0	54	196	17	54	285	40	240	148	80	66	95
	3ème décade	0	171	131	101	371	104	30	38	479	50	22	70
	TOTAL	0	263	611	362	581	429	270	458	660	193	116	185
Site d'Ambatofotsy Mananjary 1984 mm	1ère décade	4	30	140	65	35	78	75	50	15	65	30	0
	2ème décade	23	56	92	56	30	71	45	60	31	111	96	0
	3ème décade	29	37	138	95	0	141	0	20	80	75	111	0
	TOTAL	56	123	370	216	65	290	120	130	126	251	237	0

Tableau 17 : Coûts des intrants (en milliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture sur collines au Sud-Est.

1er cycle	2ème cycle	W et W + E			SD et SD + E		
		F0	F1	F2	F0	F1	F2
Riz Précédent : Brachiaria humidicola	Niébé Cycle Long Dolique	165	1 172	1 635	415	1 422	1 885
Riz + Pueraria Précédent : Pueraria	Pueraria	-	-	-	351	1 358	1 821
Riz Précédent : Mucuna	Niébé Cycle Long Dolique	165	1 172	1 635	239	1 246	1 709
Riz Précédent : Brachiaria ruziziensis	Niébé Cycle Long Dolique	165	1 172	1 635	315	1 322	1 785
Riz + Niébé Cycle court Précédent : Brachiaria ruziziensis	Niébé Cycle Long Dolique	-	-	-	355	1 362	1 825

Traitements des semences :

- Gaucho sur riz : 86 000 FMG/ha (base 50 kg/ha de semences)
- Thirame sur légumineuses : 2 000 FMG/ha (base 20 kg/ha de semences)

Herbicides avant semis en semis direct :

- Sur précédent plantes annuelles : 1 l/ha Roundup + 1 l/ha Herbextra : 74 000 FMG/ha
- Sur précédent Brachiaria humidicola : 5 l/ha Roundup : 250 000 FMG/ha
- Sur précédent Pueraria : 3 l/ha Roundup + 1,5 l/ha Herbextra : 186 000 FMG/ha
- Sur précédent Brachiaria ruziennis : 3 l/ha Roundup : 150 000 FMG/ha

Fertilisations sur riz en 1^{er} cycle :

- F1 : 1 007 000 FMG/ha
- F2 : 1 470 000 FMG/ha

Insecticides en végétation :

- 2 traitements au Cypvert (0,25 l/ha) sur niébé cc. de 1^{er} cycle : 38 000 FMG/ha
- 4 traitements au Cypvert (0,25 l/ha) sur légumineuses de 2^{ème} cycle : 77 000 FMG/ha.

Tableau 18 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en 1^{er} cycle au Sud-Est.

Systèmes de culture	Technique	Manakara						Mananjary						
		Ankepaka			Faraony		Andasy		Ambatofotsy			Ambalapaiso		
		F0	F1	F2	F0	F1	F0	F1	F0	F1	F2	F0	F1	F2
Riz (B22) Précédent : Brachiaria humidicola	W	0,00	1,16	1,33										
	SD	0,51	2,52	3,21										
	W+E	0,32	1,74	1,88										
	SD+E	1,83	3,28	3,42										
Riz (B22) + Pueraria Précédent : Pueraria	SD	0,61	3,18	3,42										
	SD+E	2,08	3,38	3,55										
Riz (B22) Précédent : Mucuna	W								0,31	1,16	1,39			
	SD						1,64	2,76	1,83	3,70	3,96			
	SD+E								1,76	3,62	3,91			
Riz (B22) Précédent : Brachiaria Ruziziensis	W				0,00	1,20						0,00	0,61	0,84
	SD				0,27	2,36			0,61	3,16	3,88	0,54	2,21	2,68
	SD+E											0,61	2,13	2,57
Riz (B22) + <i>Niébé Cycle court</i> Précédent : Brachiaria Ruziziensis	SD+E				1,56 0,49	2,83 0,67								

W = Travail du sol ; **SD** = Semis Direct ; **SD + E** = Semis Direct et Ecobuage effectué en 1999 à Mananjary, en 1999 et 2002 à Manakara.

F0 = pas de fertilisation

F1 = 68 N – 57 P₂O₅ – 30 K₂O

F2 = 97 N – 86 P₂O₅ – 45 K₂O

Tableau 19 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en 2^{ème} cycle sur collines au Sud-Est.

Culture	Technique	Manakara						Mananjary						
		Ankepaka			Faraony		Andasy		Ambatofotsy			Ambalapaiso		
		F0	F1	F2	F0	F1	F0	F1	F0	F1	F2	F0	F1	F2
Niébé cycle long	W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,10	0,16	0,00	0,00	0,00
	SD	0,06	0,25	0,28	0,15	0,28	0,36	0,54	0,71	1,31	1,38	0,28	0,54	0,66
	W+E	0,00	0,00	0,00										
	SD+E	0,17	0,30	0,37	0,31	0,44			0,76	1,33	1,30	0,33	0,50	0,63
Dolique	W											0,00	0,05	0,08
	SD						0,44	0,60	0,86	1,54	1,60	0,34	0,61	0,58
	SD+E	0,24	0,41	0,48	0,43	0,56			0,80	1,57	1,57	0,30	0,58	0,67

Tableau 20 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur collines au Sud-Est.

Systèmes de culture		Technique	Manakara						Mananjary						
			Ankepaka			Faraony		Andasy		Ambatofotsy			Ambalapaiso		
1er cycle	2ème cycle		F0	F1	F2	F0	F1	F0	F1	F0	F1	F2	F0	F1	F2
Riz	Niébé Cycle long	W	-165	278	27	-165	328			222	528	428	-165	-409	-585
		SD	372	2 353	2 827	172	2 328	2 711	3 554	3 823	6 654	6 691	1 060	2 790	3 215
		W+E	235	1 003	715										
		SD+E	2 297	3 428	3 315					3 861	6 604	6 428	1 272	2 590	3 002
Riz	Dolique	W										-165	-284	-385	
		SD						2 911	3 704	4 198	7 229	7 241	1 210	2 965	3 015
		SD+E	2 472	3 703	3 590					3 961	7 204	7 103	1 197	2 790	3 102
Riz + Pueraria	Pueraria	SD	411	2 617	2 454										
		SD+E	2 249	2 803	2 616										
Riz + Niébé Cyc. court	Niébé Cycle long	SD+E				3 390	4 655								
Riz + Niébé Cyc. court	Dolique	SD+E				3 690	4 955								

Prix du kilo de grains bord champ au moment des récoltes :

En mars/avril : Riz pluvial (paddy) : 1 250 FMG ; Niébé : 2 000 FMG.

En septembre / octobre : Niébé – Dolique : 2 500 FMG.

RIZ PLUVIAL SUR JACHERES A ARISTIDA A MANAKARA



En semis direct sans engrais à Ankepaka
- sans écobuage (1^{er} plan)
- avec écobuage de 2002 (2^e plan)

En semis direct avec une fertilisation moyenne sur écobuage de 2002 à Faraony.



RIZ PLUVIAL AVEC ET SANS ENGRAIS A AMBATOFOTSY – MANANJARY

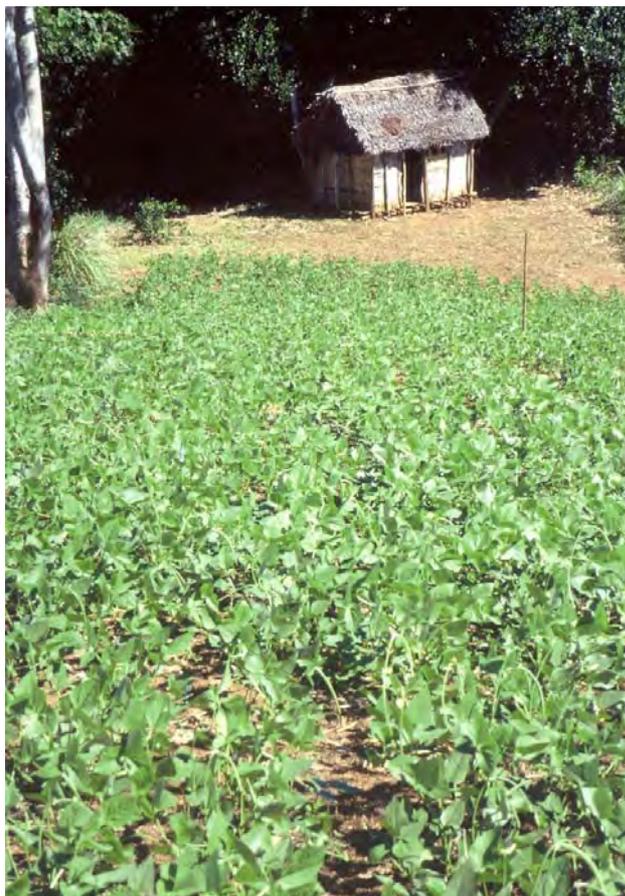


Sur labour



En semis direct

NIEBE A CYCLE LONG EN CONTRE-SAISON A AMBATOFOTSY – MANANJARY



Après riz pluvial sur labour

Après riz pluvial en semis direct



RIZ PLUVIAL AVEC ET SANS ENGRAIS A AMBALAPAISSO – MANANJARY



Sur labour

En semis direct



DEFRICHEMENT SANS BRULIS A ANDASY II – MANAKARA



Juste après le défrichage en octobre 2002

Mucuna en végétation en février 2003



BRACHIARIA HUMIDICOLA SUR ARISTIDA A FARAONY – MANAKARA



Brachiaria âgé
de 2 ans

Brachiaria h. âgé de 4 mois après décapage
de l'*Aristida* à l'angady



III. LES RESULTATS DANS LA REGION DE MORONDAVA

III.1. La pluviométrie durant la saison 2002/03

Elle a été relativement élevée pour la région durant cette campagne, puisqu'elle fluctue suivant les sites entre 815 et 1130 mm entre novembre et mars (**tableau 21**).

Tous les semis ont été effectués la 2^{ème} quinzaine de décembre. Les cultures n'ont subi aucun stress hydrique durant tout le cycle cultural.

III.2. Les résultats sur les *monkas*

Les itinéraires de préparation du sol et de semis sont les mêmes que les années précédentes, excepté pour le sorgho où la variété BF80 a été remplacée par la variété IRAT203.

Trois ou quatre niveaux de fertilisation sont appliqués aux systèmes de culture :

- Fo : pas de fertilisation,
- F1 (sur un site) : 5 tonnes/ha de poudrette de parc et pelletisation des semences à l'Hyper Barren,
- F2 : 23 N – 62 P₂O₅ – 36 K₂O au semis
et 46 N en végétation sur les céréales,
- F3 : F2 + 5 tonnes/ha de poudrette de parc.

Le prix des intrants utilisé dans les évaluations économiques est celui d'ANTANANARIVO en septembre 2002 (**tableau 1**), majoré du coût du transport jusqu'à MORONDAVA (350 FMG/kilo).

III.2.1. Les résultats sur les sols ferrugineux tropicaux à MAROFANDILIA

Comme les trois campagnes précédentes, le maïs, le sorgho, et le *Vigna umbellata* ne produisent pas ou très peu (rendements inférieurs à 220 kg/ha) sur labour sans fertilisation, et les rendements du riz pluvial sont nuls sur les parcelles travaillées quel que soit le niveau de fumure (**tableaux 23, 25 et 32**).

Seule l'arachide, le niébé et le manioc donnent encore des productions après 5 années de rotations sur sol travaillé. Avec engrais, les rendements de toutes les cultures baissent chaque année sur labour et ne dépassent pas cette campagne 1,9 t/ha pour le maïs et 0,8 t/ha pour le sorgho.

Les rendements augmentent par contre par rapport à l'année précédente, quel que soit le niveau de fumure, en semis direct avec et sans écobuage (**tableaux 23, 25 et 32**).

Sans fumure sur les parcelles en semis direct non écobuées, les productions fluctuent suivant les sites entre :

- 1,4 et 2,5 t/ha pour le maïs et 0,5 et 0,9 t/ha pour le niébé associé,
- 0,7 et 1,4 t/ha pour le sorgho et 0,3 t/ha pour le *Vigna umbellata* associé,
- 2,3 t/ha pour l'arachide,
- 1,3 t/ha pour le riz pluvial,
- 0,65 t/ha pour le sésame.

L'apport de fumier associé à la pelletisation des semences augmentent les rendements de 10 à 35 % suivant les cultures, avec un effet plus prononcé sur le maïs et les légumineuses associées aux céréales.

L'effet de l'écobuage effectué en 1999 est encore très net à bas niveau d'intrants, avec des gains de rendement de 20 % pour le maïs ; il s'atténue dès que le niveau de fertilisation augmente.

A ANDRANOVAO en zone Sud, les productions de manioc augmentent de 50 % au semis direct et de 100 % sur écobuage par rapport à celles des parcelles labourées (**tableau 32**) ; le rendement du niébé associé au manioc est multiplié par 3 à 5 en semis direct.

Avec fertilisation, les rendements en semis direct sont très élevés pour ces milieux et fluctuent entre 3 et 4,4 t/ha pour le maïs, 1,6 à 2,5 t/ha pour le sorgho, 2,1 et 2,4 t/ha pour le riz pluvial. Un apport de fumier en complément de l'engrais est surtout profitable au maïs.

A part le *Vigna umbellata* associé au sorgho, les légumineuses pures ou associées répondent peu à l'apport d'engrais.

A noter le blocage d'azote en début de cycle du maïs en semis direct sur mulch de *Brachiaria ruziziensis*, atténué mais non compensé par l'écobuage ; un apport azoté plus important au semis est nécessaire sur cet itinéraire.

Le meilleur précédent du maïs est le SIRATRO, légumineuse vivace qui se pérennise durant toute la saison sèche.

L'espacement entre les lignes joue énormément sur la production du *Vigna umbellata* associé (**tableau 30**). Il est préférable d'installer cette association en semant 2 lignes de sorgho (espacées de 0,5 m) tous les 2 mètres, et en laissant ainsi un espace suffisant au *Vigna umbellata* pour assurer son plein développement. Les rendements de la légumineuse augmentent ainsi, quel que soit le niveau de fertilisation, de 100 à 150 % suivant la variété de sorgho utilisée, par rapport à un semis de sorgho classique à espacement de 1 mètre.

Les rendements du sorgho, ainsi que la biomasse totale produite (jusqu'à 20 tonnes/ha de matière sèche) n'en sont pas affectés.

Les marges nettes (**tableau 30**), compte tenu du prix de vente très attractif du *Vigna umbellata*, augmentent fortement : de 50 à 60 % avec la variété de sorgho IRAT 203, de 70 à 100 % avec le BF 80 de plus grande taille.

A noter les productions très supérieures de la variété IRAT 203 par rapport au BF 80 de type guinea, qui atteignent 3,5 t/ha sur les meilleurs itinéraires sur précédent niébé de 2001/02. La marge nette est alors de 5,3 millions de FMG/ha.

Les biomasses sèches laissées sur le sol enregistrées en octobre 2003 (**tableaux 30 et 31**) sont très élevées en semis direct dans les associations céréales-légumineuses (multipliées par 2 en moyenne par rapport au labour), et atteignent sur les meilleurs itinéraires 15 tonnes/ha pour le maïs associé au niébé et 20 t/ha pour le sorgho associé au *Vigna umbellata*.

Les marges nettes (**tableaux 22, 24, 26 et 30**) les plus élevées sont dégagées en semis direct par l'association du maïs et du niébé fertilisé (entre 3 et 4,7 millions de FMG/ha suivant les sites), l'arachide sans engrais (entre 4,3 et 5,2 millions de FMG/ha) et le sorgho IRAT 203 à fort espacement associé au *Vigna umbellata* avec fertilisation (5,3 millions de FMG/ha). Elles peuvent atteindre 4,3 millions de FMG/ha avec une fumure essentiellement organique sur écobuage pour l'association du maïs et du niébé.

Sur labour, les marges sont faibles (inférieures à 1,3 millions de FMG/ha) voir négatives (riz pluvial, sorgho et *Vigna umbellata*) excepté pour l'arachide qui dégage une marge de 2,7 millions de FMG/ha, deux fois plus faible que sur semis direct.

III.2.2. Les résultats à MAHABO

Sur ces sols moins battants et plus organiques, les rendements des cultures (**tableau 27**) sur labour sont plus élevés que sur les sables roux, mais baissent là encore d'année en année quel que soit le niveau de fertilisation. Ils ne dépassent pas 1,8 t/ha pour le maïs (0,45 t/ha pour le niébé associé), 1 t/ha pour l'arachide et le sorgho (0,35 t/ha pour le *Vigna umbellata* associé) et 0,5 t/ha pour le riz pluvial.

Les productions sont multipliées par 2 à 4 en semis direct suivant la culture et le niveau d'intensification, augmentent par rapport à la campagne précédente, et atteignent sans écobuage 4,3 t/ha pour le maïs, 2,3 t/ha pour le sorgho, l'arachide et le riz pluvial, 0,7 à 0,9 t/ha pour les légumineuses associées aux céréales.

L'effet du fumier en complément de l'engrais est encore net sur le maïs cette année.

L'effet de l'écobuage s'atténue d'année en année.

Les marges nettes (**tableau 29**) les plus élevées sont là encore dégagées par l'association maïs-niébé avec engrais (3,8 et 4,4 millions de FMG/ha) et l'arachide quel que soit le niveau de fertilisation (3,2 à 3,6 millions de FMG/ha). Sans engrais sur écobuage, les marges des céréales associées aux légumineuses se situent à un niveau intéressant (entre 3,1 et 3,6 millions de FMG/ha).

III.3. Les résultats sur les sols exondés dans la plaine au croisement BELO

Les itinéraires de préparation du sol et le semis sont identiques à ceux de l'année précédente, excepté pour le sorgho où la variété BF 80 est remplacée par l'IRAT 203. Les niveaux de fertilisation sont les mêmes que sur les *monkas*.

Les rendements sur labour cette année sont en général plus faibles mais assez proches de ceux de la campagne précédente. Ils augmentent par contre assez fortement en semis direct sans fertilisation (de 25 % à 50 % suivant les cultures). Les productions (**tableau 28**) en semis direct sont là encore de 2 à 4,5 fois supérieures à celles sur labour. L'effet de l'écobuage effectué en 1999 est encore net sur le maïs, en particulier sur les parcelles non fertilisées (gain

de rendement de 34 % par rapport au seul semis direct). Les rendements en semis direct sont très élevés sur ce site : jusqu'à 4,5 t/ha pour le riz pluvial, 2,1 t/ha pour l'arachide, et 1,8 t/ha pour le sorgho (et 0,9 t/ha pour le *Vigna umbellata* associé). Les marges nettes (**tableau 29**) les plus élevées sont dégagées en semis direct sur écobuage et sans engrais pour toutes les cultures pures ou associées : entre 2,2 millions de FMG/ha pour le riz pluvial et 5,7 millions de FMG/ha pour le maïs associé au niébé.

III.4. Les résultats en rizières

Les rendements du riz en semis direct sans irrigation sur le site ouvert en 1999 au croisement BELO sont encore très élevés cette année, même sans apport d'engrais : entre 3,75 et 4,4 tonnes/ha (**tableau 33**).

Les mêmes résultats sont obtenus sur les 5 hectares installés depuis 2 ans en semis direct par les agriculteurs autour du site de TAFE, avec des productions qui se situent entre 3,2 et 4 tonnes/ha sur précédent légumineuses (le *Vigna umbellata* était le plus représenté).

Le meilleur précédent de contre-saison pour le riz est encore cette année la dolique.

Les 3 variétés brésiliennes de riz à cycle court testées cette année ont des rendements de 7 à 10 % plus élevés que la variété de riz pluvial FOFIFA 154 et pourraient supporter des niveaux d'engrais plus importants.

Les productions (**tableaux 34**) des légumineuses installées en contre-saison sur un autre site proche de MORONDAVA (le site ouvert depuis 1999 au croisement Belo a dû être abandonné suite aux problèmes rencontrés avec le propriétaire des terrains) sont élevées (entre 1,7 et 2,2 t/ha) et le profil cultural en octobre 2003 était excellent pour le semis direct du riz la saison prochaine.

Les biomasses sèches (**tableau 34**) de ces légumineuses en novembre 2003 étaient de 7 à 15 tonnes/ha.

III.5. Les principaux enseignements de 5 années de recherche-action dans le MENABE

→ La flore naturelle des jachères sur **les sols ferrugineux tropicaux** est composée principalement de *Brachiaria* et de *Cenchrus*. Ces graminées vivaces restructurent bien le sol, le rechargent en carbone, et fournissent une biomasse importante en fin de saison sèche en l'absence de feux de brousse.

Ces conditions sont excellentes pour démarrer le semis direct en éliminant ces graminées soit avec un herbicide total, soit en décapant la partie superficielle du sol en saison sèche et en conservant la biomasse sur la parcelle. Avec ces itinéraires, toutes les cultures sont possibles, alors qu'elles sont limitées à l'arachide et au manioc sur ces sols très battants dès qu'ils sont travaillés après brûlis, comme c'est le cas traditionnellement.

. **Sans engrais**, toutes les légumineuses, le manioc, le sorgho et le sésame peuvent être installés sur un sol bien structuré et couvert. Dans ces espaces vides, il est possible de ne cultiver qu'une année et le choix des cultures n'a alors pas d'importance si la parcelle doit retourner en jachère l'année suivante. Dans certaines cultures, on peut alors installer en dérobé une plante vivace comme le *Brachiaria ruziziensis*, le *Cenchrus ciliaris*, le siratro, le *Stylosanthes guianensis* ou le *Stylosanthes hamata*, pour accélérer la reconstitution de la jachère l'année suivante.

Si l'objectif est par contre de cultiver la parcelle plusieurs années, il est nécessaire de choisir les systèmes de culture qui fourniront une biomasse conséquente en fin de saison sèche, et surtout éviteront que le profil cultural ne se referme durant la saison pluvieuse.

C'est le cas des légumineuses à cycle long comme la dolique, le *Vigna umbellata*, le niébé, que l'on peut associer au sorgho (variété de type guinea comme le BF 80) dont le peuplement doit être suffisamment lâche pour permettre un excellent développement de la légumineuse. C'est aussi le cas du manioc s'il est associé à du *Brachiaria ruziziensis* ou aux *Stylosanthes guianensis* ou *hamata*. On peut aussi installer en dérobé en février dans l'arachide, des plantes comme les mils ou les sorghos non photosensibles, ou de l'*Eleusine coracana* qui finiront leur cycle en saison sèche. Dans tous les cas, il est nécessaire d'installer au moins une année sur 2 un système de culture possédant des enracinements puissants et fournissant une forte biomasse. A partir de la 3^{ème} année de rotations culturales bien gérées en semis direct, la culture du maïs sans engrais devient possible. Il est alors conseillé de l'associer à une légumineuse volubile et de limiter son peuplement à 20 000 pieds/ha (semis en poquets à 1 m x 1 m et 2 graines par poquet).

Le maïs donne dans ces conditions des rendements avoisinant 1,5 tonnes/ha, supérieurs à ceux obtenus par les agriculteurs sur défriche-brûlis de forêt.

. **En utilisant de l'engrais**, toutes les céréales peuvent être cultivées dès la 1^{ère} année : maïs, sorgho à haut potentiel comme l'IRAT 203, riz pluvial sur une petite partie de l'assolement pour assurer les besoins de la famille (la pluviométrie peut être limitante pour le riz pluvial dans la région). Le peuplement du maïs et du sorgho peut alors être augmenté (40 000 pieds/ha), en conservant un espace suffisant entre lignes pour assurer un bon développement de la légumineuse associée, en particulier pour le *Vigna umbellata*. Les rendements des cultures associées peuvent alors être très élevés. Avec des productions de maïs supérieures à 3 tonnes/ha sur les *monkas*, les agriculteurs n'auraient plus besoin de défricher et brûler la forêt pour installer le maïs, comme c'est le cas actuellement.

Une gestion sans brûlis dans les *monkas* permettrait d'y remettre des arbres fruitiers (manguiers, anacardiens, goyaviers ...) ou des arbres pour le bois de chauffe ou d'œuvre comme les *Acacia mangium* ou *auriculiformis*, le *Gmelina arborea*, qui poussent très bien dans cette écologie. Ces derniers, installés tous les 0,5 m, peuvent aussi former des clôtures efficaces pour limiter la divagation des animaux et assurer un rôle de brise-vent particulièrement important pour les cultures présentes en saison sèche.

Ces clôtures ouvriraient la voie d'une gestion raisonnée des pâturages, à base de graminées comme les *Brachiarias* et les *Cenchrus* associées à des légumineuses comme le siratro et les *Stylosanthes*.

L'installation de pare-feux assez large en début de saison sèche (fauche et brûlis de la flore naturelle alors qu'elle est encore verte alentour) est un excellent moyen pour protéger les espaces à mettre en valeur en semis direct.

Dans le cas le plus défavorable où les feux sont passés sur les parcelles, le semis direct est encore envisageable sur les sols bien structurés. Cela suppose par contre impérativement l'utilisation d'un herbicide total pour détruire les repousses des graminées natives, pour conserver le profil cultural qui serait rapidement dégradé par les outils de travail du sol. Il est aussi nécessaire d'utiliser des systèmes de culture qui couvrent rapidement le sol, comme par exemple les associations des céréales avec des légumineuses volubiles, si l'objectif est de cultiver les parcelles plusieurs années.

Le maïs n'est cultivé dans le Menabe que sur défriche-brûlis de forêts et les surfaces emblavées chaque année sont estimées à 6 000 hectares.

On peut limiter cette déforestation en proposant aux agriculteurs des **défrichements sans brûlis** qui permettraient, en conservant toute la fertilité initiale, de stabiliser ces agriculteurs de manière durable sur les défrichements actuels. Des plantes comme la dolique peuvent alors être installées en semis direct en 1^{ère} année ; cette légumineuse annuelle volubile à cycle très long peut digérer en 1 an tous les débris végétaux laissés par le défrichement. Tous les systèmes de culture déjà décrits peuvent alors être pratiqués en semis direct les campagnes suivantes sur un sol de bonne fertilité initiale.

→ **Dans les espaces vides non irrigables** qui couvrent des surfaces importantes à l'aval du barrage de la DARARA, les mêmes systèmes de culture en semis direct que sur les *monkas* peuvent être pratiqués, avec la sécurité d'une alimentation en eau non limitante pour les cultures. Les rendements des cultures sont plus stables et plus élevés que sur les *monkas*, et le riz pluvial peu être cultivé sans risque. Ces espaces sont aussi d'excellents milieux pour installer des pâturages de qualité.

→ **Dans les rizières mal irriguées** très présentes dans la région, et où un seul cycle de riz irrigué est possible, la gestion en semis direct de variétés de riz pluviaux ou mieux de variétés de riz poly-aptitudes brésiliens, suivi d'une légumineuse volubile à cycle long (dolique, *Vigna umbellata*, *Mucuna*) en contre-saison, permet d'augmenter considérablement la production du riz et le revenu des agriculteurs par rapport au seul riz irrigué repiqué souvent tardivement. Les rendements du riz peuvent être de 4 tonnes/ha et celui des légumineuses alimentaires en 2^e cycle supérieurs à 2 tonnes/ha. Les marges nettes atteignent 10 millions de FMG/ha, et sont supérieures à celles dégagées par 2 cycles de riz irrigué là où l'irrigation est contrôlée, avec un coût du travail beaucoup plus faible.

Les variétés poly-aptitudes de riz brésiliens peuvent aussi être repiquées et remplacer avantageusement les variétés actuellement utilisées en riziculture irriguée par les agriculteurs, de par leur potentiel de rendement plus élevé et leur qualité de grains. Elles valorisent aussi beaucoup mieux un apport d'engrais que les variétés traditionnelles.

Tableau 21 : Données pluviométriques (en mm) sur les dispositifs de Morondova en 2002 – 2003.

		Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.
Site de Marofandilia 815 mm	1ère décade		0	9	47	129	102						
	2ème décade		5	23	94	21	24						
	3ème décade		8	19	133	97	104						
	Total	0	13	51	274	247	230	0	0	0	0	0	0
Site de Mahabo 1010 mm	1 ^{ère} décade	0	0	15	60	37	14						
	2ème décade	0	15	57	32	47	130						
	3ème décade	14	5	87	246	191	60						
	Total	14	20	159	338	275	204	0	0	0	0	0	0
Sites sur rizières 1103 mm	1 ^{ère} décade		0	0	98	28	2						
	2ème décade		11	17	21	24	17						
	3ème décade		8	19	361	413	84						
	Total	0	19	36	480	465	103	0	0	0	0	0	0
Sites en zone sud 1130 mm	1ère décade	0	0	4	30	61	27						
	2ème décade	0	5	23	55	38	70						
	3ème décade	12	25	70	249	391	70						
	Total	12	30	97	334	490	167	0	0	0	0	0	0

Tableau 22 : Coûts des intrants (en milliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture sur sols exondés – Morondava.

Systèmes de culture	Fumures	Gestion du sol	
		W	SD et SD+E
Maïs + Niébé Cycle long Sorgho + Vigna umbellata Sorgho + Niébé Cycle long Sorgho + Dolique	F0 et F1	165	239
	F2 et F3	1 265	1 339
Maïs + Niébé Cycle long (Précédent : Maïs+Siratro)	F0 et F1		275
	F2 et F3		1 375
Maïs + Niébé Cycle long (Précédent : Sorgho+ Brachiaria)	F0 et F1		315
	F2 et F3		1 415
Arachide Sésame	F0 et F1	2	76
	F2 et F3	730	884
Riz pluvial	F0 et F1	86	160
	F2 et F3	1 186	1 260

Traitements des semences :

- Gaucho sur céréales : 86 000 FMG/ha
- Thirame sur légumineuses et Sésame : 2 000 FMG/ha

Herbicides avant semis en semis direct :

- sur précédent plantes annuelles : 1 l/ha Roundup + 1l/ha Herbextra : 74 000 FMG/ha
- sur précédent Brachiaria ruziziensis : 3l/ha Roundup : 150 000 FMG/ha
- sur précédent Siratro : 1,5 l/ha Roundup + 1,5 l/ha Herbextra : 110 000 FMG/ha

Fertilisations :

F2 et F3 = 728 000 FMG/ha sur légumineuse et Sésame
1 100 000 FMG/ha sur céréales

Insecticides en végétation :

4 traitements au Cypvert (0,25 l/ha) sur niébé CL., Dolique, Vigna umbellata : 77 000 FMG/ha

Tableau 23 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) sur ouverture de jachère de 2 ans en 1998 – Marofandilia – Morondava.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fumures			
			F0	F1	F2	F3
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Arachide	W	0,00 <i>0,22</i>	0,00 <i>0,37</i>	1,34 <i>0,39</i>	1,88 <i>0,40</i>
		SD	1,44 <i>0,82</i>	1,69 <i>1,12</i>	3,73 <i>1,10</i>	4,19 <i>1,05</i>
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Maïs + Siratro	SD	1,62 <i>0,86</i>	1,86 <i>1,16</i>	3,85 <i>1,17</i>	4,23 <i>1,00</i>
		SD+E	1,99 <i>0,92</i>	2,19 <i>1,18</i>	3,93 <i>1,15</i>	4,41 <i>0,96</i>
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Sorgho + Brachiaria	SD	0,74 <i>0,95</i>	0,87 <i>1,20</i>	3,06 <i>1,28</i>	3,51 <i>1,25</i>
		SD+E	1,24 <i>1,02</i>	1,52 <i>1,23</i>	3,50 <i>1,19</i>	4,13 <i>1,16</i>
Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	Riz pluvial	W	0,12 <i>0,00</i>	0,17 <i>0,00</i>	0,67 <i>0,07</i>	0,81 <i>0,07</i>
		SD	1,41 <i>0,26</i>	1,56 <i>0,36</i>	2,21 <i>0,51</i>	2,45 <i>0,51</i>
Arachide	Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	W	1,21	1,35	1,33	1,30
		SD	2,33	2,64	2,56	2,51
Arachide (paysan)	Arachide	W	0,29			
Riz pluvial	Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	W	0,00	0,00	0,00	0,00
		SD	1,30	1,41	2,15	2,39

W = travail du sol **SD** = Semis direct sans apport de paille complémentaire
SD + E = Semis direct et écobuage effectué en 1999.

Tableau 24 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur ouverture de jachère de 2 ans en 1998. Marofandilia. Morondava.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fumures			
			F0	F1	F2	F3
Maïs + Niébé Cycle long	Arachide	W	385	760	782	1 239
		SD	2 963	3 913	4 395	4 638
Maïs + Niébé Cycle long	Maïs + Siratro	SD	3 171	4 113	4 630	4 509
		SD + E	3 617	4 352	4 684	4 553
Maïs + Niébé Cycle long	Sorgho + Brachiaria	SD	2 652	3 381	4 233	4 518
		SD + E	3 227	3 976	4 360	4 789
Sorgho + Vigna umbellata	Riz pluvial	W	-69	-29	-554	-442
		SD	1 539	1 909	1 704	1 896
Arachide	Sorgho + Vigna umbellata	W	2 418	2 698	1 930	1 870
		SD	4 584	5 204	4 236	4 136
Arachide (paysan)	Arachide	W	580			
Riz pluvial	Maïs + Niébé Cycle long	W	-86	-86	-1 186	-1186
		SD	1 140	1 250	890	1 130

Prix du kilo de grains bord champ au moment des récoltes :

Maïs et Sorgho : 800 FMG

Arachide : 2 000 FMG

Riz pluvial : 1 000 FMG

Niébé et Vigna umbellata : 2 500 FMG

Dolique : 2 200 FMG

Tableau 25 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) dans la « Station SAFCO » Marofandilia – Morondava.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fumures		
			F0	F2	F3
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Arachide	W	0,22 <i>0,20</i>	1,21 <i>0,27</i>	1,23 <i>0,31</i>
		SD	1,36 <i>0,67</i>	3,16 <i>0,75</i>	3,54 <i>0,70</i>
	Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	SD	1,25 <i>0,72</i>	3,07 <i>0,81</i>	3,38 <i>0,80</i>
Sorgho + <i>Niébé Cycle long</i>	Arachide et soja	SD	0,82 <i>0,56</i>	1,66 <i>0,68</i>	1,68 <i>0,72</i>
Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	Arachide et sésame	SD	0,78 <i>0,33</i>	1,66 <i>0,46</i>	1,70 <i>0,58</i>
Sorgho + <i>Dolique</i>	Riz pluvial	SD	0,69 <i>0,43</i>	1,61 <i>0,56</i>	1,66 <i>0,67</i>
Arachide	Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	W	1,06	1,24	1,28
		SD	2,24	2,39	2,35
	Sorgho + <i>Dolique</i>	SD	2,33	2,43	2,40
	Sorgho + <i>Niébé Cycle long</i>	SD	2,19	2,28	2,30
Riz pluvial	Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	SD	1,30	1,65	1,83
Sésame	Sorgho + <i>Dolique</i>	SD	0,65	0,94	1,06

W = travail du sol

SD = Semis direct sous apport de paille complémentaire.

Tableau 26 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture dans la « station SAFCO ». Marofandilia. Morondava.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fumures		
			F0	F2	F3
Maïs + Niébé Cycle long	Arachide	W	511	378	542
		SD	2 524	3 064	3 243
	Sorgho + Vigna umbellata	SD	2 561	3 142	3 365
Sorgho + Niébé Cycle long	Arachide et soja	SD	1 817	1 689	1 805
Sorgho + Vigna umbellata	Arachide et sésame	SD	1 210	1 139	1 471
Sorgho + Dolique	Riz pluvial	SD	1 259	1 181	1 463
Arachide	Maïs + Niébé Cycle long	W	2 118	1 750	1 830
		SD	4 404	3 896	3 816
	Sorgho + Dolique	SD	4 584	3 976	3 916
	Sorgho + Niébé Cycle long	SD	4 304	3 676	3 716
Riz pluvial	Maïs + Niébé Cycle long	SD	1 140	390	570

Tableau 27 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) à Mahabo. Morondava

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fumures		
			F0	F2	F3
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Arachide	W	0,56 <i>0,24</i>	1,28 <i>0,36</i>	1,79 <i>0,45</i>
		SD	2,28 <i>0,68</i>	3,96 <i>0,81</i>	4,29 <i>0,79</i>
		SD+E	2,45 <i>0,77</i>	4,12 <i>0,87</i>	4,68 <i>0,79</i>
Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	Riz pluvial	W	0,35 <i>0,22</i>	0,91 <i>0,28</i>	1,04 <i>0,34</i>
		SD	1,45 <i>0,72</i>	2,21 <i>0,65</i>	2,33 <i>0,61</i>
		SD+E	1,51 <i>0,86</i>	2,19 <i>0,80</i>	2,40 <i>0,80</i>
Arachide	Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	W	0,79	0,95	1,04
		SD	1,66	2,15	2,22
		SD+E	1,70	1,77	1,78
Riz pluvial	Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	W	0,00	0,35	0,48
		SD	1,27	2,01	2,19
		SD+E	1,36	1,98	2,23

W = Travail du sol **SD** = Semis Direct sans apport de paille complémentaire

SD + E = Semis direct et écobuage effectué en 1999

Tableau 28 : Rendements de cultures (en tonnes/ha) sur sol exondé dans la plaine Croisement Belo. Morondava

Systèmes de culture	Précédent cultural	Technique	Fertilisations	
			F0	F2
Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	Arachide	W	0,48 <i>0,46</i>	2,04 <i>0,54</i>
		SD	2,24 <i>1,36</i>	3,68 <i>1,41</i>
		SD+E	3,00 <i>1,43</i>	4,47 <i>1,37</i>
Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	Riz pluvial	W	0,53 <i>0,22</i>	1,06 <i>0,36</i>
		SD	1,59 <i>0,83</i>	1,77 <i>0,80</i>
		SD+E	1,66 <i>0,88</i>	1,81 <i>0,80</i>
Arachide	Sorgho + <i>Vigna umbellata</i>	W	1,06	1,21
		SD	1,93	2,09
		SD+E	2,09	2,12
Riz pluvial	Maïs + <i>Niébé Cycle long</i>	W	0,07	0,41
		SD	2,22	2,66
		SD+E	2,31	2,74

W = Travail du sol **SD** = Semis Direct sans apport de paille complémentaire

SD + E = Semis direct et écobuage effectué en 1999.

Tableau 29 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture à Mahabo et sur sol exondé au croisement Belo. Morondava.

Systèmes de culture	Technique	Mahabo			Sol exondé Croisement Belo	
		F0	F2	F3	F0	F2
Maïs + Niébé Cycle long	W	883	659	1 292	1 369	1 717
	SD	3 285	3 854	4 068	4 953	5 130
	SD+E	3 646	4 132	4 380	5 736	5 662
Sorgho + Vigna umbellata	W	665	163	417	809	483
	SD	2 721	2 066	2 050	3 108	2 077
	SD+E	3 119	2 413	2 581	3 289	2 109
Arachide	W	1 578	1 170	1 350	2 118	1 690
	SD	3 244	3 416	3 556	3 784	3 296
	SD+E	3 324	2 656	2 676	4 104	3 356
Riz pluvial	W	-86	-836	-706	-16	-776
	SD	1 110	750	930	2 060	1 400
	SD+E	1 200	720	970	2 150	1 480

Tableau 30 : Rendements, marges nettes et biomasses du sorgho et du Vigna umbellata associés, en fonction de la variété de sorgho et de l'itinéraire de semis. Marofandilia. Morondava.

Systèmes de culture	Itinéraires de semis	Rendements (en tonnes/ha)			Marges nettes (en milliers de FMG/ha)			Biomasses (tonnes/ha de MS en Août 2003)		
		F0	F2	F3	F0	F2	F3	F0	F2	F3
Sorgho IRAT 203 + <i>Vigna umbellata</i>	Itinéraire 1	1,61	3,05	3,47						
		0,46	0,71	0,77	2 199	2 876	3 362	9,0	16,8	18,2
	Itinéraire 2	1,48	2,84	3,39						
		1,01	1,38	1,56	3 470	4 383	5 273	8,1	17,9	19,0
Sorgho BF 80 + <i>Vigna umbellata</i>	Itinéraire 1	1,53	2,36	2,58						
		0,35	0,56	0,50	1 860	1 949	1 975	10,6	19,4	20,3
	Itinéraire 2	1,45	2,30	2,46						
		0,86	1,23	1,35	3 071	3 576	4 004	12,7	18,5	19,1

Itinéraire 1 : Sorgho semé sur 1 ligne tous les mètres ; Vigna umbellata semé sur 1 ligne entre deux lignes de sorgho.

Itinéraire 2 : Sorgho semé sur 2 lignes espacées de 0,5 m tous les 2 mètres.
Vigna umbellata semé sur 2 lignes espacées de 0,5 m entre 2 lignes de sorgho.

Tableau 31 : Biomasses (en tonnes/ha de matière sèche en octobre 2003) de différents systèmes de culture sur sols exondés. Morondava.

Systèmes de culture	Technique	"Jachère 2 ans" Marofandilia				Station SAFCO Marofandilia			Mahabo			Sol exondé Croisement Belo	
		F0	F1	F2	F3	F0	F2	F3	F0	F2	F3	F0	F2
Maïs + Niébé Cycle long	W	2,7	3,2	6,2	7,6	4,3	5,8	6,0	4,9	6,4	7,8	4,5	6,6
	SD	7,9	8,7	11,7	12,9	7,4	9,3	10,2	9,1	12,4	13,0	9,7	12,5
	SD+E	9,3	10,1	12,5	13,8				10,3	13,6	14,7	11,8	15,2
Sorgho + Vigna umbellata	W	3,5	4,7	8,1	9,6				5,2	10,6	11,3	5,8	11,1
	SD	9,7	11,8	18,5	19,4	8,5	16,8	17,7	12,4	19,1	19,6	12,9	18,3
	SD+E								13,8	19,7	20,2	14,6	18,5
Sorgho + Dolique	SD					7,0	16,1	17,0					
Sorgho + Niébé Cycle long	SD					7,6	14,9	16,0					
Arachide	W	1,6	1,9	1,8	2,1								
	SD	2,2	2,9	2,9	3,4								

Tableau 32 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) sans fumure à Andranovao. Morondava

Systèmes de culture	ITINERAIRES		
	W	SD	SD+E
Maïs + <i>Niébé cycle long</i>	0,35 <i>0,08</i>	2,51 <i>0,45</i>	2,46 <i>0,52</i>
Manioc + <i>Niébé cycle court</i>	3,75 <i>0,21</i>	5,63 <i>0,75</i>	7,48 <i>0,98</i>
Arachide	1,31	2,14	2,06
Sorgho (1) + <i>Dolique</i>	- <i>0,45</i>	- <i>0,67</i>	- <i>0,72</i>

(1) Sorgho détruit par les oiseaux avant maturité des grains

W = Travail du sol

SD = Semis direct sans apport de paille complémentaire

SD + E = Semis direct et écobuage effectué en 1999

Tableau 33 : Rendements du riz (en tonnes/ha) en semis direct en rizières. Croisement Belo. Morondava.

Variété de riz	Précédent cultural en saison sèche 2002	Fertilisations	
		F0	F1
Fofifa 154	Dolique	4,12	4,43
	Mucuna	3,95	4,51
	Niébé Cycle long	3,74	4,31
	Vigna umbellata	3,86	4,34
Agronorte 182	Vigna umbellata	4,37	4,82
Agronorte 147		4,23	4,66
YM 94		4,25	4,51

F0 = pas de fertilisation

F1 = 100 kg/ha d'urée en végétation

Tableau 34 : Rendements et biomasses des légumineuses installées en semis direct sans fertilisation en saison sèche sur jachère à Cynodon d'un an. Rizière inondable en février/mars proche de Morondava.

Cultures	Rendements (en tonnes/ha)	Biomasses (en tonnes/ha de M.S. en novembre 03)
Dolique	2,15	11,8
Vigna umbellata	2,09	15,4
Niébé Cycle long	1,69	6,7
Mucuna	-	8,2

CULTURES SUR LES « monkas » A MAROFANDILIA – MORONDAVA



Arachide, sorgho
et sésame en semis
direct.
Station SAFCO.

Sorgho (BF80) associé
au *Vigna umbellata*
« Jachère 2 ans »



ETAT DE LA VEGETATION DU SORGHO ASSOCIE A DES PLANTES VIVACES EN SAISON SECHE DANS LA STATION SAFCO – MAROFANDILIA - MORONDAVA



Sorgho associé au *Brachiaria ruziziensis*
3 mois après la récolte.

Sorgho associé au *Siratro*
3 mois après la récolte.



CULTURES EN SEMIS DIRECT - MORONDAVA



Sorgho (IRAT 203) semé avec un interligne de 2 mètres en association au *Vigna umbellata* à Marofandilia.

Riz pluvial (FOFIFA 154) en semis direct en rizière sur précédent légumineuses de saison sèche 2002. Croisement Belo.



CONCLUSION

Après 5 années d'expérimentation sur ses sites de référence, TAFE est aujourd'hui en mesure de proposer aux partenaires de diffusion des systèmes de culture performants et durables en semis direct dans tous les milieux présents dans chaque écologie de Madagascar.

TAFE possède aussi un référentiel conséquent pour la protection des bassins versants et l'aménagement du paysage. Il lui reste à faire la démonstration de son savoir-faire à l'échelle des terroirs villageois dans chaque région, sur les bases de ce qui a déjà été entrepris au LAC ALAOTRA. Ces terroirs seront sans nul doute les meilleures vitrines et supports de formation pour les agriculteurs et les agents de diffusion.

Même s'il est essentiel que les expérimentations se poursuivent sur les sites de référence, la priorité aujourd'hui ne se situe pas au niveau de la création d'innovations, mais bien dans la diffusion du référentiel technique existant. Le projet « d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar » donne les moyens d'aborder cette diffusion dans les meilleures conditions, en coordonnant toutes les actions des différents acteurs au niveau de sa cellule de pilotage du projet basée au GSDM, avec un rôle essentiel dans la circulation de l'information, l'organisation et le financement des formations pour les partenaires, et la définition des systèmes à vulgariser en priorité dans chaque écologie.

De nombreuses formations et visites de terrain (680 agriculteurs dans les 3 régions) ont encore été organisées par TAFE cette année, en particulier avec BRL au LAC ALAOTRA et au Sud-Est, VSF et Interaide au Sud-Est, SAHA et ses opérateurs dans le Menabe, ainsi que pour les agriculteurs des terroirs (4 au LAC ALAOTRA et 3 au Sud-Est) que TAFE se propose d'encadrer à l'avenir.

Même si ces actions ont un impact réel chez certains partenaires, elles restent ponctuelles et de courte durée, et ne permettent pas aux agents de diffusion d'acquérir un savoir-faire suffisant pour piloter en temps réel une agriculture en semis direct.

La formation des acteurs est une des clés essentielles pour la réussite de la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar. La mise à disposition d'un manuel de semis direct et de fiches techniques détaillées sera un atout important pour la professionnalisation des partenaires de diffusion. Mais le GSDM à travers la cellule de coordination du projet doit rapidement réfléchir à la définition et à l'organisation de modules de formation efficaces pour éviter les écueils du passé.