ONG " TAFA"
TANY SY FAMPANDROASOANA.

Convention n° 5825200508.08
ANAE – CIRAD – TAFA
Financement Agence Française du développement.

PROJET DE DIFFUSION DE SYSTEMES DE GESTION AGROBIOLOGIQUE DES SOLS ET DES SYSTEMES CULTIVES A MADAGASCAR

Rapport de campagne 2000/2001

et SYNTHESE DES 3 ANNEES DU PROJET

H. CHARPENTIER - CIRAD.
C. RAZANAMPARANY – TAFA
D. RASOLOARIMANANA – TAFA
B. RAKOTONARIVO - TAFA.

Décembre 2001

SOMMAIRE

Introduction

I - Les sites de référence au sein du projet : rappels des concepts et paramètres d'évaluation

I 1 – La justification du choix des sites et des systèmes dans chaque écologie

I 1 1 – Le choix des sites
I 1 2 – Le choix des systèmes de culture

I 2 – L'évaluation agro-économique des systèmes de culture

Tableau 1

II – Les dispositifs et les résultats au Lac Alaotra

II 1 – Le milieu et l'agriculture au Lac Alaotra

II 2 – Les dispositifs de TAFA dans la région

II 2 1 - Les sites
II 2 11 – Sur tanety
II 2 12 – Dans la plaine

II 2 2 – Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs.

II 2 21 – Sur tanety
II 2 22 – Dans la plaine

II 3 – La pluviométrie durant la campagne 2000/2001

II 4 – Les résultats agro-technico-économiques

II 4 1 – Sur tanety

II 4 11 - Les résultats durant la campagne 2000/2001
II 4 12 - Les résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du projet

II 4 2 – Les résultats sur les sols exondés dans la plaine de Marololo
II 4 3 – Les résultats en rizières

II 5 – Enseignements des 3 années de projet

Tableaux 2 à 17

III – Les dispositifs et les résultats dans la région du Sud – Est

III 1 – Le milieu et l'agriculture dans le Sud – Est

III 2 – Les dispositifs de TAFA dans la région

III 2 1 – Les sites
III 2 11 – Sur collines

III 2 12 – En rizières

III 2 2 – Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs

III 2 21 – Sur collines
III 2 22 – En rizières

III 3 – La pluviométrie durant la campagne 2000/2001

III 4 – Les résultats agro-technico - économiques

III 4 1 – Les résultats sur les collines

III 4 11 – Les résultats durant la campagne 2000/2001
III 4 12 - Résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du projet

III 4 2 - Les résultats en rizière à Marofarihy

III 5 – Enseignements des 3 années du projet

Tableaux 18 à 27.

IV – Les dispositifs et les résultats dans la région de Morondava

IV 1 – Le milieu et l'agriculture dans le Menabe

IV 2 – Les dispositifs de TAFA dans la région

IV 2 1 – Les sites

IV 2 11 – Sur les sols exondés
IV 2 12 – Sur les zones irrigables

IV 2 2 – Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs

IV 2 21 – Sur les sols exondés en saison pluvieuse
IV 2 22 – En rizières

IV 3 – La pluviométrie durant la campagne 2000/2001

IV 4 – Les résultats agro-technico-économiques

IV 4 1 – Sur les monkas

IV 4 11 - Les résultats durant la campagne 2000/2001

IV 4 12 - Résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du projet

IV 4 2 – Sur les sols exondés dans la plaine au croisement Belo.
IV 4 3 – Dans les rizières

IV 5 – Les enseignements des 3 années du projet

Tableaux 28 à 44.

V – Les actions menées par TAFA en faveur de la diffusion du semis direct à Madagascar

Tableaux 45 à 49

Conclusion

INTRODUCTION

Le projet ANAE–TAFA–CIRAD de « diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar », financé pour 3 ans par l'Agence Française de Développement, prend fin en Décembre 2001.

Il concerne trois écologies très différentes : la région du Lac Alaotra au climat tropical de moyenne altitude (800 m), la région du Sud-Est (Manakara et Mananjary) au climat tropical humide, et la région du Menabe au climat semi-aride.

Les 2 premières années du projet ont permis d'installer des dispositifs de recherche sur des surfaces conséquentes, qui recoupent la variabilité de toutes les situations agricoles présentes dans chaque région. Ces dispositifs intègrent une gamme très large de systèmes de culture, dont le choix a été orienté chaque année lors des missions de Lucien Séguy, agronome du Cirad pionnier des techniques de semis direct en zones tropicales. Tous ces dispositifs ont été pérennisés en 2000-2001, malgré les problèmes de trésorerie permanents rencontrés par TAFA et les malversations du chef d'antenne de TAFA au Lac Alaotra.

Les actions de formation et d'appui à la diffusion pour tous les partenaires du développement ont aussi été poursuivies.
Une mission de Claude Bourguignon, spécialiste français en biologie des sols, a apporté des enseignements précieux sur l'évolution de l'activité biologique sous différents modes de gestion des sols et des cultures.

Le présent rapport donne les résultats obtenus en 2000-2001 sur les systèmes de culture, fait le point sur les appuis et formations délivrés aux partenaires durant cette campagne, et synthétise les acquis et les enseignements des 3 années du projet.

I - LES SITES DE REFERENCE AU SEIN DU PROJET :

RAPPELS DES CONCEPTS ET PARAMETRES D'EVALUATION

I 1 - La justification du choix des sites et des systèmes de culture dans chaque écologie

I 11 - Le choix des sites

Les sites de référence sont installés en milieu réel chez les agriculteurs et avec leur participation effective. Ces paysans sont présents à chaque visite et formation délivrées sur les dispositifs ; leur message est mieux reçu par les autres agriculteurs que celui d'un chercheur ou d'un technicien. Les avis portés par l'agriculteur propriétaire du site sur les systèmes testés, sont aussi une source d'informations permanente pour TAFA pour orienter les dispositifs chaque année.

Le choix des sites dans une région donnée repose sur une notion très pragmatique : le choix est bon s'il permet à court terme d'apporter des solutions dans les différentes situations agricoles rencontrées dans la région. Cela suppose que les sites recoupent la variabilité de ces situations, qui repose sur les critères suivants :

- Le milieu dans le paysage : colline, bas-fond, baiboho...
- Le facteur "fertilité" dans chaque milieu : sol riche, pauvre, alluvionnaire, organique...
- Le régime hydrique dans les bas-fonds : riziculture irriguée avec maîtrise de l'eau, riziculture inondée sans maîtrise de l'eau, riziculture pluviale sur nappe sans inondation.

Partant de ces concepts, TAFA avait pour ambition au sein du projet :

- de prendre en compte avant la fin du projet les différents milieux représentés dans chaque région.
- d'encadrer dans chaque milieu la variabilité de la fertilité des sols en intégrant deux situations extrêmes : le sol le plus riche et le sol le plus pauvre, ainsi que la variabilité des sols et régimes hydriques dans les bas-fonds. Des solutions peuvent ainsi être apportées pour toutes les situations intermédiaires.
- d'installer un dispositif pérennisé et une large gamme de systèmes de culture sur chaque situation dans chacun des milieux. Le nombre relativement réduit de sites permet à l'équipe TAFA sur place d'assurer un suivi permanent sur les dispositifs et d'exercer une recherche de qualité.
- de faire de ces dispositifs de véritables vitrines et supports de formations pour tous les partenaires du développement
- d'assurer, grâce aux acquis obtenus dans chaque écologie, un conseil permanent à ces différents partenaires.

Les dispositifs installés par TAFA fin 1998 recoupent bien la variabilité des situations rencontrées sur les collines dans les trois régions.
Les superficies des sites sont suffisantes pour y inclure un aménagement avec des plantes pérennes adaptées à chaque écologie et utiles pour l'agriculteur. Installées à la périphérie des sites ou perpendiculairement à la pente pour délimiter le parcellaire, elles formeront après quelques années un véritable bocage, dont les rôles de brise–vent, de clôture, de stabilisation des pentes, de régulateur thermique et biologique, d'appoint pour l'alimentation des animaux, sont essentiels.

Dans les plaines, les premières actions amorcées en 1998 en saison et contre- saison ont été complétées dès la campagne 99/2000, afin de recouper définitivement la variabilité des situations dans ce milieu (rizières et baibohos).

I 12 - Le choix des systèmes de culture

Sur chaque dispositif, la technique utilisée habituellement par les agriculteurs pour chaque culture est représentée et sert de référence (travail du sol, variété et mode de semis, fumure...).

Les cultures présentes sont en priorité celles des agriculteurs, mais aussi des cultures nouvelles pour la région, dont l'intérêt agronomique est justifié, et qui permettent de diversifier la nature des récoltes et des revenus et de mieux tamponner les aléas climatiques et économiques.

Le choix des systèmes testés s'inspire des acquis antérieurs à Madagascar et dans d'autres pays, et des impératifs propres aux techniques de semis direct en zone tropicale.

La réussite du semis direct, qui consiste à installer les cultures sans remaniement du sol excepté aux emplacements où sont déposées les semences, repose en effet principalement dans les écologies tropicales sur :

- la présence d'une couverture permanente du sol, assurée en général la première année par de la biomasse apportée de l'extérieur (paillage), et les autres années par les résidus de récolte et/ou des plantes productrices de biomasse, ou un paillage complémentaire.

- la restructuration du profil, et surtout le recyclage d'éléments lixiviés durant le cycle de la culture principale, par d'autres cultures ou plantes de couverture à systèmes racinaires puissants finissant leur cycle en saison sèche. C'est la notion de pompe biologique permanente fonctionnant à l'image de l'écosystème forestier, mise en évidence par L. SEGUY.

D'où la présence dans chaque dispositif de systèmes intégrant :

- des associations de cultures à systèmes racinaires complémentaires (céréales/ légumineuses) :
  * biomasse par les résidus des deux cultures
  * recyclage en éléments.
  * apport d'azote par la légumineuse.

- des successions de cultures (légumineuses / céréales, céréales / légumineuses) :
  * recyclage en éléments et restructuration du profil par la 2ème culture
  * biomasse par les résidus des deux cultures
  * apport d'azote par les légumineuses.

- des associations de cultures et de plantes de couverture avec :
  * des légumineuses productrices de biomasse et d'azote :
    ° annuelles : mucuna
    ° vivaces volubiles : macroptilium atropurpureum, pueraria phaseloïdes (recyclage en éléments)
    ° vivaces rampantes : arachis pintoï, arachis repens, cassia rotundifolia (couverture vive possible dans la culture)
    ° vivaces fourragères : stylosanthes guianensis (recyclage en éléments)
  * des graminées vivaces fourragères: brachiaria, tifton..
    (restructuration et recharge en carbone du profil, recyclage en éléments).

- des successions de cultures et de plantes de couverture (collines et bas-fonds) :
  * recyclage en éléments et restructuration du profil par la plante de couverture
  * biomasse par les résidus des 2 plantes.
  * apport d'azote par les légumineuses .

Les itinéraires techniques appliqués aux systèmes de culture sont conçus pour offrir un large choix technologique (niveaux de fumure graduels, avec ou sans herbicide, petit matériel..). Mais il est bien évident qu'à Madagascar la priorité doit être donnée aux techniques directement appropriables par les paysans très pauvres de ce pays. Cela suppose de privilégier des systèmes de culture qui, à des niveaux d'intrants faibles à nuls, sont susceptibles de fournir des revenus attractifs aux agriculteurs tout en assurant la durabilité de leur agriculture. Pour exemple, sur les Hauts Plateaux, la technique de l'écobuage (brûlis à l'étouffée d'une partie de la matière organique du sol), appliquée à des systèmes de culture performants en semis direct, a permis de maintenir durant 4 ans sans aucun intrant des niveaux de production élevée sur les céréales, quelque soit la fertilité initiale du sol. Il est donc tout à fait possible, avec ces techniques, d'améliorer considérablement la plupart des situations agricoles de ce pays, avec la seule force de travail de ses agriculteurs.

I 2 - L'évaluation agro-économique des systèmes de culture

*** L'évaluation de la fertilité des sols** :

- Avant l'installation de chaque dispositif, des échantillons de sol sont prélevés et analysés pour apprécier la texture et la fertilité chimique initiale à différentes profondeurs de l'horizon fertile : 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 20 cm, 20 - 40 cm.

- Par la suite, les mêmes analyses sont effectuées à intervalles réguliers (tous les 3 ans en général) pour évaluer l'évolution de cette fertilité sous différents itinéraires et systèmes de culture. Il est alors aussi très important d'estimer la fertilité biologique (microflore et macrofaune) et l'évolution des profils culturaux, nettement favorisées par les techniques de semis direct.
  Les analyses chimiques prévues en 2001 n'ont pu être effectuées faute de moyens financiers.

*** La biomasse** nécessaire aux techniques de paillage et d'écobuage : La matière sèche de la biomasse prélevée à l'extérieur pour le paillage et l'écobuage des parcelles est mesurée sur des placeaux de 100 m²; la biomasse résiduelle de l'ancien paillage avant la mise en place des cultures la campagne suivante est aussi enregistrée.

*** La biomasse des plantes de couverture** en fin de saison sèche (placeaux de 16 m²)

*** Les productions :**
Les rendements des cultures, ainsi que la biomasse produite sur la parcelle sont mesurés sur 3 placeaux choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire (1 culture - 1 itinéraire).
La production totale en grains de la parcelle est aussi enregistrée.

*** L'évaluation économique** des systèmes de culture :
Elle est appréciée annuellement et pluriannuellement pour chaque système de culture par les indicateurs suivants :

- La marge brute : Production x prix de vente
  (le prix de vente des produits est le prix moyen bord champ à l'époque des récoltes).

- La marge nette : marge brute – coûts des intrants.
  Le prix des intrants (**tableau 1**) est calculé sur la base des prix en vigueur à Antananarivo en Septembre 2000, majorés du coût du transport dans chaque région :
  150 FMG/kg pour le Lac Alaotra, 300 FMG/kg pour le Sud-Est,
  350 FMG/kg pour Morondava.
  La TVA a été supprimée en 2000 pour la plupart des intrants.

- La valorisation du temps de travail = $\dfrac{\text{Marge nette}}{\text{Temps de travail de toutes les opérations culturales .}}$

Toutes les opérations culturales sont prises en compte, jusqu'au produit fini, vendu ou autoconsommé par les agriculteurs.

Tableau 1 : Prix des intrants (TTC en FMG) utilisés sur les dispositifs à Antananarivo en Septembre 2000

Engrais (le kilo) :	
MAP (phosphate monoammonique = 11 N – 54 $P_2 O_5$)	3.200 FMG
NPK (11 N – 22 $P_2 O_5$ – 16 K_2O)	1.950 FMG
Urée (46 N)	1.800 FMG
KCL (chlorure de potassium = 60 K_2O)	2.100 FMG
Dolomie	372 FMG
Hyper Barren	1.750 FMG
Herbicides (le litre) :	
Roundup (360 g / l de Glyphosate)	42.870 FMG
Gramoxone (200 g / l de Paraquat)	65.200 FMG
Insecticides (le litre) :	
Cypercal 240 EC (Cypermethrine)	108.000 FMG
Traitement de semences (le kilo) :	
Apron plus 50 DS (34 % furathiocarbe + 10 % metalaxyl + 6 % carboxine)	65.000 FMG

II - LES DISPOSITIFS ET LES RESULTATS AU LAC ALAOTRA

II 1 - Le milieu et l'agriculture au Lac Alaotra

Perchée à 750 mètres d'altitude, la cuvette du Lac Alaotra constitue, à 150 km au Nord - Est d'Antananarivo, un ensemble bien circonscrit et individualisé d'environ 350.000 hectares, reposant sur un substratum géologique cristallin fortement métamorphisé. Elle est entourée de montagnes escarpées et érodées (spectaculaires "lavakas" qui éventrent les reliefs) pouvant atteindre 1500 mètres, et d'un fouillis de collines convexes ("demi-orange") plus stables, localement chapeautées de plateaux "perchés" culminant à 1000 mètres. Le fond de la cuvette, occupé par le lac auréolé de vastes étendues marécageuses et de plaines hydromorphes rizicultivées périphériques, a une superficie d'environ 180.000 hectares. On compte environ 72.000 hectares de rizières, dont 35.000 hectares à l'intérieur de quatre périmètres aménagés dans les années 60 par la SOMALAC (Société Malgache d'Aménagement du Lac Alaotra).

Basée traditionnellement sur la riziculture dans la plaine et d'élevage bovin, l'agriculture de ce "grenier à riz" de Madagascar a profondément évoluée les vingt dernières années. La région connaît en effet aujourd'hui une pression agricole très forte sur les "tanety", et cela même à l'Ouest sur les sols les plus pauvres peu exploités auparavant. La culture du riz pluvial, pratiquement inexistante dans les années 80, a pris une place prépondérante sur les collines, avec l'arrivée de variétés brésiliennes performantes en 1981. Cette évolution, si elle a permis de répondre aux besoins alimentaires à court terme d'une population de plus en plus nombreuse, est lourde de conséquences sur le milieu. L'érosion est omniprésente sur l'ensemble des bassins versants, avec la disparition des massifs forestiers (sur les plateaux, et forêts galeries), la diminution des surfaces en jachère et leur brûlis systématique. La fertilité des sols de tanety et la biomasse disponible pour nourrir les animaux diminuent. Effet de l'érosion, on enregistre un comblement amorcé du lac lui même, entraînant des difficultés de drainage dans la plaine et une diminution des ressources piscicoles, ainsi qu'un recul de la frange de "zozoro" (cypéracée) pour la riziculture, qui accentue le phénomène (rôle de "filtre" des "zozoros"). L'ensablement augmente dans la plaine; les réseaux d'irrigation se dégradent et leur entretien par les seuls agriculteurs devient problématique. Les régimes hydriques sont de moins en moins contrôlés et l'amplitude de la lame d'eau dans les rizières peut être importante : des précipitations cycloniques de quelques jours peuvent détruire une grande partie de la production. Sur les 35.000 ha de riziculture avec maîtrise d'eau sous l'égide de la SOMALAC, il est probable qu'il ne reste plus aujourd'hui que 10.000 ha avec la dégradation du P.C 23, et de l'aval des P.C 15, Sahamaloto et Anony. Pour les rizières dont l'irrigation était déjà aléatoire à l'époque, la situation devient catastrophique.

Il est donc urgent dans cette région de créer et diffuser des alternatives capables d'arrêter cette dégradation généralisée du milieu et d'en restaurer la fertilité.

II 2 - Les dispositifs de TAFA dans la région

II 21 - Les sites

II 211 - Sur tanety

Les sites retenus sont représentatifs des deux grands types de sol rencontrés dans la région :

- Le site de **Marololo sur sol "riche"** à l'Est du lac (à 40 km au nord d'Ambatondrazaka).
  Le sol, rouge et épais, limono-sableux, sur roches basiques (Gneiss à Amphiboles), est caractéristique des sols les plus propices aux cultures pluviales de la région. Le terroir, situé sur une unité de paysage du sommet au bas de la toposéquence (pentes de 5 à 15 %) est cultivé depuis longtemps en culture attelée et a fait l'objet dans les années 60 d'aménagements antiérosifs, peu entretenus depuis. Des griffes d'érosion sont présentes sur l'ensemble du site. La seule fumure utilisée chaque année est la "poudrette de parc" à la dose de 3 tonnes/ha en moyenne; les résidus de récolte sont systématiquement exportés pour nourrir les animaux. Il s'en est suivi une acidification et un appauvrissement du sol en bases (niveaux de carence) et phosphore assimilable (**Tableau 2**). Le taux de matière organique et la teneur en azote sont moyens. Les réserves importantes en phosphore total offrent une richesse potentielle.
  Le dispositif principal de 1,5 ha installé en 1998 sur une parcelle cultivée depuis plus de 30 ans a été pérennisé dans son intégralité en 2000/2001.

- Le site de **Manankambahiny sur sol très pauvre** au Sud du Lac (à 15 km à l'ouest d'Ambatondrazaka).
  Le sol de couleur jaune, sableux, sur niveau de base ancien du lac et pente faible (2 %), est caractéristique des sols pauvres du Sud et de l'Ouest du lac. Ces sols sont traditionnellement réservés aux jachères ou à la culture extensive du manioc (1 ou 2 cycles de manioc et retour à la jachère). La durée de jachère a fortement diminué (2 à 4 ans) les dix dernières années et certains paysans essaient sans succès d'y installer en ouverture du riz pluvial.
  Ces sols sont fragiles (texture sableuse), acides, carencés en bases et P_2O_5 assimilable (**Tableau 2**) . La teneur en aluminium échangeable est élevée. Ils possèdent par contre un taux de matière organique et une teneur en phosphore total relativement élevés, utilisables par la technique de l'écobuage.

  - Les deux dispositifs installés en 1998 sur ce site, bien placé en bordure de l'axe routier Ambatondrazaka - Manakambahiny (site très visité) ont été pérennisés :

    - 1 dispositif principal de 2 ha sur une jachère de 2 ans "non reconstituée"
    - 1 dispositif secondaire de 0,2 ha sur une jachère à "aristida" de 4 ans.

  - une collection de plantes de couverture rustiques (Brachirias, Tifton, Stylosanthes, Arachis) a été installée sur une colline très érodée à l'Est du dispositif principal.

Sur les deux dispositifs principaux, différentes plantes pérennes ont été installées perpendiculairement à la pente : Bana grass (canne fourragère), Cajanus cajan, Tephrosia vogelii.

II 212 - Dans la plaine

Deux grands types de sol sont présents dans la cuvette du Lac :

- les sols alluvionnaires dans toutes les plaines et vallées de l'Est du lac, et les vallées de l'Ouest.
- les sols organiques qui couvrent des surfaces importantes dans les plaines de l'Ouest.

*** Pérennisation des dispositifs installés dans la plaine de Marololo :**

Ces dispositifs prennent en compte 2 situations de régimes hydriques sur des sols alluvionnaires :

- 1 dispositif de 0,3 ha installé en 1998 sur rizière haute "non irrigable" : ces rizières étaient auparavant irriguées, mais le manque de débit de la rivière "Andrangorona" et l'ensablement de la plaine interdisent aujourd'hui toute irrigation sur ces parcelles un peu surélevées de la plaine. Quand elles sont mises en valeur, les paysans cultivent en général sur ces parcelles du maïs sans fumure. Les sols sont limono-argileux. La nappe est proche de la surface du sol même en saison sèche (proximité du Lac).

- 1 dispositif de 0,3 ha installé en 1999 sur rizière "mal irriguée" : l'irrigation dans ces rizières est dépendante des précipitations de l'année et se fait par prise au fil de l'eau à partir de la rivière Andrangorona. En période cyclonique, le lac déborde et la plaine peut être fortement inondée. Les rendements de la variété de riz irrigué Rojofotsy (1285) cultivée sans fumure chaque année par les agriculteurs fluctuent entre 0 et 1,5 T/ha les meilleures années. Les plantes semées en contre-saison 2000 ont énormément souffert de la sècheresse, et la parcelle a du être repaillée pour l'installation du riz en saison 2000-2001. Du Mucuna, du Vigna Umbellata, de la Dolique et du Niébé à cycle long ont été installés en contre-saison 2001.

- 1 dispositif de 0,4 ha installé en 1999 sur « baiboho », sol alluvionnaire limono-sableux micacé, à proximité de la rivière Andrangorona.

* **Pérennisation des dispositifs installés dans la vallée Marianina**
(10 km au Sud d'Ambatondrazaka).

Une très faible proportion de rizières sont actuellement cultivées en contre saison au Lac Alaotra, et en haricot exclusivement. L'inorganisation de la filière blé à partir de 1990 a arrêté un processus intéressant démarré en 1981, et qui avait abouti à l'emblavement de 200 ha par environ 1500 agriculteurs en 1989. Il n'en reste pas moins que ces agriculteurs possèdent encore aujourd'hui une excellente technicité pour des cultures aussi délicates que le blé en contre-saison.

La vallée Marianina, située entre le barrage de "Bevava" et le P.C. 15, a fait l'objet de plusieurs aménagements par la société B.R.L. (Bas Rhône Languedoc) sur financement A.F.D.
En fonction de la situation des parcelles dans la vallée, l'irrigation en saison pluvieuse est plus ou moins maîtrisée, dépendante de la pluviométrie de l'année et des réserves en eau du lac de Bevava en fin de saison sèche. Les précipitations cycloniques endommagent régulièrement les aménagements.

Les sols alluvionnaires limono - sableux micacés de la vallée sont les plus intéressants pour les cultures de contre-saison, car les phénomènes capillaires y sont très importants et assurent une bonne alimentation en eau des plantes (remontée capillaire à partir de la nappe). Plusieurs paysans de la vallée ont pratiqué la culture du blé entre 1981 et 1989; les rizières ne sont plus cultivées aujourd'hui en saison sèche.

Les dispositifs installés en saison 1999/2000, avec une extension en contre-saison 2000 (Mucuna sur une surface totale de 1,7 ha), ont été ensemencés en riz en saison 2000-2001. La moitié aval du dispositif a été détruite en Janvier 2001 après rupture de la digue sur le drain central. Du mucuna, du vigna umbellata, de la dolique, du niébé à cycle long, de l'avoine, de la Vicia villosa, et du Setaria splenda ont été installés en contre-saison 2001 sur la partie intacte.

- **Ouverture d'un dispositif dans un bas-fond à Anandrobe :**

(25 km à l'Ouest d'Ambatondrazaka)

Les sols organiques de ces bas-fonds situés au Nord du village d'Anandrobe sont caractéristiques de ceux rencontrés dans les vallées étroites de l'Ouest du Lac.

Un dispositif de 500 m² a été ensemencé en riz sur paillage en saison 2000/2001, et avec les mêmes plantes que dans la vallée Marianina en contre-saison 2001.

II 22 - Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs

II 221 - Sur Tanety

Les **tableaux 4 et 5** donnent la liste des systèmes de culture testés cette année et les gestions du sol qui leur sont appliquées, et le **tableau 6** leurs justifications. Les cultures présentes sont celles pratiquées par les agriculteurs (maïs, riz pluvial, haricot) ou nouvelles pour la plupart des paysans du Lac (soja, sorgho, mil, avoine, vignas, dolique).

Différents itinéraires techniques sont appliqués aux cultures et concernent :

- **Les modes de gestion du sol**

  - A Marololo :

-Labour à l'angady après exportation des résidus de récolte (technique du paysan).
-Semis direct sur résidus de récolte (et plantes de couverture) et paillage complémentaire si nécessaire (2 à 4 T / ha de M.S.).
-Semis direct associé à l'écobuage, et paillage complémentaire si nécessaire :
  - écobuage effectué en 1998 (10 % du dispositif)
  - écobuage effectué en 1999 (60 % du dispositif).

- A Manakambahiny :

-Labour à l'angady après exportation des résidus de récolte (technique du paysan)
-Semis direct sur résidus de récolte et paillage complémentaire (4 T / ha de M.S.) si nécessaire (sur légumineuse seulement).
-Semis direct associé à l'écobuage effectué en 1998 :
- sans apport de paille
- avec apport de paille si nécessaire (3 à 4 T / ha de M.S.).

La technique de l'écobuage consiste à brûler à l'étouffée une partie de la matière organique du sol. Des tranchées sont confectionnées à l' « angady », remplies de combustibles (paille de « bozaka » ou balles de riz), et recouvertes par la terre déplacée. La mise à feu se fait à partir de cheminées en paille disposées tous les 1,5 mètre sur la tranchée. La distance entre les tranchées dépend de l'espacement souhaité entre les lignes de chaque culture (sur les dispositifs en 1998 : 0,8 m pour le riz, 1 m pour le maïs , 2 m pour le sorgho). La largeur des tranchées est fonction du nombre de lignes sur la tranchées (en 1998 : 0,30 m pour le riz et le maïs ; 0,5 m pour le sorgho). La profondeur de la tranchée est conditionnée par l'épaisseur de l'horizon fertile, mais n'est jamais supérieur à 0,2 m. L'écobuage n'est effectué qu'une fois sur la même parcelle et sur les céréales seulement.

- **Les itinéraires de semis :**

Tous les semis des cultures sont effectués en poquets . Les semences sont traitées avant semis avec le produit APRON plus 50 DS, contenant 1 insecticide (34 % de Furathiocarbe) et 2 fongicides (10 % de Metalaxyl et 6 % de Carboxine).

Les semences de soja sont inoculées.

Excepté le Mucuna, toutes les plantes associées au maïs et sorgho sont installées en même temps que la culture principale.

- **Riz pluvial et plantes associées ou en succession :**

*** Riz pluvial** : variété B22 (utilisée par la majorité des paysans du lac)

- sur parcelles non écobuées : semis à 0,4 m x 0,2 m
- sur parcelles écobuées : semis sur 2 lignes espacées de 0,25 m sur la tranchée d'écobuage. Poquets espacés de 0,2 m sur la ligne.

*** Niebé cc** (cycle court) associé au riz écobué :

- Variété David semée sur 1 ligne entre 2 tranchées d'écobuage ; poquets espacés de 0,2 m sur la ligne ; 2 graines par poquet

*** Pueraria phaseloïdes et Stylosanthes guianensis** associés :

- au riz non écobué : semis sur 1 ligne entre 2 lignes de riz, 15 jours après le semis du riz
- au riz écobué : semis sur 2 lignes en quinconce espacées de 0,25 m entre 2 tranchées d'écobuage, en même temps que le riz.
- Poquets espacés de 0,30 m sur la ligne.

*** Brachiaria ruziziensis** associé :

- au riz non écobué : semis sur 1 ligne entre 2 lignes de riz, 15 jours après le semis du riz
- au riz écobué : semis sur 1 ligne entre 2 tranchées d'écobuage, en même temps que le riz.
- Poquets espacés de 0,30 m sur la ligne.

* **Arachis pintoï** associé :

- au riz non écobué : plantation en boutures sur 1 ligne au milieu de 2 lignes de riz, 15 jours après le semis du riz,
- au riz écobué : plantation en boutures sur 2 lignes en quinconces espacées de 0,25 m entre deux tranchées d'écobuage, en même temps que le riz.
- boutures espacées de 0,30 m sur la ligne,

* **Niébé cc et haricot** en succession du riz :

Semis juste après la récolte du riz dans la paille fauchée
Variété IAPAR 20 pour le haricot
Variété DAVID pour le Niébé
Poquets à 0,4 m x 0,2 m ; 2 grains par poquet

- **Maïs et plantes associées** :

* **Maïs** : variété IRAT 200 semée à :

- 1 m x 1 m sur les parcelles non écobuées et non fertilisées
- 1 m x 0,4 m sur les autres parcelles
- sur 2 lignes espacées de 0,5 m tous les 2 mètres sur précédent sorgho à Manakambahiny ; poquets espacés de 0,40 sur la ligne

- 2 grains par poquet.

* **Niébé cl** (cycle long), **dolique, vigna umbellata** associés :

Semis de variétés locales :

- sur une ligne au milieu de 2 lignes de maïs (écartement d'1 m pour le maïs)
- sur 2 lignes en quinconces espacées de 0,30 m entre 2 lignes de maïs (écartement de 2 m pour le maïs)

- Poquets espacées de 0,40 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

* **Brachiaria ruziziensis** associé :

Semis sur 1 ligne au milieu de 2 lignes de maïs ; poquets espacés de 0,30 m sur la ligne.

* **Mucuna** (Stizolobium aterrinum) associé :

Semis 25 jours après le semis du maïs sur 1 ligne entre 2 lignes de maïs ;
poquets espacés de 0,50 m sur la ligne ; 1 grain par poquet.

- **Sorgho et plantes associées** (Marololo) :

* **Sorgho** : Variété BF 80 (type Guinéa), semée tous les 2 mètres sur 2 lignes en quinconce espacées de 0,50 m
Poquets espacés de 0,40 m sur la ligne.
4 à 5 grains par poquet et démariage à 2 pieds par poquet.

* **Niébé cl, Vigna umbellata et Dolique** associées :
Variétés semées sur 2 lignes espacées de 0,50 m entre 2 lignes de sorgho.

- **Niébé cc** (cycle court) **et plantes en succession** :

  * **Niébé cc** : variété DAVID semée en poquets à 0,4 m x 0,2 m ; 2 grains par poquet.

  * **Avoine** (variété 151), **Eleusine corocana** et **mil** en succession :

    Semis entre 2 lignes de niébé quand les premières feuilles de niébé tombent au sol ; poquets espacés de 0,20 m sur la ligne pour l'avoine et l'eleusine, et 0,50 m pour le mil.

- **Avoine, eleusine, mil,** et **niébé** en succession :

  * **avoine** et **eleusine** : semis en poquets à 0,2 m x 0,2 m
  * **mil** : semis en poquets à 0,5 m x 0,5 m
  * **niébé cc** : semis en poquets à 0,4 m x 0,2 m après fauche des plantes de premier cycle 60 jours après semis;

- **Soja** sur couverture vive de **tifton :**

  Variété COMETA semée en poquets à 0,4 m x 0,2 m (semences inoculées), après dessèchement du Tifton au Gramoxone (1l/ha).

- **Les niveaux de fumure** :

  2 niveaux sont appliqués à chaque système de culture :

  - **F_1** = Fumier seul : 5 t/ha de poudrette de parc à Manakambahiny;
    3 t/ha à Marololo.

  - **F_2** = F_1 + fertilisation minérale; à l'hectare :

    - 500 kg de dolomie avant semis sur toutes les cultures et :

    - sur le riz, le maïs, le sorgho :
      - au semis
        - 130 kg de phosphate mono-ammonique .
        - 80 kg de chlorure de potassium .
        - 30 kg d'urée.
      - en végétation
        - 100 kg d'urée : 30 jours après semis sur le riz,
          40 jours après semis sur le maïs et le sorgho.

      soit 76 N - 72 P_2O_5 - 48 K_2O

    - sur le soja et le niébé cc au semis :

      - 130 kg de phosphate mono-ammonique
      - 80 kg de chlorure de potassium
      - 30 kg d'urée

      soit 30 N - 72 P_2O_5 - 48 K_2O

II 222 - Dans la plaine

- **Sur rizière « haute » et baiboho à Marololo**

Le **tableau 12** donne la liste des systèmes de culture testés sur ces sites.
Les dispositifs sont conduits avec les mêmes variétés et modes de semis que sur Tanety, et les itinéraires suivants :

- **Modes de gestion du sol :**

  * Labour après exportation des résidus de récolte.
  * Semis direct sur résidus de récolte et paillage complémentaire si nécessaire.

- **Niveaux de fumure** :

  * $\mathbf{F_0}$ = pas de fumure

  * $\mathbf{F_1}$ = fertilisation minérale, à l'hectare :

    - sur maïs et riz pluvial :
      - au semis : 130 kg de MAP – 80 kg de KCL – 30 kg d'Urée.
      - en végétation : 100 kg d'Urée à 30 jours pour le riz
        à 40 jours pour le maïs

    soit 76 N – 72 P_2O_5 – 48 K_2O

    - sur soja, haricot, niébé cl, dolique et vigna umbellata au semis :
      130 kg de MAP – 80 kg de KCL – 30 kg d'Urée ;

    soit 30 N – 72 P_2O_5 - 48 K_2O

- **Sur les rizières mal irriguées, sur sols alluvionnaires dans la plaine de Marololo et la vallée Marianina, et sols organiques dans le bas-fond d'Anandrobe :**

  - **En saison pluvieuse** :

Semis direct (poquets à 0,4 m x 0,2 m) des variétés FOFIFA 154 et FOFIFA 152 :

- sur paillage (7 t/ha de Bozaka) dans la plaine de Marololo et le bas-fonds d'Anandrobe

- sur mulch de Mucuna, Vicia villosa, avoine dans la vallée de Marianina.

Niveaux de fumure :

- sur sols alluvionnaires :

  - $\mathbf{F_0}$ = pas de fertilisation
  - $\mathbf{F_1}$ = 30 kg d'Urée au semis et 100 kg/ha d'Urée en végétation, soit 60 N

- sur sols organiques : 130 kg/ha de MAP au semis et 100 kg/ha d'Urée en végétation, soit 60 N - 69 P_2O_5.

- En contre-saison 2001 :

Semis direct sur paille de riz fauchée de vigna umbellata, niébé cycle long, dolique, mucuna sur tous les sites, et vicia villosa, setaria splenda (boutures), avoine dans la vallée Marianina et le bas-fond d'Anandrobe.

II 3 - La pluviométrie durant la campagne 2000/2001

Cette campagne a été caractérisée par une très mauvaise répartition des pluies (**tableau 3**), avec une arrivée tardive des pluies en Décembre, un mois de Janvier exceptionnellement arrosé, et une pluviométrie très déficitaire en Février et Mars.

A l'exception des rares parcelles ensemencées à sec fin Novembre, le riz pluvial a énormément souffert de la sècheresse au moment de la floraison et de la maturité sur toutes les tanety du lac.
Il en est de même sur toutes les rizières où l'irrigation n'est pas maîtrisée, qui n'ont pu être labourées avant fin Décembre et ensemencées avant début Janvier. Pour la 3ème année consécutive, les productions dans ces rizières sont très faibles à nulles ; certains des agriculteurs concernés ont dû vendre leurs terres pour subvenir à leurs besoins vitaux.

Par contre, les rendements dans les périmètres irrigués, et la production totale de paddy au Lac, sont supérieurs à ceux de l'année précédente.

Vu les problèmes rencontrés au sein de l'antenne de Tafa au moment de l'installation de la campagne, la plupart des dispositifs de recherche n'ont pu être emblavés aux dates optimales. C'est le cas sur tanety (semis début Janvier), et dans les rizières de la vallée Marianina (semis fin Décembre) où le riz aurait dû, comme dans la plaine de Marololo, être semé entre le 10 et le 20 Décembre. Ce retard des semis a eu les conséquences très négatives sur la production du riz pluvial sur tanety (floraison vers le 20 Mars), ainsi que sur la culture de contre-saison dans la vallée Marianina, qui ont dû être installées avant la récolte du riz.

Les dégâts causés par les hétéronycus à la levée du riz, principalement sur tanety, ont été beaucoup plus importants sur les semis tardifs, et sont exacerbés en semis direct. Sur les sites de Manakambahiny, de fortes attaques de vers blancs (larves de hannetons) à la floraison du riz pluvial n'ont pu être contrôlées faute d'humidité dans l'horizon superficiel du sol à cette période ; les dégâts sont là aussi plus importants en semis direct.

Sur les dispositifs de Tafa comme sur les démonstrations effectuées par les partenaires, le déficit hydrique de Février et Mars a grevé l'installation et le développement des cultures de contre-saison en rizières, en particulier sur les sols où les phénomènes capillaires sont limités.

II 4 – Les résultats agro-technico-économiques

II 4 1 – Les résultats sur Tanety

II 4 11 - Les résultats durant la campagne 2000-2001

➔ **Riz pluvial et niébé associé** :

- Les meilleures productions de riz (**tableau 7**) sont obtenues sur le site de **Marololo** (1,5 T / ha) sur les parcelles fertilisées, écobuées en 1999 ; le rendement du niébé associé au riz atteint dans ces conditions 0,6 t/ha.
  Sur les parcelles essentiellement fumées, écobuées en 1999, les productions du riz sont inférieures de 18 et 36 %, mais les marges nettes (2.930.000 FMG/ha) sont majorées de 20 %, **(tableau 9).**
  L'apport d'engrais n'est valorisé sur aucun des itinéraires techniques.
  Sans écobuage, le semis direct permet de multiplier par 2,3 les rendements et les marges par rapport aux parcelles travaillées. Même si la production (1,2 t/ha de paddy sur F2) et les bénéfices (1.167.000 FMG/ha sur F1) restent modestes, la technique du semis amortit fortement l'effet des aléas climatiques.
  Les marges sont négatives sur les parcelles travaillées et fertilisées.

Les rendements du riz en semis direct sans écobuage sont inférieurs de 54 % sur F1 et 26 % sur F2 à ceux des parcelles écobuées en 1999. La présence du niébé sur les parcelles écobuées permet de multiplier par 2,5 (F_1) et 4 (F_2) les marges obtenues en semis direct. Ces associations avec des cultures peu sensibles aux stress hydriques procurent des marges très acceptables quelle que soit la pluviométrie de l'année.

L'arrière-effet de l'écobuage est moins net en 3ème année : les productions sur les parcelles écobuées en 1998 sont inférieures de 200 à 300 kg/ha pour le riz et 100 kg/ha pour le niébé par rapport aux parcelles écobuées l'année suivante ; les marges restent cependant intéressantes (2 178 000 FMG/ha sur F_1).

Sur précédents plantes de couverture (légumineuses et graminées), les rendements du riz sont au mieux équivalents à ceux obtenus sur précédent maïs associé en vigna umbellata. La sécheresse enregistrée en 2000 n'a pas permis un développement suffisant de ces plantes. Par contre, toutes les espèces vivaces se sont pérennisées en contre-saison, ce qui prouve leur rusticité.

- Sur les sites de **Manakambahiny**, les productions du riz **(tableau 7)** sur les parcelles travaillées sont très faibles (inférieures à 250 kg/ha sur F_2).

Sur les parcelles en semis direct écobuées en 1998, les meilleurs rendements du riz (1,24 t/ha) et du niébé (0,46 t/ha) sont atteints sur les parcelles fertilisées du dispositif secondaire, et sont assez proches de ceux obtenus sur le site de Marololo.

Ils sont par contre plus faibles pour le riz à Manakambahiny sur les parcelles essentiellement fumées : productions inférieures de 30 à 60 % suivant le site, par rapport aux parcelles écobuées la même année à Marololo ; celles du niébé sont équivalentes.

Les marges nettes les plus élevées sont dégagées en semis direct sur les parcelles non fertilisées et paillées en 1998 et 1999 (pas de paillage complémentaire en 2000) : 1,5 à 2 millions de FMG/ha suivant le dispositif (**tableau 9**). L'arrière-effet du paillage est important aussi bien sur le riz que sur le niébé.

Les produtions de riz sur précédents plantes de couverture sont systématiquement inférieures à celles obtenues sur précédent maïs associé en vigna umbellata, malgré un bon développement de toutes ces espèces qui sont sur ce site laissées un an sur les parcelles. Cela est essentiellement dû aux dégâts d'hétéronycus à la levée du riz et de vers blancs en végétation, dont l'importance est corrélée à l'épaisseur du mulch. Une meilleure protection phytosanitaire devra impérativement être envisagée à l'avenir.

→ Maïs et cultures associées

La plupart des parcelles de maïs n'ont pas été ensemencées avec la variété IRAT 200, mais avec une variété très peu productive et de faible taille (malversation au sein de l'antenne TAFA). Seuls les résultats obtenus sur les parcelles de maïs associé au niébé à Marololo, et de maïs associé au vigna umbellata à Manahambahiny, sont exploitables.

On retrouve sur ces parcelles les mêmes tendances que pour le riz, avec des productions (**tableau 7**) et des marges nettes (**tableau 9**) plus élevées :

- Effet important de l'écobuage, plus faible sur les écobuages les plus anciens à Marololo. Sur ce site, les productions (3,6 t/ha de maïs et 0, 64 t/ha de niébé) et les marges les plus élevées (3 325 000 FMG/ha) sont atteintes sur les parcelles fertilisées écobuées en 1999.

  Les rendements sont plus faibles à Manakambahiny (2,54 t/ha de maïs), et la marge nette la plus importante est alors obtenue sur les parcelles non fertilisées (2 300 000 FMG/ha).

- Nette supériorité du semis direct sur le travail du sol, avec comme pour le riz, des productions très faibles sur les parcelles travaillées à Manakambahiny (inférieures à 0,75 t/ha sur F_2). Sur le site de Marololo, les rendements du maïs et du niébé sont multipliés par 2 sur F_1 et 1,5 sur F_2. Les marges nettes sont doublées sur les 2 niveaux de fumure. Elles atteignent en semis direct plus de 2 millions de FMG/ha sur les parcelles fertilisées (1,8 millions de FMG/ha sur F_1).

➔ **Sorgho et légumineuses associées à Marololo** :

Les rendements de sorgho (**tableau 7**) les plus élevés sont de 1,5 t/ha sur les parcelles fertilisées. Les différences de production entre parcelles écobuées ou non en semis direct sont plus faibles que sur le maïs, plus exigeant au niveau fertilité.

Les marges nettes atteignent 2 100 000 FMG/ha, avec niébé et dolique associés, sur les parcelles écobuées non fertilisées (**tableau 9**). Parmi les légumineuses associées, la dolique donne les meilleures productions (0,70 t/ha sur F_2) et se maintient plus longtemps en saison sèche.

Les rendements en semis direct sont multipliés par 1,6 pour le sorgho et 2 pour le vigna umbellata par rapport aux parcelles travaillées. Les marges nettes sont de 1,3 millions de FMG/ha sur les parcelles non fertilisées en semis direct. Elles sont négatives sur les parcelles travaillées et fertilisées.

➔ **Niébé en culture pure** :

Le résultat le plus intéressant concerne le site de Manakambahiny.
Après 3 années de semis direct sans écobuage sur les sols très pauvres, les productions atteignent 1,3 t/ha sans engrais et 1,5 t/ha avec engrais, soit le double de celles obtenues sur les parcelles travaillées (**tableau 7**). Les marges nettes sont conséquentes : 2 millions de FMG/ha sans fertilisation.

Il y a là une solution très prometteuse pour restaurer dans la durée la fertilité des sols de tanety les plus dégradés de la région, avec des apports annuels de paille et de poudrette de parc.

Les productions de niébé sont plus faibles sur le site de Marololo, en particulier en semis direct ; les semis sur ce dispositif sont en effet un peu tardifs par rapport aux dates optimales.

➔ **Les plantes de couverture** :

Le brachiaria ruziziensis procure les biomasses sèches les plus élevées :

- 7 t/ha après 6 mois en dérobé du riz et du maïs sur les deux sites (biomasse inférieure à 1 t/ha pour les autres espèces),
- 12,5 t/ha en une coupe après 18 mois à Manakambahiny, contre 7,5 t/ha pour le stylosanthes et le pueraria dans les mêmes conditions.

Parmi les espèces installées tardivement sur la petite colline très érodée à Manahambahiny, seuls les brachiaria ruziziensis et brizantha se sont maintenus en saison sèche. Il sera très intéressant d'apprécier leur développement les campagnes prochaines sur ces sols très dégradés, où l'aristida ne pousse pratiquement plus.

Les profils et analyses effectués par Claude Bourguignon en Mars 2001 (cf. rapport de mission biologie des sols à Madagascar du 13 au 23 mars 2001), montrent que le stylosanthes restructure bien le sol en surface et en profondeur, le brachiaria ruziziensis surtout en profondeur, et le pueraria essentiellement dans l'horizon superficiel.
La qualité de la matière organique est bonne en particulier sous légumineuses, et la faune épigée nombreuse sous les trois plantes.

II 4 12 – Résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du projet

Ils concernent les deux cultures principales de la région, le maïs et le riz pluvial, associés aux légumineuses (niébé, vigna umbellata) sur les systèmes où l'association est possible.

Les temps de travaux englobent toutes les opérations culturales effectuées durant les 3 années :

- Mise en place :
    - tous les travaux liés à l'écobuage en 1ère année (cf. rapport 1998-99)
    - le labour en culture attelée (25 heures/ha), en année 1 en semis direct, et chaque année sur les parcelles travaillées
    - tous les travaux liés au paillage (fauche, transport, épandage) réellement effectués chaque année sur les parcelles en semis direct, écobuées ou non (cf. rapport 1998/99)
    - la pulvérisation des herbicides avant semis en semis direct, l'épandage de fumier, et de l'engrais sur la parcelle fertilisée,
    - le semis des cultures, plus long à effectuer sur mulch (50 % en moyenne) que sur sol nu.
- Entretien :
    - sarclages sur les parcelles travaillées et arrachage des adventices en semis direct,
    - pulvérisation d'insecticides sur les légumineuses,
    - épandage de l'urée en végétation sur les parcelles fertilisées.
- Récolte et post-récolte :
    - fauche et cueillette,
    - desphatage pour le maïs,
    - battage au bâton
    - vannage.

➔ **Maïs et légumineuses associées (tableau 10)**

- Sur le site de **Marololo,** le semis direct a permis d'augmenter le rendement moyen du maïs, par rapport aux techniques traditionnelles, de 70 % sur les parcelles essentiellement fumées (1,91 t/ha contre 1,12 t/ha) et de 43 % sur les parcelles fertilisées (2,77 t/ha contre 1,94 t/ha). La baisse de rendement entre l'année 1 et l'année 3 est beaucoup plus importante sur labour (70 %) qu'en semis direct (44 %) sur les parcelles non fertilisées. La technique du semis direct a mieux tamponné les aléas climatiques et a contribué au maintien de la fertilité du sol.

Les marges nettes cumulées sur 3 ans sont majorées en semis direct de 2 025 000 FMG/ha, et la productivité du travail de 1600 FMG/heure sur l'itinéraire sans fertilisation, le plus performant économiquement.

L'écobuage augmente les rendements du maïs de 43 % (F_1) et 21 % (F_2) par rapport au semis direct. Le rendement moyen est élevé sans fertilisation (2,74 t/ha) ; les marges nettes cumulées atteignent 8 055 000 FMG/ha sur cet itinéraire (5 238 000 FMG/ha en semis direct). La productivité du travail est par contre plus forte en semis direct sans écobuage : 3 970 FMG/heure conte 3 440 FMG/heure (temps de travaux d'écobuage importants et de récolte et post-récolte plus élevés).

- Sur les sols pauvres de **Manakambahiny,** les techniques traditionnelles sont ni performantes ni rentables ; la productivité du travail sans fertilisation est inférieure au SMIG horaire à Madagascar (1000 FMG). Seul l'écobuage associé au semis direct permet de cultiver ces sols en céréales.

Sans fertilisation, les rendements (2,53 t/ha pour le maïs), les marges nettes cumulées (8 000 000 FMG/ha), et la productivité du travail (3325 FMG/heure) sont alors assez proches de ceux obtenus sur les sols plus riches de Marololo. L'écobuage permet de masquer le gradient de fertilité initiale des sols du tanety.

➔ **Riz pluvial et légumineuses associées sur écobuage (tableau 11)** :

- Sur le site de **Marololo**, les rendements moyens de riz les plus élevés sont obtenus en semis direct (rendement très faibles liés à la sècheresse sur écobuage en 2000), et sont majorés de 100 % (F_1) et 70 % (F_2) par rapport aux parcelles travaillées.

Le semis direct sans fertilisation dégage aussi la productivité du travail la plus forte (3 59O FMG/heure contre 1 730 FMG/ heure sur labour).

Les marges nettes cumulées les plus élevées (6 424 000 FMG/ha sur F_1) sont atteintes sur écobuage, grâce à la présence des légumineuses associées, et sont majorées de 12,5 % par rapport au semis direct et 114 % par rapport au labour.
Comme pour le maïs, les baisses de rendement du riz entre l'année 1 et l'année 3 sont 2 fois moins importantes en semis direct que sur les parcelles travaillées sans fertilisation.

- A **Manakambahiny**, les rendements moyens (1,51 t/ha pour le riz), les marges cumulées (7 394 000 FMG/ha), et la productivité du travail (3 010 FMG/heure) sont supérieurs à ceux de Marololo sur les parcelles écobuées non fertilisées. Les productions de paddy ont en effet été très élevées (4t/ha) en 1ère année sur ce site.

Malgré des prix de vente très attractifs au mois de Mars au moment des récoltes (1500 FMG/kg de paddy), les performances technico-économiques du riz sont inférieures à celles du maïs, après 2 années de sécheresse consécutives.

II 4 2 – Les résultats sur les sols exondés dans la plaine de Marololo

Les productions (**tableau 13**) et les marges nettes (**tableau 14**) sont encore très élevées cette année sur ces sites ("rizières hautes" et baihobo), relativement riches et où le facteur eau n'est pas limitant.

➔ **Maïs associé aux légumineuses** :

- **En 2001**, les rendements du maïs sont de l'ordre de 6 tonnes/ha sans engrais en semis direct, supérieurs de 30 % à ceux obtenus sur labour. Ils atteignent 7,5 t/ha sur les parcelles fertilisées des baihobos. La production du vigna umbellata associé au maïs sont multipliés par 2 en semis direct, quel que soit le niveau de fertilisation, et atteignent 0,7 t/ha sur les parcelles fertilisées. Pour cette association, les marges nettes les plus élevées sont obtenues en semis direct sans fertilisation (6 400 000 FMG/ha), et sont supérieures de 33 % à celles des parcelles travaillées. La biomasse sèche produite est de 14 t/ha.

- Sur "rizière haute", les rendements moyens du maïs **sur 3 ans (tableau 15)** sont majorés de 30 % (F_1) à 35 % (F_0) en semis direct ; ceux du vigna umbellata sont multipliés par 2. Les marges nettes cumulées atteignent 15,8 millions FMG/ha sur F1 ; elles sont supérieures de 50 % à celles des parcelles travaillées quel que soit le niveau de fertilisation.
  La productivité du travail la plus élevée est obtenue en semis direct sans fertilisation :
  6250 FMG/heure contre 4795 FMG/heure sur labour.

➔ **Riz pluvial et légumineuses en succession** :

- **En 2001**, les meilleurs rendements de riz **(tableau 13)** sont obtenus sur "rizière haute", sur précédent maïs associé au mucuna (6,3 t/ha sur F_0 et 6,75 t/ha sur F_1). Sur ce site, les écarts de production entre semis direct et labour sont très importants, en particulier sur les parcelles non fertilisées (rendement multiplié par 1,8 en semis direct). Ils sont beaucoup plus faibles sur baihobo (8 %), où le riz a souffert d'une fin d'azote en début de cycle lié au complément de paille apporté sur précédent soja.

Les marges nettes les plus élevées **(tableau 14)** sont obtenues en semis direct :

- pour le système riz et niébé en succession sur des parcelles fertilisées (10 240 000 FMG/ha),
- pour le riz sur précédent "maïs + mucuna" sur l'itinéraire sans engrais (9 387 000 FMG/ha).

Les biomasses sèches en Novembre étaient de 9,5 t/ha pour le mucuna et 6,5 t/ha pour le niébé, en succession du riz. Les profils effectués par Claude Bourgignon en Mars 2001 montrent une densité racinaire du riz beaucoup plus élevée en semis direct.

- **Sur 3 ans** sur "rizière hauts" **(tableau 15)**, la progression des rendements du riz en semis direct est spectaculaire (de 3,25 à 6,1 t/ha sans engrais) ; elle n'est que de 1,2 t/ha sur labour.

  Les marges cumulées sont de l'ordre de 23 millions FMG/ha en semis direct, supérieures de 80 % à celles obtenues sur les parcelles travaillées. La productivité en travail atteint 8900 FMG/heure en semis direct sans engrais, contre 4800 FMG/heure sur labour.

➔ **Les légumineuses en culture pure** :

- Sur les **baihobos**, les rendements du haricot **(tableau 13)** sont très élevés en semis direct, en particulier sur précédent avoine de contre-saison (2,5 t/ha), et sont supérieurs de 90 % à ceux obtenus sur labour.

  Les marges nettes atteignent 5 650 000 FMG/ha sans engrais en semis direct **(tableau 14)** et la productivité du travail (**tableau 15**) est exceptionnelle (12 170 FMG/heure). Ces deux paramètres sont majorés respectivement de 90 et 150 % en semis direct par rapport aux parcelles travaillées.

  La biomasse sèche d'avoine en 2° cycle était cette année de 7,25 t/ha.

- Sur **"rizière haute"**, le haricot a été détruit dès la levée par des attaques de limaces et a été remplacé par des légumineuses à cycle long. Les rendements de la dolique, du niébé et du vigna umbellata (**tableau 13**) se situent entre 1,7 et 2 t/ha sans engrais, et 2 et 2,5 t/ha avec fertilisation ; les productions de la dolique sont les plus élevées.

  Les rendements du niébé sont majorés de 60 % en semis direct par rapport en labour.

  La marge nette la plus élevée **(tableau 14)** est obtenue avec le vigna umbellata sans fertilisation (4 464 000 FMG/ha).

  Les biomasses sèches laissées sur le sol en fin de saison sèche par ces légumineuses sont très élevées : 16,7 t/ha pour la dolique, 10 t/ha pour le vigna umbellata, et 7,5 t/ha pour le niébé.

II 4 3 – Les résultats en rizières

➔ **Le riz pluvial en saison pluvieuse** :

Comme ce fut le cas les deux campagnes précédentes, les riz irrigués dans la plaine de Marololo n'ont rien produit vu la sécheresse de Février et Mars. Beaucoup de parcelles n'ont d'ailleurs pas été emblavées cette année (manque de semences, de trésorerie...).

Dans la vallée Marianina, les rendements des riz irrigués sur les parcelles situées à proximité de site de référence ne dépassent pas 800 kg/ha.

Sur les sols organiques d'Anandrobe, les productions en riziculture irrigué fluctuent entre 1,5 et 2,5 t/ha.

Dans ces trois situations, les rendements des variétés de riz pluviaux FOFIFA 154 et FOFIFA 152, gérées en semis direct sans irrigation, sont de 2,3 à 3,1 t/ha sans engrais, et 3 à 3,6 t/ha avec fertilisation **(tableau 16)**.

Les productions les plus élevées sont obtenues avec la variété FOFIFA 154 sur précédent légumineuses (mucuna et vesce de contre saison 2000) dans la vallée Marianina. Les rendements sur paille de graminées (bozaka ou avoine) sont plus faibles sans fertilisation. Les légumineuses apportent en effet de l'azote, seul élément qui fait réellement défaut sur ces sols riches de rizières.

Ces rendements en riz, même s'ils sont relativement élevés dans ces situations par rapport à la riziculture irriguée, ne reflètent pas le potentiel de cet itinéraire quand il est totalement maîtrisé. Avec un meilleur développement des légumineuses en contre-saison et des semis de riz précoces, les rendements peuvent atteindre 5 t/ha sans engrais, comme c'est le cas dans les autres écologies.

➔ **Les cultures et les plantes de couverture en contre-saison** :

La dolique donne les meilleures productions (**tableau 16**) sur les trois sites (jusqu'à 2 t/ha), suivie par la vigna umbellata (1,8 t/ha à Anandrobe). Les rendements du niébé sont plus faibles (entre 0,3 et 0,6 t/ha) ; il sera nécessaire pour cette culture de faire un tri variétal très sérieux parmi les variétés locales à cycle long pour identifier les mieux adaptées aux conditions de la contre-saison dans les écologies de moyenne altitude (port, cycle, biomasse, résistance au froid).

Les rendements de ces légumineuses sont étroitement corrélés à la date de semis ; ils sont plus élevés après la variété de riz FOFIFA 152 à cycle court. Il était nécessaire cette année, compte tenu du déficit hydrique de Février et Mars, de semer très tôt les cultures de contre-saison.

Les biomasses sèches des différentes espèces testées, en fin de saison sèche, sont variables d'un site à l'autre : 7 à 10 t/ha pour la dolique, 8 à 11 t/ha pour le vigna umbellata, 5 à 7 t/ha pour le niébé, 7,5 t/ha pour l'avoine, 5 à 8 t/ha pour le mucuna et la vesce, 15 t/ha pour setaria splenda. Le mucuna a souffert du froid en Juillet-Août, plus prononcé cette année.

Les marges nettes **(tableau 17)** les plus élevées sont obtenues par le système "FOFIFA 152 et dolique" sur les sols alluvionnaires (8 778 000 FMG/ha), et la succession "FOFIFA 154 et vigna umbellata" sur sol organique (8 716 000 FMG), sur les parcelles fertilisées.

Pour ces systèmes, les temps de travaux sont respectivement de 1 730 heures/ha et 1 930 heures/ha, et la productivité de travail de 5 070 et 4 510 FMG/heure ; sans fertilisation, ces paramètres sont minorés de 10 à 20 %.

II 5 – Enseignements des trois années du projet

Les changements climatiques enregistrés depuis plusieurs années au Lac Alaotra semblent perdurer, avec une installation tardive de la saison des pluies et une pluviométrie en baisse et très mal répartie durant le cycle cultural. Une grande partie des pluies correspond en fait à des dépressions cycloniques. Vu l'ampleur des déforestations sur les 70 km qui séparent le Lac de la côte Est, cette situation alarmante n'est malheureusement peut-être pas seulement passagère.

Les conséquences sont catastrophiques pour l'agriculture de la région, en particulier pour le riz pluvial sur les tanety, la riziculture irriguée sans maîtrise de l'eau, et la production de biomasse nécessaire à l'alimentation des animaux.

Il apparaît nécessaire, face à ce constat, de repenser totalement les systèmes de production actuels, en tenant compte des exigences hydriques propres à chaque culture. Il est en effet tout à fait aberrant de laisser en jachère des rizières par manque d'irrigation, de cultiver du manioc sur les baihohos, donc sur des sols riches et où le facteur eau n'est pas limitant, et dans le même temps augmenter les surfaces emblavées en riz pluvial sur les tanety.

La plupart des paysans du Lac possèdent des terres dans ces diverses situations. Il leur faut aujourd'hui produire un maximum de riz dans la plaine, et réserver la majorité de leur assolement sur tanety à des cultures moins exigeantes en eau que le riz.

Après 3 années au sein du projet, TAFA possède tous les éléments techniques pour assurer cette évolution nécessaire des systèmes de production au niveau régional :

➔ **Produire du riz pluvial en semis direct dans la plaine** :

Les milieux concernés sont les rizières où l'irrigation n'est pas maîtrisée, les secteurs non irrigables un peu surélevés dans la plaine et les baibohos.
Le semis direct de variétés de riz pluviaux permet de s'affranchir totalement des aléas climatiques et de diminuer de manière drastique les sarclages, contrainte principale de la riziculture pluviale sur les sols riches, qui justifie en grande partie la présence du manioc sur les baibohos.

* **Sur les rizières où l'irrigation est aléatoire,** qui représentent plus de 60 % des surfaces rizicultivées dans la plaine, un simple paillage permet d'atteindre des productions de paddy supérieure à 2,5 t/ha, inespérées aujourd'hui dans ces situations. Mais il est possible de produire beaucoup plus, en installant en contre saison des légumineuses à cycle long qui fourniront de l'azote, seul élément réellement limitant pour le riz sur la majorité des sols de rizières. Ces légumineuses produisent suffisamment de biomasse pour pratiquer le semis direct de riz sans apport de paille complémentaire la saison suivante.

Ces itinéraires sont faciles à mettre en oeuvre et à pérenniser dans le temps. Il faut semer le riz pluvial tôt, aux premières pluies utiles, avec des variétés à cycle court (105 à 115 jours), pour sécuriser les cultures de contre-saison, qui seront alors installées sur la fin des pluies en Mars et pourront se développer avant l'arrivée des froids.

La légumineuse la plus intéressante actuellement est la vigna umbellata, dont le prix de vente est attractif ; elle produit durant toute la saison sèche, et fournit une biomasse importante, un peu ligneuse, qui se conserve longtemps après le semis de riz. La dolique est moins connue au Lac, mais possède des propriétés assez proches du vigna umbellata, se récolte plus facilement, et résiste mieux à la sécheresse.
Ces systèmes, avec deux cultures en succession, dégagent des marges nettes très élevées, avec une productivité du travail maximale.
Parmi les légumineuses de couverture, la vesce (vicia villosa) est certainement l'espèce la mieux adaptée à la saison sèche relativement froide de la région ; ce n'est pas le cas du mucuna, qui doit impérativement être semé très tôt, mais finira son cycle avant la fin de la saison sèche.

Pour les légumineuses (vigna umbellata, dolique, vesce) qui restent vertes jusqu'à l'implantation du riz la saison suivante, il faudra à l'avenir, dès que les surfaces emblavées seront plus importantes, ne plus les faucher mais les rouler, avec un petit rouleau à cornières tracté par un bœuf. Cette opération devrait suffire à les détruire, en répartissant le mulch beaucoup mieux que ne le fait la fauche, et en diminuant fortement le temps de travail.

L'introduction de 14 variétés brésiliennes de riz, multipliées à Manakara en contre-saison 2001, devrait encore améliorer les performances des itinéraires proposés, dès leur vulgarisation prévue en saison 2002-2003. Croisements entre des riz pluviaux et des riz irrigués, ces variétés sont bien adaptées à ces situations en rizières, possèdent un potentiel plus élevé que les variétés utilisées actuellement, ont une excellente qualité de grains et un très bon rendement à l'usinage.

* **Sur les baibohos et les sols exondés dans la plaine,** les mêmes systèmes qu'en rizières peuvent être pratiqués en semis direct. Mais il est possible dans ces milieux de diversifier les cultures, avec en particulier du maïs associé à des légumineuses à cycle long, et des haricots suivi d'une avoine ou d'un sorgho non photosensible. Les rotations entre ces cultures et le riz pluvial sont très performantes aux niveaux technique et économique.

Il est extrêmement urgent de vulgariser ces techniques qui constituent une véritable révolution pour la riziculture au lac Alaotra ; les conséquences sur le revenu des agricultures et la production globale de paddy dans la région peuvent être considérables.

➔ **Produire sur les tanety des cultures peu sensibles au stress hydrique :**

C'est le cas du sorgho, du manioc, des légumineuses comme le niébé, le vigna umbellata, la dolique, l'arachide, et dans une moindre mesure du maïs.

- Sur les **sols pauvres**, sans écobuage ni engrais, seuls le manioc et les légumineuses peuvent donner des productions.

En semis direct sur paillage, les rendements du niébé augmentent assez rapidement avec une fumure essentiellement organique. Après quelques années, il est alors envisageable d'installer des associations entre des céréales (maïs ou sorgho à peuplement faible) et des légumineuses (dolique, vigna umbellata, niébé à cycle long).

- Sur les **sols "riches"**, ou dont la fertilité a été restaurée (écobuage, fertilisation) :

Les meilleurs systèmes de culture sont les associations entre le maïs ou le sorgho (variétés non photosensibles à haut potentiel), et des légumineuses à cycle long qui finissent leur cycle en saison sèche. Une plante comme la dolique reste verte jusqu'à la fin de la saison sèche, même les années à pluviométrie déficitaire.

Si les parcelles ne sont pas écobuées ou fertilisées, le peuplement des céréales doit être assez faible (poquets à 1 m x 1 m), et l'apport de fumier renforcé autour des poquets ; le peuplement peut être doublé dans les autres cas.

Ces systèmes de culture peuvent être continus, ou revenir au moins une année sur deux, en rotation avec des plantes qui fournissent peu de biomasse (arachide, haricot, manioc), ou avec du riz pluvial pour les paysans possédant peu ou pas de rizière. Sur les parcelles écobuées, le riz pluvial doit être associé au niébé, pour son rôle de tampon vis à vis des aléas climatiques.

Il faut apprendre aux agriculteurs du lac Alaotra les préparations culinaires de produits nouveaux comme le sorgho et la dolique, plantes des écologies semi-aride bien adaptés à la sécheresse.

➔ **Produire un maximum de biomasse dans tous les milieux** :

- Dans les parcelles de culture en semis direct, pour ne plus avoir à prélever de la biomasse à l'extérieur des parcelles pour le paillage :

  - maïs ou sorgho associés à des légumineuses à cycles longs (niébé, dolique, vigna umbellata, mucuna sur sol riche) sur tanety, baiboho et sols exondés dans la plaine.

  - haricot ou niébé à cycle court suivis d'une avoine ou un sorgho quand cela est possible,

  - riz pluvial et légumineuses volubiles en succession dans la plaine.

Il est tout à fait possible de pratiquer le semis direct dès la deuxième année en utilisant ces associations ou successions de cultures avec des techniques classiques la première année.

- En installant des plantes fourragères dans tous les milieux pour assurer la nourriture des animaux :

  - Pâturages temporaires :

    - sur les sols riches de tanety, baiboho ou sols exondés dans la plaine, du brachiaria ruziziensis peut être associé aux maïs ; il peut être fauché plusieurs fois dans l'année et transporter dans les parcs, ou être pâturé sur la parcelle en saison sèche. La parcelle peut être remise en culture l'année suivante si le paysan le désire.

    - sur les rizières en contre-saison, la vesce ou le Setaria splenda (installation par boutures) peuvent être fauchés au moins une fois, tout en fournissant une biomasse suffisante pour le semis direct du riz la saison suivante.

- Pâturages permanents :

    - sur les sols pauvres de tanety, laissés en général en jachère, il est conseillé d'installer du brachiaria brizantha par boutures, après trempage dans une bouillie d'hyper barren. Cette graminée peut être associée à des légumineuses fourragères, comme le stylosanthes guianensis. Ces plantes fournissent une biomasse importante et de qualité, même sur les sols les plus pauvres.

    - Dans la plaine, sur la frange de terres laissée en jachère et utilisée traditionnellement comme pâturage en bordure du lac, il est possible de remplacer la flore naturelle par des plantes fourragères beaucoup plus productives :

        - Brachiaria brizantha ou Panicum maximum dans les secteurs exondés, actuellement couverts de Cynodon dactylon. Ces plantes peuvent être installées en dérobé dans une culture de haricot, après destruction du Cynodon au glyphosate.

        - Brachiaria humidicola et Setaria splenda dans les zones faiblement inondées,

        - Brachiaria mutica dans les zones fortement inondées.

- Sur les tanety, les rizières, les bourrelets de berge, il est possible d'installer entre ou à la périphérie des parcelles de cultures des plantes comme le bana grass (canne fourragère), le cajanus cajan (pois d'Angole) et les tephrosia. Plusieurs coupes sont possibles dans l'année, même en saison sèche. Transportée dans les parcs, la biomasse produite servira à la nourriture des animaux et à la production d'un fumier paillé de qualité.

Tout ce référentiel technique mis au point par TAFA durant les 3 ans du projet, est actuellement proposé aux **agriculteurs du village d'Anandrobe** à l'Ouest du lac, qui se sont montrés particulièrement intéressés par le semis direct après les premières démonstrations en saison 1999/2000 (20 ares emblavées par 12 agriculteurs).

Sur ce terroir, les sols jaunes du tanety sont caractéristiques des sols pauvres de l'Ouest du lac. Les paysans y pratiquent des rotations entre le riz pluvial et le manioc. Les animaux sont nourris aux parcs avec de la paille de riz (10 à 12 mois de l'année), du manioc (6 à 12 mois de l'année ; les 2/3 du manioc produit est réservé à l'alimentation des animaux), et avec la flore prélevée dans les jachères de Février à Avril. Les bœufs sont en général en excellent état ; certains agriculteurs produisent et vendent du lait. La production de fumier paillé est importante et de qualité. Avec cette fumure organique, les paysans obtiennent sur tanety des rendements très corrects (jusqu'à 5 t/ha de paddy en semis direct à sec cette année), sur les plateaux et les bas de glacis. Les pentes sont plus dégradées par l'érosion, et les productions plus faibles, voire médiocres. Les agriculteurs du terroir possèdent aussi des rizières sur sols organiques, où ils pratiquent la riziculture irriguée avec une maîtrise plus ou moins aléatoire de l'eau.

Il est bien évident que les systèmes de culture pratiqués sur tanety sur le terroir se prêtent mal au départ aux techniques de semis direct. Les résidus de riz sont systématiquement exportés et le manioc ne laisse aucune biomasse sur le sol ; la recharge en carbone du profil par les cultures est très faible. L'évolution vers une gestion agroécologique des sols et des cultures suppose un changement radical des systèmes de production des agriculteurs. Cette année, les paysans ont dû acheter le bozaka nécessaire en paillage des parcelles (11 tonnes de matière sèche pour un coût de 620 000 FMG), et parfois renforcer le mulch en végétation au fur et à mesure de la disponibilité en bozaka sur les jachères les plus proches. Très peu de paysans ont utilisés de la paille de riz ; un agriculteur a d'ailleurs rencontré un grave problème de pyriculariose sur riz pluvial avec un mulch de paille de riz irrigué acheté dans des secteurs infestés.

On comptait cette année en semis direct sur le terroir :

- sur tanety : 4 ha de riz pluvial, 0,25 ha de manioc, 500 m² de haricot ; 1,2 ha ont été emblavés en maïs associé à des légumineuses (mucuna et vigna umbellata),
- en rizières : 0,25 ha de riz FOFIFA 154 en saison, et 1,4 ha de légumineuses (vigna umbellata, mucuna, haricot) en contre-saison.

Les 20 agriculteurs concernés ont pris très vite conscience de la limite de ce système et de la nécessité de produire un maximum de biomasse sur le terroir. Ils ont ainsi installé dès cette année plusieurs plantes fourragères dans des milieux différenciés, dont les boutures et semences pourront être utilisées la campagne prochaine :

- sur tanety : 0,9 ha de brachiaria ruziziensis en dérobé dans le manioc, 0,16 ha de brachiaria brizantha dans une jachère sous eucalyptus, et 4 km de plantations en ligne de bana grass, cajanus et tephrosia.
- sur les bourrelets de berges : 350 mètres linéaires de bana grass, 550 m² de setaria splenda, 1500 m² de brachiaria ruziziensis et 200 m² de brachiaria brizantha.

Des plantations d'arbres à croissance rapide (acacia auriculiformis) ont aussi été réalisées, comme brise-vent sur les tanety (4 km de plantations), et fourniture en bois de chauffe près du village.

Toutes ces réalisations vont dans le bon sens et les paysans se disent prêts à les démultiplier les campagnes prochaines. Mais il faudra bien sûr un peu de temps pour que les agriculteurs évoluent vers des systèmes de production intégrant une gestion des sols et des cultures en semis direct et une production de biomasse suffisante pour nourrir les animaux sans avoir à prélever les résidus de récolte. Cela supposera :

- sur tanety :

  . introduire dans les assolements du maïs associé à des légumineuses volubiles (2,5 ha prévus en 01/02),
  . diminuer les surfaces emblavées en manioc au profit de plantes fourragères, comme les brachiarias et stylosanthes (2,5 ha prévus),
  . installer des plantes comme le brachiaria brizantha dans les jachères (1 ha prévu), et des espèces fourragères, en particulier le bana grass, entre et à la périphérie des parcelles de cultures.

- en rizières : installer de la vesce, du setaria splenda, et éventuellement de l'avoine en contre-saison, dont une partie sera consommée par les animaux.

Le suivi de cette évolution dans le temps est essentiel pour TAFA, qui pour la première fois confronte ses résultats sur les systèmes de culture aux réalités du milieu réel à l'échelle des terroirs villageois. Un technicien de TAFA et une stagiaire du Cirad (stage de 2 ans) travaillent à plein sur le sujet, afin de chiffrer tous les paramètres de cette évolution :

- temps de travaux de toutes les opérations culturales sur labour et en semis-direct,
- rendements en grains et tubercules des cultures, et biomasse des résidus de récolte en fonction du mode de gestion du sol,
- bilan des transferts de biomasse : paille de riz et tubercules de manioc consommés par les animaux, fumier produit et épandu sur les parcelles, biomasse de bozaka utilisée pour le paillage, production totale de biomasse fournie par les plantes fourragères.

Cet ensemble de données devraient rapidement permettre de proposer aux agriculteurs du terroir, et aux autres partenaires, des assolements types où l'alimentation des animaux et la pratique du semis direct ne seront plus conflictuels. Un rapport de synthèse sur 2 ans sera disponible fin 2002.

Il est essentiel que les structures de vulgarisation et des représentants de village visitent régulièrement le terroir d'Anandrobe, avec les responsables de l'association "semis direct" qui a été créée dans le village. Les agriculteurs leur montreront comment créer un bocage, comment gérer autrement les sols et les cultures sur les tanety et les rizières, et comment produire un maximum de biomasse pour nourrir les animaux. Ils pourront aussi rapidement, compte tenu des surfaces concernées, leur fournir le matériel végétal nécessaire à la mise en oeuvre de cette gestion intégrée des terroirs villageois.

Tableau 2 : Résultats d'analyses de sol au Lac Alaotra sur Tanety (Prélèvements de Novembre 1998).

	Profondeur (en cm)	Granulométrie %					Carbone azote			PH		Bases échangeables (Cobalti – Hexamine) (meq/100 g) Bases échangeables (AC ONH4 pH = 7,0) (meq./100g.)										Phosphore (ppm)	
		A	LF	LG	SF	SG	MO %	N ‰	C/N	Eau	Kcl	Ca++	Mg++	K+	Na+	Mn+	Al+++	H+	S	CEC	V%	Total	P_2O_5 Olsen
Site de Marololo (Labo : CIRAD – Fra.)	0 – 5 cm	6,90	22,50	17,80	21,80	30,90	2,35	1,28	10,70	4,80	4,15	0,84 0,98	0,43 0,47	0,07 0,13	0,01 0,01	0,38	0,10	0,07	1,35 2,94	1,94 9,03	69,43 17,61	1310,35	21,50
	5 – 10 cm	6,90	24,00	18,60	22,80	27,80	2,12	1,14	10,78	4,55	3,95	0,61 0,60	0,19 0,22	0,03 0,07	0,01 0,01	0,30	0,32	0,12	0,83 1,73	1,72 8,72	48,60 10,31	1310,30	16,90
	10 – 20 cm	8,10	25,40	19,30	18,20	29,10	1,92	1,05	10,65	4,45	4,00	0,55 0,62	0,17 0,22	0,03 0,06	0,01 0,01	0,23	0,34	0,12	0,76 1,67	1,67 8,28	45,72 10,94	1210,15	14,60
	20 – 40 cm	8,60	22,20	23,50	21,40	24,30	1,24	0,77	9,39	4,90	4,60	0,90 0,95	0,23 0,27	0,02 0,05	0,01 0,01	0,16	0,02	0,04	1,16 2,44	1,70 6,79	68,14 18,80	1136,65	15,45
Site de Manakam-bahiny (Labo : CIRAD – Fra.)	0 – 5 cm	4,60	9,10	14,40	23,90	48,00	2,08	0,87	13,98	5,20	4,40	0,26 0,32	0,03 0,08	0,03 0,07	0,01 0,01	0,01	0,29	0,05	0,33 0,48	0,92 7,05	36,14 6,78	670,25	4,72
	5 – 10 cm	11,20	11,80	14,70	15,40	46,90	3,21	1,45	12,85	4,55	4,00	0,18 0,19	0,09 0,14	0,08 0,12	0,01 0,01	0,02	0,30	0,12	0,36 0,45	1,39 9,93	25,66 4,57	868,60	13,70
	10 – 20 cm	7,50	13,00	14,10	14,80	50,70	2,97	1,28	13,45	4,65	4,15	0,04 0,05	0,02 0,08	0,04 0,09	0,01 0,01	0,01	0,81	0,12	0,11 0,23	1,29 8,99	8,92 2,56	781,80	8,90
	20 – 40 cm	10,10	12,40	12,90	17,10	47,50	3,38	1,58	12,42	4,65	4,05	0,22 0,29	0,16 0,19	0,18 0,25	0,01 0,01	0,03	0,49	0,11	0,58 0,74	1,34 9,54	43,74 7,71	843,45	16,70

Tableau 3 : Données pluviométriques décadaires (en mm) sur les dispositifs de Tanety au Lac Alaotra.

		Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept
Site de Manakambahiny	1ère décade		1	22	13	31	5	30					
	2ème décade		16	18	116	29	26	1					
	3ème décade		0	81	394	35	17	0					
	Total	**0**	**17**	**121**	**523**	**95**	**48**	**31**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Site de Marololo	1ère décade		0	35	10	15	5	50					
	2ème décade		2	19	116	8	4	0					
	3ème décade		0	48	252	47	22	0					
	Total	**0**	**2**	**102**	**378**	**70**	**31**	**50**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tableau 4 : Systèmes de cultures testés sur Tanety à Marobolo en saison 2000/2001. Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Itinéraires			
		W	SD	SD + E99	SD + E98
Associations de cultures					
Maïs + Niebe cycle long	Riz + Haricot	X	X	X	X
Sorgho + Vigna umbellata	Sorgho + Soja	X	X	X	X
Sorgho + Dolique	Sorgho + Haricot		X	X	
Sorgho + Niebe cycle long	Sorgho + Vigna umbellata		X	X	
Riz + Niebé cycle court	Maïs + Vigna umbellata			X	X
Successions de cultures					
Riz + Haricot	Maïs + Vigna umbellata	X	X	X	X
Riz + Niebe cycle court	Maïs + Mucuna		X	X	
Niebe cycle court + Avoine	Soja + Sorgho	X	X		
Niebe cycle court + Mil	Soja + Avoine		X		
Niebe cycle court + Eleusine	Soja + Mil		X		
Avoine + Niebe cycle court	Haricot + Avoine	X	X		
Mil + Niebe cycle court	Haricot + Mil		X		
Eleusine + Niebe cycle court	Haricot + Sorgho		X		
Associations de cultures et plantes de couverture					
Maïs + Brachiaria r.	Riz + Brachiaria r.		X	X	
Riz + Brachiaria r.	Maïs + Brachiaria r.		X	X	
Riz + Pueraria p.	Maïs + Pueraria p.		X	X	
Riz + Arachis pintoï	Maïs + Arachis pintoï		X	X	
Riz + Stylosanthes g.	Maïs + Stylosanthes g.		X	X	
Riz (témoin)	Maïs + jachère 2ème cycle		X	X	
Soja + Tifton	Maïs + Tifton		X	X	

W = Labour **SD** = Semis direct avec apport de paille si nécessaire
E 99 = Ecobuage effectué en 1999 - **E 98** = Ecobuage effectué en 1998

Tableau 5 : Systèmes de cultures testés sur Tanety à Manakambahiny en saison 2000/2001. Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Itinéraires			
		W	SD	SD - P + E98	SD +E98
Associations de cultures					
Maïs + Dolique	Riz + Haricot Sorgho + Niebe cycle long	X		X	X •
Maïs + Vigna umbellata	Sorgho + Dolique	X		X	X
Maïs + Niebe cycle long	Sorgho + Haricot				X
Riz + Niebe cycle court	Maïs + Vigna umbellata			X	X
Successions de cultures					
Riz + Niebe cycle court	Maïs + Vigna umbellata Maïs + Niebe cycle court Maïs + Mucuna	X •		X	X • X
Niebe cycle court + Avoine	Soja + Sorgho	X	X		
Niebe cycle court + Sorgho	Soja cycle moyen	X	X		
Niebe cycle court + Eleusine	Soja + Avoine		X		
Niebe cycle court + Mil	Soja + Mil		X		
Avoine + Niebe cycle court	Haricot + Avoine	X	X		
Eleusine + Niebe cycle court	Haricot + Sorgho		X		
Mil + Niebe cycle court	Haricot + Mil		X		
Associations de cultures et plantes de couverture					
Maïs + Mucuna	Sorgho + vigna umbellata				X
Riz + Brachiaria r.	Brachiaria r. 1 an			X	
Riz + Pueraria p.	Pueraria p. 1 an			X	
Riz + Arachis pintoï	Arachis pintoï 1 an			X	
Riz + Stylosanthes g.	Stylosanthes g. 1 an			X	
Riz (témoin)	jachère 1 an			X	
Soja + Tifton	Tifton 1 an			X	

W = Labour **SD–P** = Semis direct sans apport de paille **E 98** = Ecobuage effectué en 98
SD = Semis direct avec apport de paille si nécessaire **X** : sur dispositif principal • : sur dispositif secondaire

Tableau 6 : Justifications des systèmes de culture testés sur Tanety au Lac Alaotra

Systèmes de culture	Justifications
Associations de cultures	
Maïs + Niebe cycle long Maïs + Vigna umbellata Maïs + Dolique Sorgho + Niebe cycle long Sorgho + Vigna umbellata Sorgho + Dolique Riz + Niebé cycle court (écobuage)	2 récoltes sur le même cycle Systèmes racinaires complémentaires Biomasse des 2 plantes Apport d'azote par la légumineuse Recyclage en éléments en début de saison sèche
Successions de cultures	
Riz + Niebé cycle court Riz + Haricot Niebé cycle court + Avoine Niebé cycle court + Mil Niebé cycle court + Sorgho Niebé cycle court + Eleusine Avoine + Niebé cycle court Mil + Niebé cycle court Eleusine + Niebé cycle court	2 récoltes dans l'année Systèmes reproductibles -> pas de monoculture Biomasse par la céréale en particulier Apport d'azote par la légumineuse Recharge en carbone dans le profil Restructuration du profil Recyclage en éléments par le 2ème cycle
Associations cultures et plantes de couverture	
Maïs + Mucuna	Légumineuse annuelle volubile Forte biomasse Apport d'azote élevé
Riz + Pueraria phaseloïdes	Légumineuse vivace volubile Pérennité possible Apport d'Azote Biomasse importante Recyclage en élément en saison sèche
Riz + Arachis pintoï	Légumineuse vivace rampante Apport d'Azote Couverture vive permanente possible
Riz + stylosanthes guianensis	Légumineuse vivace fourragère Rotation cultures/pâturages possible Biomasse et apport d'azote
Soja + Tifton	Graminée fourragère rustique (=cynodon) Rotation cultures/pâturages possible Restructuration et recharge en carbone du profil Couverture vive permanente dans légumineuse
Maïs + Brachiaria ruziziensis Riz + Brachiaria ruziziensis	Graminée fourragère rustique Rotation cultures/pâturages possible Restructuration et recharge en carbone du profil Forte biomasse Excellent précédent pour le riz en semis direct

Tableau 7 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures sur les dispositifs principaux sur Tanety. Lac Alaotra.

Cultures	Fumure	Marololo				Manakambahiny					
						Dispositif principal				Dispositif secondaire	
		W	SD	SD E 99	SD E 98	W	SD	SD-P E 98	SD E 98	W	SD E 98
Maïs + *Niebé cycle long* associé	F_1	0,86 *0,14*	1,65 *0,24*	2,88 *0,41*	2 ,07 *0,33*				(1) *0,37*		
	F_2	1,83 *0,26*	2,66 *0,43*	3,59 *0,64*	2,96 *0,51*				(1) *0,46*		
Maïs + *Vigna umbellata associé*	F_1					0,19 *0,09*		1,88 *0,20*	2,01 *0,31*		
	F_2					0,74 *0,14*		2,36 *0,33*	2,54 *0,41*		
Sorgho + *Vigna umbellata* associé	F_1	0,63 *0,11*	1,04 *0,24*	1,36 *0,34*	1,25 *0,28*						
	F_2	0,88 *0,17*	1,31 *0,32*	1,51 *0,46*	1,44 *0,40*						
Sorgho + *Niebe cycle long* associé	F_1		1,08 *0,28*	1,31 *0,47*							
	F_2		1,29 *0,47*	1,50 *0,59*							
Sorgho + *Dolique* associée	F_1		1,05 *0,38*	1,30 *0,57*							
	F_2		1,35 *0,52*	1,48 *0,69*							
Riz + *Niebé cycle court* associé (sur écobuage)	F_1	0,35	0,83	1,28 *0,41*	1,04 *0,30*	0,09		0,49 *0,18*	0,65 *0,25*	0,13	0,80 *0,32*
	F_2	0,54	1,21	1,52 *0,56*	1,33 *0,47*	0,18		0,86 *0,29*	1,19 *0,39*	0,25	1,24 *0,46*
Niébé cycle court	F_1	0,60	0,91			0,62	1,28				
	F_2	0,73	1,18			0,81	1,46				
(Maïs) + *Dolique* associée	F_1										(1) *0,51*
	F_2										(1) *0,63*

(1) Variété de maïs très peu productive (pas IRAT 200).

Tableau 8 : Coûts des intrants (en milliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture sur les sols exondés au Lac Alaotra.

		Tanety		Baiboho et Rizière « haute »	
		W	SD ou E	W	SD ou E
Maïs et Sorgho + Niebe cycle long Maïs et Sorgho + Vigna umbellata Maïs et Sorgho + Dolique	F_1	121	186	121	186
	F_2	1251	1316	990	1055
Maïs + Mucuna Riz pluvial	F_1	13	78	13	78
	F_2	1143	1208	882	947
Riz + Niebe cycle court associé (sur écobuage)	F_1	-	132	-	-
	F_2	-	1262	-	-
Riz + Niebe cycle long en succession	F_1	-	-	121	186
	F_2	-	-	990	1055
Niebe cycle court	F_1	67	132	-	-
	F_2	1002	1067	-	-
Niebe cycle long Dolique Vigna umbellata	F_1	-	-	121	186
	F_2	-	-	795	860
Haricot	F_1	-	-	13	78
	F_2	-	-	687	752

Traitement des semences : 13000 FMG/ha (base 50 kg/ha de semences par cycle)
Herbicides avant semis en semis direct : Gramoxone (1 l/ha) : 65350 FMG/ha
Insecticides : 4 traitements au CYPERCAL (0,25 l/ha) sur Niebe cycle long - Dolique - Vigna umbellata : 108000 FMG/ha
2 Traitements au CYPERCAL (0,25 l/ha) sur Niebe cycle court : 54000 FMG/ha
Fertilisations : Tanety : F_2 = 1.130.000 FMG/ ha sur céréales
F_2 = 935.000 FMG/ ha sur légumineuses
Dans la plaine : F_2 = 869.000 FMG/ ha sur céréales
F_2 = 674.000 FMG/ ha sur légumineuses

Tableau 9 : Marges nettes (en milliers de FMG) à l'hectare dégagées par chaque système de culture sur Tanety. Lac Alaotra

CULTURES	Fumure	Marololo				Manakambahiny					
						Dispositif principal				Dispositif secondaire	
		W	SD	SD E 99	SD E 98	W	SD	SD-P E 98	SD E 98	W	SD E 98
Maïs + Niebe cycle long associé	F_1	960	1816	3287	2398				(752)		
	F_2	954	2020	3335	2475				(-153)		
Maïs + Vigna umbellata associé	F_1					265		1912	2297		
	F_2					- 272		1515	1868		
Sorgho + vigna umbellata associé	F_1	689	1298	1820	1576						
	F_2	- 78	597	1117	908						
Sorgho + Niebe cycle long associé	F_1		1432	2102							
	F_2		955	1434							
Sorgho + Dolique associée	F_1		1504	2116							
	F_2		923	1391							
Riz + Niebe cycle court associé (sur écobuage)	F_1	512	1167	2933	2178	122		1053	1468	182	1988
	F_2	- 333	607	2418	1908	- 873		753	1498	- 768	1748
Niebe cycle court associé	F_1	1433	2143			1483	3068				
	F_2	823	1883			1023	2583				
(Maïs) + Dolique associée	F_1										(885)
	F_2										(7)

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

Riz pluvial (paddy) : 1500 FMG ; Maïs et Sorgho : 850 FMG ;
Haricot : 2400 FMG ; Niebe et Vigna umbellata : 2500 FMG ; Dolique : 2100 FMG.

Tableau 10 : Paramètres techniques et économiques sur 3 ans pour l'association « maïs + légumineuses[1] » sur Tanety. Lac Alaotra.

			Marololo			Manakambahiny		
			W	SD	E 98	W	SD	E 98
Rendement moyen du Maïs (tonnes/ha)		F_1	1,12	1,91	2,74	0,28	-	2,53
		F_2	1,94	2,77	3,35	0,73	-	2,94
Marges nettes cumulées (x 1000 FMG)		F_1	3213	5238	8055	748	-	7983
		F_2	1999	4558	6423	- 422	-	5692
TEMPS DE TRAVAUX CUMULES (en heures)	Mise En Place	F_1	240	615	1355	240	-	1355
		F_2	255	630	1370	255	-	1370
	Entretien	F_1	720	105	140	380	-	70
		F_2	920	155	155	470	-	90
	Récolte et Post-récolte	F_1	395	600	845	175	-	975
		F_2	600	870	1040	300	-	1135
	Total	F_1	1355	1320	2340	795	-	2400
		F_2	1775	1655	2565	1025	-	2595
Valorisation de l'heure De travail (FMG)		F_1	2370	3970	3440	940	-	3325
		F_2	1130	2755	2500	- 410	-	2190

[1] Manakambahiny : vigna umbellata les 3 années
Marololo : vigna umbellata en année 2
niebe cycle long en année 3

Tableau 11 : Paramètres techniques et économiques sur 3 ans pour le riz pluvial[1] Sur Tanety. Lac Alaotra.

			Marololo			Manakambahiny		
			W	SD	E 98	W	SD	E 98
Rendement moyen (tonnes/ha)		F_1	0,69	1,36	1,24	0,08	-	1,51
		F_2	0,90	1,52	1,30	0,13	-	1,67
Marges nettes cumulées (x 1000 FMG)		F_1	3004	5710	6424	244	-	7394
		F_2	231	2772	3351	- 2313	-	4885
TEMPS DE TRAVAUX CUMULES (en heures)	Mise en Place	F_1	495	990	1740	495	-	1740
		F_2	510	1005	1755	510	-	1755
	Entretien	F_1	900	120	160	400	-	60
		F_2	1200	180	180	530	-	80
	Récolte et Post-récolte	F_1	340	480	615	110	-	655
		F_2	385	515	695	120	-	865
	Total	F_1	1735	1590	2515	1005	-	2455
		F_2	2095	1700	2630	1160	-	2700
Valorisation de l'heure de travail (FMG)		F_1	1730	3590	2555	245	-	3010
		F_2	110	1630	1275	- 1995	-	1810

[1] Sur écobuage, le riz pluvial est associé au haricot en année 2 et au Niebé cycle court en année 3.

Tableau 12 : Systèmes de culture testés sur sols exondés dans la plaine de Marololo. Lac Alaotra.

Systèmes de culture	Précédent cultural	Rizière « haute »		Baiboho	
		W	SD	W	SD
Associations de cultures					
Maïs + Vigna umbellata	Soja cycle moyen	X	X		
Successions de cultures et de cultures et plantes de couvertures					
Riz + Haricot	Maïs + Vigna umbellata	X	X		
	Soja cycle moyen			X	X
Haricot + Niebe cycle long	Maïs + Haricot		X		
	Maïs + Soja				X
Riz + Mucuna	Maïs + Mucuna		X		X
Riz + Vivia villosa	Maïs + Vigna umbellata				X
Soja + Sorgho	Mil + Haricot	X	X		
Soja + Eleusine	Maïs + Haricot			X	X
Haricot + Avoine	Haricot + Avoine			X	X
Haricot + Sorgho	Haricot + Sorgho			X	X
Haricot + Mil	Haricot + Mil			X	X
Associations de cultures et plantes de couverture					
Maïs + Mucuna				X	X
Cultures pures à cycle long					
Niebe cycle long	Haricot + Avoine	X	X		
Dolique	Haricot + Sorgho		X		
Vigna umbellata	Haricot + Mil		X		

W = Labour - **SD** = Semis direct avec apport de paille si nécessaire.

Tableau 13 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures sur sols exondés dans la plaine de Marololo. Lac Alaotra

Cultures	FUMURE	Rizière « haute »		Baiboho	
		W	SD	W	SD
Maïs + *Vigna umbellata* associé	F_0	4,53 *0,22*	5,92 *0,44*	-	-
	F_1	5,77 *0,36*	6,78 *0,68*	-	-
Maïs + Mucuna associé	F_0	-	-	5,01	6,32
	F_1	-	-	5,93	7,48
Riz (précédent Maïs + Vigna umbellata)	F_0	3,41	6,09	-	-
	F_1	5,12	6,64	-	-
Riz (précédent Maïs + Mucuna)	F_0	-	6,31	-	-
	F_1	-	6,72	-	-
Riz + *Niebé cycle long* 2° cycle (précédent Maïs + Haricot)	F_0	-	5,53 *0,51*	-	-
	F_1	-	6,48 *0,63*	-	-
Riz (précédent soja)	F_0	-	-	4,30	4,66
	F_1	-	-	5,52	5,80
Haricot (précédent Avoine)	F_0	-	-	1,25	2,39
	F_1	-	-	1,37	2,50
Haricot (précédent sorgho)	F_0	-	-	-	2,02
	F_1	-	-	-	2,34
Haricot (précédent mil)	F_0	-	-	-	2,20
	F_1	-	-	-	2,46
Niebé cycle long	F_0	1,04	1,67	-	-
	F_1	1,26	1,96	-	-
Dolique	F_0	-	2,03	-	-
	F_1	-	2,48	-	-
Vigna umbellata	F_0	-	1,86	-	-
	F_1	-	2,08	-	-

Tableau 14 : Marges nettes (en milliers de FMG) à l'hectare dégagées par chaque système de culture sur sols exondés dans la plaine de Marololo. Lac Alaotra.

CULTURES	FUMURE	Rizière « haute »		Baiboho	
		W	SD	W	SD
Maïs + Vigna umbellata associé	F_0	4279	5946	-	-
	F_1	4814	6408	-	-
Maïs + Mucuna associé	F_0	-	-	4137	5186
	F_1	-	-	4050	5303
Riz (précédent Maïs + Vigna umbellata)	F_0	5102	9057	-	-
	F_1	6798	9013	-	-
Riz (précédent Maïs + Mucuna)	F_0	-	9387	-	-
	F_1	-	9133	-	-
Riz + Niebé cycle long 2° cycle (précédent maïs + Haricot)	F_0	-	9384	-	-
	F_1	-	10240	-	-
Riz (précédent Soja)	F_0	-	-	6437	6912
	F_1	-	-	7398	7753
Haricot (précédent Avoine)	F_0	-	-	2987	5658
	F_1	-	-	2601	5248
Haricot (précédent Sorgho)	F_0	-	-	-	4770
	F_1	-	-	-	4864
Haricot (précédent mil)	F_0	-	-	-	5202
	F_1	-	-	-	5152
Niebé cycle long	F_0	2479	3989	-	-
	F_1	2355	4040	-	-
Dolique	F_0	-	4077	-	-
	F_1	-	4348	-	-
Vigna umbellata	F_0	-	4464	-	-
	F_1	-	4340	-	-

Prix de kilo de grains bord champ au moment des récoltes : Riz pluvial (paddy) : 1500 FMG ; Maïs : 850 FMG ; Haricot : 2400 FMG ; Niebé et Vigna Umbellata : 2500 FMG ; Dolique : 2100 FMG

Tableau 15 : Paramètres techniques et économiques de quelques cultures sur sols exondés dans la plaine de MAROLOLO. LAC ALAOTRA

			Rizière « Haute » (3 ans)				Baiboho (1 an)	
			Maïs + *Vigna umbellata*		Riz pluvial[1]		Haricot[2]	
			W	SD	W	SD	W	SD
Rendement Moyen (tonnes/ha)		F_1	3,29 *0,26*	4,44 *0,55*	2 ,82	4,76	1,25	2,39
		F_2	3,99 *0,35*	5,19 0,67	3,61	5,15	1,37	2 ,50
Marges nettes Cumulées (x 1000 FMG)		F_1	9994	14849	12898	22829	2987	5678
		F_2	10564	15841	14671	23237	2601	5248
TEMPS DE TRAVAUX CUMULES (en heures)	Mise en place	F_1	240	645	635	1160	165	215
		F_2	250	655	645	1170	170	225
	Entretien	F_1	820	160	1210	150	300	25
		F_2	970	175	1510	180	405	30
	Récolte et Post-récolte	F_1	1025	1570	830	1260	155	225
		F_2	1265	1855	1080	1420	160	230
	Total	F_1	2085	2375	2675	2570	620	465
		F_2	2485	2685	3235	2770	735	485
Valorisation de l'heure de travail (FMG)		F_1	4795	6250	4820	8885	4820	12170
		F_2	4251	5900	4550	8390	3540	10820

[1] Haricot en succession du riz pluvial en année 2.
[2] Haricot en saison 2000-2001 sur précédent avoine de contre-saison 2000.

Tableau 16 : Rendements (en tonnes/ha) du riz en semis direct et des cultures de contre-saison en rizière. Lac Alaotra.

			F_0	F_1
Plaine de MAROLOLO Sol Alluvionnaire	1er cycle Riz	FOFIFA 154 (paillage)	2,72	3,56
		FOFIFA 152 (paillage)	2,56	3,38
	2ème Cycle	Dolique — Précédents FOFIFA 152	1,66	1,95
		Dolique — Précédent FOFIFA 154	0 ,84	1,09
		Vigna Umbellata — Précédent FOFIFA 152	0,56	0,61
		Vigna Umbellata — Précédent FOFIFA 154	0,42	0,48
		Niebé cycle long — Précédent FOFIFA 152	0,43	0,55
		Niebé cycle long — Précédent FOFIFA 154	0,31	0,40
Vallée MARIANINA Sol Alluvionnaire	1er cycle Riz	FOFIFA 154 — Précédent Mucuna - Vesce	3,09	3,46
		FOFIFA 154 — Précédent Avoine	2,38	3,27
		FOFIFA 152 — Précédent Mucuna – Vesce	2,82	3,31
		FOFIFA 152 — Précédent Avoine	2,30	3,05
	2ème cycle	Dolique (précédent FOFIFA 154)	1,22	1,41
		Vigna Umbellata (précédent FOFIFA 154)	0,44	0,52
		Niébé cycle long (précédent FOFIFA 154)	0,30	0,38
Bas-Fond ANANDROBE Sol Organique	1er cycle Riz	FOFIFA 154 (paillage)	2,66	3,32
		FOFIFA 152 (paillage)	2,43	3,18
	2ème cycle	Dolique (précédent FOFIFA 154)	1,78	2,06
		Vigna Umbellata (précédent FOFIFA 154)	1,63	1,80
		Niebé cycle long (précédent FOFIFA 154)	0,42	0,50

Tableau 17 : Marges nettes (en milions de FMG) à l'hectare dégagées par chaque système de culture en semis direct en rizières - Lac Alaotra.

			F_0	F_1
Plaine de MAROLOLO Sol Alluvionnaire	FOFIFA 154 +	Dolique	5710	7242
		Vigna Umbellata	4996	6153
		Niebé cycle long	4721	5953
	FOFIFA 152 +	Dolique	7192	8778
		Vigna Umbellata	5240	6208
		Niebé cycle long	4781	6058
Vallée MARIANINA Sol Alluvionnaire	FOFIFA 154 + (précédent légumineuses)	Dolique	7063	7764
		Vigna Umbellata	5601	6103
		Niebé cycle long	5251	5753
	FOFIFA 154 + (précédent avoine)	Dolique	5266	7479
		Vigna Umbellata	4536	5818
		Niebé cycle long	4186	5468
Bas-Fond ANANDROBE Sol Organique	FOFIFA 154 +	Dolique	7594	8542
		Vigna Umbellata	7931	8716
		Niebé cycle long	4906	5466

Traitement de semences : 13000 FMG par cycle (base 50 kg/ha de semences)
Fertilisation : F_1 = 253500 FMG/ha sur sols alluvionnaires
= 630500 FMG/ha sur sols organiques
Insecticides : 4 traitements au CYPERCAL (0,25 l/ha) sur les légumineuses en contre-saison : 108000 FMG/ha
Prix du kilo de grains bord champ au moment des récoltes :
Riz pluvial (paddy) : 1500 FMG
Niebé cycle long et vigna umbellata : 2500 FMG
Dolique : 2100 FMG

TANETY – Lac Alaotra

Riz écobué associé au niébé.
La partie gauche est non fertilisée.
Site de Marololo

Riz écobué sur mulch de Pueraria.
La partie gauche est non fertilisée.
En 2ème plan : pueraria d'un an.
Site de Manakanbahiny.

TANETY – Lac ALAOTRA

Riz pluvial (5 t/ha) en semis direct avec fumure organique. Paysan du terroir d'Anandrobe.

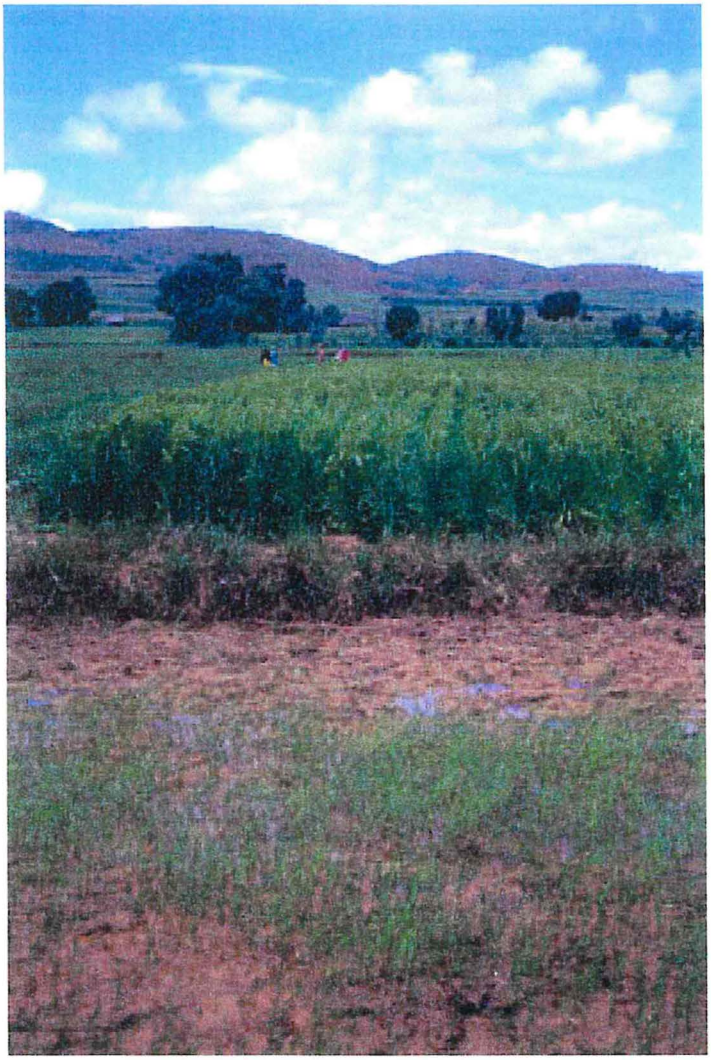
Niébé après 3 ans de semis direct (sans écobuage). La partie gauche est non fertilisée. Site de Manakamgahiny

Rizière « haute » - MAROLOLO – LAC ALAOTRA

Riz pluvial :
En 1er plan : sur labour
En 2ème plan : en semis direct
La partie droite est non fertilisée.

Riz pluvial
en semis direct :
6 t/ha sans fertilisation

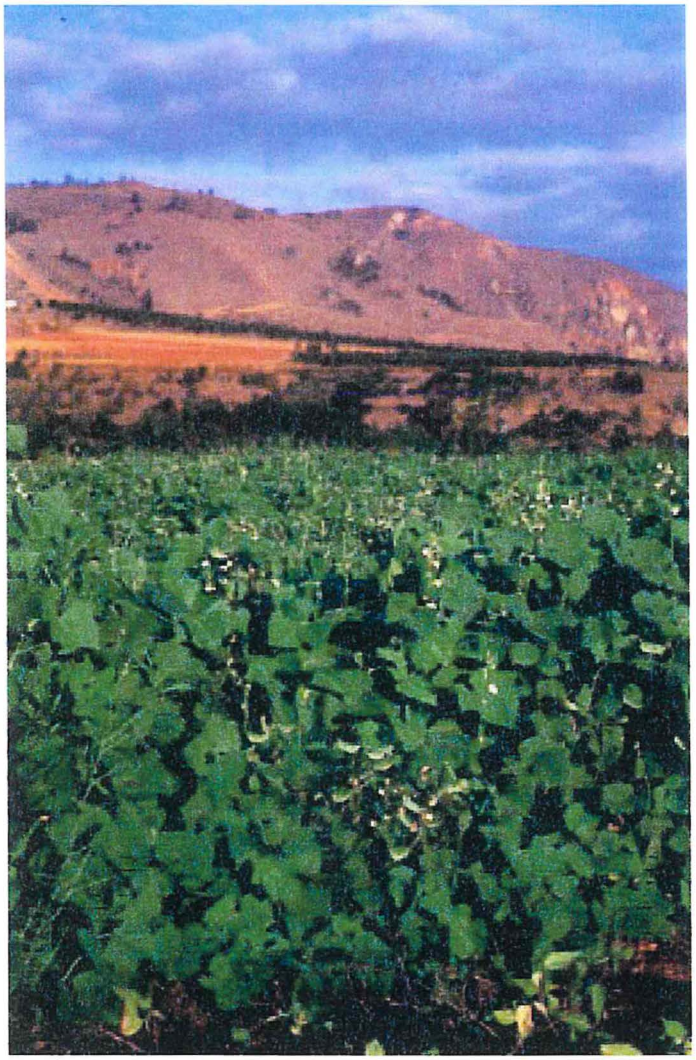
Rizières mal irriguées – LAC ALAOTRA



Riz FOFIFA 154 en semis direct.
En premier plan riz irrigué traditionnel.
Plaine de MAROLOLO

Riz FOFIFA 154
en semis direct.
Vallée MARIANINA

Culture de contre-saison en rizières – LAC ALAOTRA

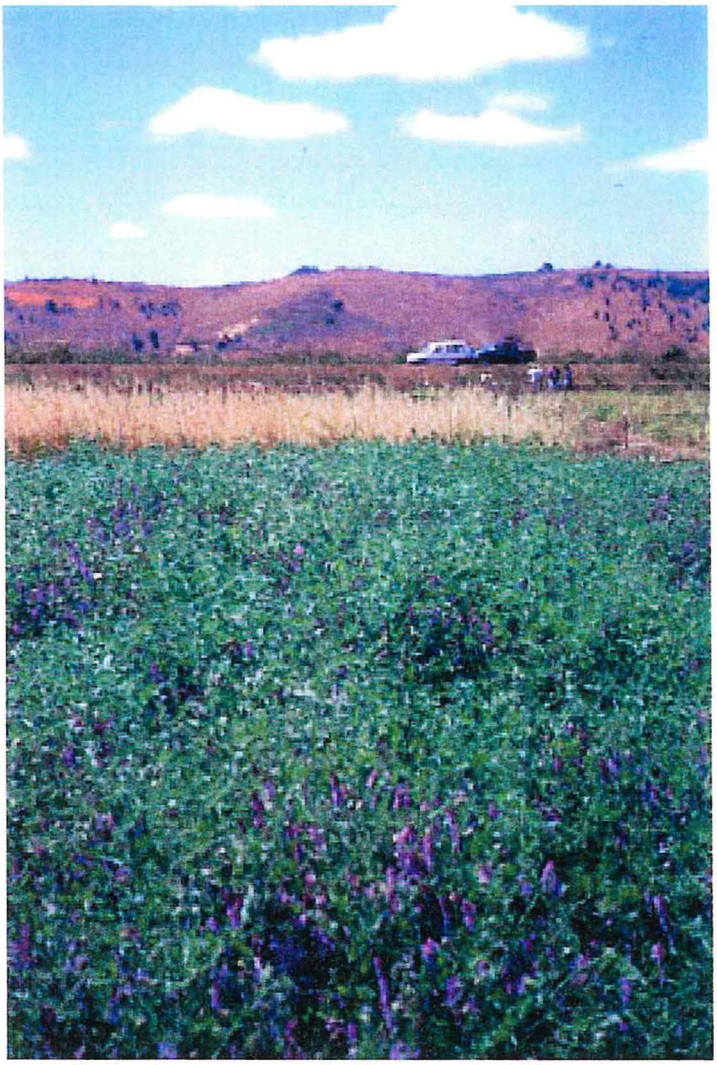


Vesce et avoine
(en 2ème plan).

Vallée MARIANINA

Dolique.

Vallée MARIANINA



III - LES DISPOSITIFS ET LES RESULTATS DANS LA REGION SUD-EST

III 1 – Le milieu et l'agriculture dans le Sud – Est

Les paysans dans cette région au climat tropical humide (pluviométrie de 2500 mm) pratiquent une agriculture itinérante sur défriche – brûlis de jachères arbustives ou arborées plus ou moins anciennes. La durée de ces jachères est en constante diminution ; la pression sur les terres de bonne qualité augmente. L'agriculture traditionnelle de « tavy » sur brûlis de forêt primaire a pratiquement disparu.
Les cultures vivrières sont essentiellement le riz, installé en ouverture de jachère, suivi de 1 à 2 cycles de manioc et retour à la jachère. Les rendements sont faibles sur ces sols ferralitiques fortement désaturés : inférieur à 1 tonne/ha pour le riz, de 3 à 7 tonnes/ha pour le manioc.
Le climat est propice aux cultures pérennes de rente comme le caféier, le giroflier, le poivrier et le litchi... Leur culture est extensive : le rendement moyen du caféier par exemple est estimé à 300 kg/ha.

A l'exception de quelques périmètres aménagés pour la riziculture irriguée dans les plaines les plus vastes (plaine d'Ambila encadrée par BRL à Manakara, plaine d'Ambotofaritana avec l'ANAE à Mananjary), les bas-fonds de la région sont étroits et connaissent une hydromorphie permanente ; les rendements de riz dans ces petits bas-fonds sont faibles et ne dépassent pas 1 tonne/ha en moyenne. De nombreux bas-fonds ne sont pas mis en valeur dans la région.
A côté de ces zones de production, on trouve d'importantes étendues couvertes d'Aristida sur les collines en « demi-orange », de très faible fertilité, jamais cultivées et brûlées régulièrement.

III 2 - Les dispositifs de TAFA dans la région

III 21 - Les sites

III 211 - Sur collines

➔ Les 4 sites ouverts sur collines en 1998 ont été pérennisés dans leur intégralité :

- **2 sites sur basaltes** :
  - 1 situation de sol riche sur colline en demi orange à **Ambatofotsy** à 7 km à l'Ouest de Mananjary. Ce dispositif de 0,4 ha a été installé en 1998 sur défrichement de « jachère à bambous » d'une quinzaine d'années.
  - 1 situation sur sol dégradé sur pente douce à **Sakoana** à 30 km à l'Ouest de Manakara. Le dispositif de 0,8 ha a été installé en 1998 sur une jachère arbustive non reconstituée de moins de 10 ans.
- **2 sites sur ouverture de jachères à Aristida en 1998** :
  - 1 situation sur colline en demi-orange et pente forte au Nord-Ouest de Mananjary. Dispositif d'**Ambalapaiso** de 0,4 ha.
  - 1 situation sur sol hydromorphe et faible pente à 30 km à l'Ouest de Manakara. Dispositif d'**Ankepaka** de 0,7 ha.

➔ **Pérennisation du dispositif** de 0,2 ha installé en 1999 à **Faraony** sur une jachère à Aristida très dégradée sur pente forte sur l'axe Manakara – Irondro à 50 km de Manakara. Cette situation de colline en demi-orange sur sol très pauvre et où l'horizon fertile est très peu épais, représente des surfaces inexploitées très importantes dans la région.

➔ Ouverture d'un dispositif de 0,15 ha sur **basalte riche**, après **défrichement sans brulis de recrûs forestiers**, près de Sakoana à Manakara.

Sur tous ces dispositifs sur collines, des plantes de couverture ont été installées :

- Cultures de rente, arbres à croissance rapide, ou graminées fourragères à la périphérie et entre les parcelles (constitution d'un bocage : diversification, brise- vent, régulation thermique et biologique) :

  * Caféiers, bananiers, papayers, ananas à Sakoana (avec et sans écobuage)

  * Caféiers en culture pure associés à l'Arachis repens sur pente forte à Ambatofotsy.

  * Bananiers à Ankepaka.

  * Bana grass à Ambatofotsy, Faraony et Ampalapaiso.

  * Acacia auriculiformis comme brise-vent à Ankepaka et Faraony

- Graminées ou légumineuses fourragères pour reconstituer par des voies biologiques les sols dégradés ou stabilisés les « couloirs » d'érosion.

  * Brachiaria ruziziensis à Ambalapaiso, Faraony, Ambatofotsy

  * Collection de plantes de couverture rustiques à Ambalapaiso et Faraony : Brachiarias, Stylosanthes, Cassia rotundifolia, Arachis repens et pintoï, tifton...

  * Multiplication de plantes de couverture à Sakoana :
    Brachiarias ruziziensis, brizantha, decumbens, humidicola, mutica,
    Stylosanthes guianensis, Pueraria, Mucuna.

III 212 - En rizières

Pérennisation du dispositif de 0,5 ha installé à Marofarihy (périmètre BRL) à 20 km à l'Ouest de Manakara sur l'axe Manakara – Irondro, sur des rizières difficilement irrigables en début de cycle.

III 22 - Les systèmes de culture mis en œuvre sur les dispositifs

III 221 - Sur collines :

Le **tableau 20** donne la liste des systèmes de culture testés sur chaque dispositif. Leurs justifications sont les mêmes que pour le Lac Alaotra (**tableau 6**).

Différents itinéraires sont appliqués à ces systèmes de cultures :

- **Les modes de gestion des sols :**

- avec travail du sol : décapage superficiel du sol à l'angady avant le semis des 1ers et 2èmes cycles de cultures après brûlis sur place des résidus de récolte si nécessaire.
- semis direct après recharge en paille si nécessaire,
- semis direct après écobuage de 1999, et recharge en paille si nécessaire (écobuage effectué en 2000 sur le nouveau dispositif à Sakoana).

❑ **Les itinéraires de semis :**

Toutes les cultures sont semées en poquets après traitement des semences à l'Apron plus 50 DS.

• **Cultures de 1er cycle** :

*** Riz pluvial et plantes associées** :

- riz : variété à cycle court (105 jours) : B 22
variétés locales à cycle long (150 jours)
semis à 0,4 m x 0,2 m sur les parcelles non écobuées.
semis sur 2 lignes espacées de 0,25 m sur les tranchées d'écobuage.

- niébé cc (cycle court) associé sur les parcelles écobuées :
variété DAVID semée sur 1 ligne entre 2 lignes de riz en même temps que le riz ;
poquets espacés de 0,2 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

- Pueraria p., Stylosanthes g., Bracharias ruziziensis et humidicola associés :

- sur riz non écobué : semis sur 1 ligne entre 2 lignes de riz 15 jours après le semis du riz,
- sur riz écobué : semis sur 1 ligne entre 2 tranchées d'écobuage en même temps que le riz.

Poquets espacés de 0, 30 m sur la ligne.

- Arachis pintoï et Arachis repens associés :

Plantations en boutures (mêmes itinéraires que pour Pueraria...)

*** Maïs associé au mucuna** (Sakoana) :

- Maïs : variété IRAT 200 semée à :
1 m x 1 m sur parcelles non fertilisées
1 m x 0,4 m sur parcelles fertilisées
2 grains par poquet.

- Mucuna : semis sur 1 ligne entre 2 lignes de maïs, 25 jours après le semis du maïs ;
poquets espacés de 0,50 m sur la ligne ; 1 grain par poquet.

*** Niebe cc sur couverture vive de tifton** (Sakoana) :

Variété DAVID semée à 0,4 m x 0,2 m après contrôle des tifton au gramoxone (1l/ha).

• **Cultures de 2ème cycle** :

Niébé cl (cycle long), **vigna umbellata, dolique, mucuna :**

Variétés locales semées juste après la récolte du riz sur paille de riz fauchée (semis direct) ou brûlée (technique du paysan).
Semis à 0,4 m x 0,4 m pour les cultures ; 2 grains par poquet
Semis à 0,5 m x 0,5 m pour le mucuna ; 1 grain par poquet.

□ **Les niveaux de fertilisation** (à l'hectare) appliqués aux cultures de 1er cycle :

F_0 = pas de fertilisation

F_1 = Au semis : 500 kg de Dolomie
100 kg de MAP
50 kg de Kcl
20 kg d'urée
En végétation sur les céréales : 100 kg d'urée :
- à 30 jours sur le riz
- à 40 jours sur le maïs

Soit 20 N – 54 $P_2 O_5$ – 30 K_2O sur niébé (sur Tifton)
66 N - 54 $P_2 O_5$. 30 K_2O sur céréales

F_2 = Au semis : 500 kg de Dolomie
170 kg de MAP
100 kg de Kcl
45 kg d'urée
En végétation : 100 kg d'urée
- à 30 jours sur le riz
- à 40 jours sur le maïs

Soit 40 N – 92 $P_2 0_5$ – 65 K_20 sur niébé
85 N – 92 $P_2 0_5$ – 60 K_20 sur céréales

III 222 - En rizières :

- **Riz pluvial en saison** : semis direct de la variété FOFIFA 154 (0,4 m x 0,2 m) sur mulch de mucuna et avoine (contre saison 2000)
- **Plantes de contre-saison** : semis direct après ressuyage du sol de niébé cl, vigna umbellata, dolique, mucuna, dans la paille de riz fauchée

Niveaux de fertilisation sur le riz :

- F_O = pas de fertilisation
- F_1 = 300 kg/ha de N 11 P22 K16 au semis
et 100 kg/ha d'urée en végétation
Soit 79 N – 66 $P_2 O_5$ – 48 K_2O

III 3 - La pluviométrie durant la campagne 2000/2001

Elle fluctue entre 720 mm (site de Faraony) et 1100 mm (site d'Ankepaka) durant le 1er cycle de cultures, avec un mois de Janvier très arrosé, et une pluviométrie faible en Février et, sur certains sites, en Mars (**tableau 19**).

Les semis ont été effectués sur collines entre le 20 et le 30 Décembre, et le 12 Octobre dans les rizières de Marofarihy.

Sur la plupart des sites de collines (excepté à Ankepaka), les riz ont souffert d'un manque d'eau à la floraison début Mars. Le 2ème cycle de cultures, installé juste après la récolte du riz début Avril sur collines, a reçu entre 500 et 670 mm d'eau, très suffisants pour les légumineuses concernées, excepté sur le site de Faraony (143 mm de Juin à fin Septembre) ; sur les sols hydromorphes d'Ankepaka, ces plantes ont souffert d'un excès d'eau en début de cycle.

III 4 – Les résultats agro-technico-économiques

III 41 – Sur les collines

III 411 - Les résultats durant la campagne 2000/2001

- **L'effet de l'écobuage**, effectué en 1999, est moins net que la campagne précédente (**tableau 21**).
  Sur les parcelles de riz non fertilisées, les gains de rendements par rapport au semis direct sont de 60 % à Sakoana (90 % en 2000), 35 % à Ankepaka (200 % en 2000), et 5,5 % à Ambatofotsy (50 % en 2000).

  Sur les parcelles fertilisées, les productions sont assez proches pour les 2 techniques, et parfois supérieures comme à Mananjary sur les parcelles en semis direct non écobuées (2,8 t/ha à Ambatofotsy). Les rendements du niébé associé au riz écobué en 1er cycle sont aussi, excepté à Sakoana, inférieurs à ceux de l'année précédente ; c'est aussi le cas pour le maïs sur le site de Sakoana.

- Par contre, les productions de riz en **semis direct** sont assez équivalentes, voire supérieures à Ankepaka (3,1 t/ha sur précédent mucuna et pueraria), à ceux de 2000, alors qu'elles baissent fortement sur les parcelles travaillées **(tableau 21)**.

  On assiste à une dégradation de la fertilité sous travail du sol, et à son maintien en semis direct.

  On retrouve les mêmes tendances sur le niébé en 2ème cycle (**tableau 22**), avec des rendements nuls ou inférieurs à 130 kg/ha sur les parcelles travaillées, très inférieurs à ceux de l'année précédente. Les productions baissent aussi en semis direct (excepté à Ankepaka) mais dans une moindre proportion ; la variété locale de niébé utilisée en 2001 était moins productive que celle de l'année précédente.

  Parmi les légumineuses testées en 2ème cycle, le niébé a le meilleur comportement sur les jachères à aristida hydromorphes, la dolique et le vigna umbellata sur les autres sites, et le mucuna sur les basaltes riches. La biomasse produite est cependant faible (inférieure à 2 t/ha), excepté sur le site d'Ambatofotsy (4 à 5 t/ha).

- Les marges nettes (**tableau 24**) les plus élevées sont atteintes sur les parcelles écobuées avec une fertilisation moyenne (F_1). Celà concerne les successions de riz et vigna umbellata à Ambatofotsy (5 483 000 FMG/ha), Sakoana (2 630 000 FMG/ha) et Ambalapaiso (2 527 000 FMG/ha), de riz et niébé à Ankepaka (3 277 000 FMG/ha) et de riz et dolique à Faraony (2 643 000 FMG/ha).

Pour la succession riz-niébé avec une fertilisation moyenne, les marges sont majorées sur écobuage par rapport en semis direct de 156 % à Sakoana, 76 % à Faraony, 37 % à Ambalapaiso et 20 % à Ambatofotsy, grace en particulier à la présence du niébé en 1er cyle sur les parcelles écobuées. Sur les sols hydromorphe d'Ankepaka où les cultures des niébé en 1er cycle est impossible, les marges sont très voisines sur les 2 itinéraires (3 millions FMG/ha).

Sur les parcelles travaillées, les marges nettes sont très faibles, inférieures à 440 000 FMG/ha sur les meilleurs sites.

- Le système avec du niébé à cycle court installé sur mulch vivant de tifton procure des rendements de 1,2 t/ha et des marges nettes de 877 000 FMG/ha sur les parcelles écobuées et fertilisées (F_1); sans fertilisation, les marges sont aussi très intéressantes (807 000 FMG/ha) pour une productivité du travail maximale (aucun sarclage ; reconstitution de la couverture de tifton sans intervention).

- Le maïs associé au mucuna à Sakoana procure sur écobuage avec une fertilisation moyenne une marge de 2 466 000 FMG/ha assez proche de celle du riz et des 2 niébé annuels, pour un temps de travail très inférieur ; le prix de vente du maïs est en effet très attractif (1500 FMG/kg) dans la région.

- Les riz installés sur mulch de plantes de couverture à SAKOANA, ont subi des attaques très importantes d'heteronycus en début de cycle, en particulier sur précédents pueraria, stylosanthes et brachiaria. Les rendements en semis direct sont toujours plus faibles sur ces parcelles que sur précédent niébé de 2ème cycle. Les dégats par ces insectes terricoles sont corrélés à l'épaisseur du mulch. Cela supposera les campagnes prochaines l'utilisation de produits de traitement de semences beaucoup plus efficaces que « l'Apron plus » appliqué cette année.

- Sur le site ouvert en 2000 avec défrichement sans brûlis de recrus forestiers sur basalte "riche" près de Sakoana, les rendements du riz sans fertilisation sont de 0,9 t/ha en semis direct et 1,5 t/ha sur écobuage (O,56 t/ha pour le niébé associé au riz en 1er cycle).
  Comme le signale Claude Bourguignon dans son rapport de mission, le riz a souffert d'une faim d'azote liée à la décomposition de la forte biomasse racinaire des espèces ligneuses en place avant défrichement. Les marges nettes dépassent toutefois 3 200 000 FMG/ha sur écobuage, avec la présence de 2 cycles de niébé dans l'année.

- Les analyses et observations effectuées par C. Bourguignon sur tous les sites de la région en Mars 2001 montrent clairement les avantages du semis direct par rapport au travail du sol :

  - meilleure qualité et quantité de matière organique sous mulch.
  - profondeur d'enracinement et densité racinaire des cultures plus élevées,
  - plus forte activité biologique,
  - moindre lessivage des éléments minéraux,
  - meilleure restructuration et aération du sol.

Les tests effectués sur les jachères à aristida montrent que le sol est biologiquement mort ; la flore naturelle est incapable de relancer l'activité biologique. Par contre, 2 années de présence de brachiaria ruziziensis permet à moindre coût de relancer cette activité, et 3 années de semis direct de la multiplier par 4. Comme au Lac Alaotra, les brachiarias améliorent et aèrent le profil en profondeur et les légumineuses comme le Pueraria seulement en surface.

III 4 12 – Résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du Projet

Ils concernent le riz pluvial et le niébé en succession sur les sites d'Ambatofotsy (basalte riche), Sakoana (basalte dégradé) et Ankepaka (jachère à aristida hydromorphe).

Comme pour le Lac Alaotra, toutes les opérations culturales sur les 3 années sont pris en compte dans les temps de travaux ; le travail du sol sur les parcelles témoin consiste en un décapage superficiel à l'angady (150 heures/ha).

- Les rendements moyens du riz sur 3 ans sont, par rapport aux techniques avec travail du sol **(tableau 25)**

  - multiplier par 2 en semis direct et par 3 sur écobuage sur les parcelles non fertilisées,
  - majorer de 60 à 85 % en semis direct, sur les parcelles fertilisées écobuées ou non.

Les productions de niébé de 2ème cycle sont multipliées par 3 à 6 en semis direct, quand ils ne sont pas nuls sur les parcelles travaillées.

On constate que les rendements du riz en semis direct sur les parcelles non fertilisées progressent, comme à Ambatofotsy, de l'année 1 (0,94 t/ha) à l'année 3 (1,26 t/ha) ; ils diminuent fortement sur les parcelles travaillées (de 0,71 t/ha à 0,22 t/ha à Ambatofotsy).

- Les marges nettes les plus élevées (**tableau 25**) sont obtenues sur les parcelles écobuées avec une fertilisation forte à Ambatofotsy (12 372 000 FMG/ha) et Ankepaka (8 787 000 FMG/ha), et avec une fertilisation moyenne à Sakoana (6 447 000 FMG/ha). Les différences avec le semis direct (non écobué) sont faibles à Ankepaka (8 %), moyennes à Ambatofotsy (29 %) et fortes à Sakoana (78 %).

Avec travail du sol, ces marges sont inférieures à 2 000 000 FMG/ha sur les meilleurs sols, et ne dépassent pas 900 000 FMG/ha à Sakoana.

- La productivité du travail la plus forte (**tableau 25**) est obtenue en semis direct sans écobuage sur les parcelles fertilisées (F_1 ou F_2 suivant les sites) : environ 3000 FMG/heure à Ambatofotsy et Ankepaka, et 1 750 FMG/heure à Sakoana. Elle est inférieure à 850 FMG/heure (donc au SMIG horaire à Madagascar) avec travail du sol sur les meilleurs sites.

III 42 - Les résultats en rizières à MAROFARIHY

La variété de riz pluvial FOFIFA 154, installée en semis direct début Octobre sur mulch de mucuna et d'avoine, était pratiquement à maturité lors des crues la 2ème quinzaine de Janvier, et n'a subi aucun dégât.
Les agriculteurs ont par contre perdu à cette époque tous les riz irrigués installés à proximité du dispositif de TAFA, et ont du réinstaller leurs parcelles après la décrue.

- Les rendements de riz pluvial sont très élevés (**tableau 26**), et supérieurs à 5 t/ha sans engrais sur précédent mucuna de contre-saison 2000. L'effet de l'engrais est très faible sur précédent légumineuse, mais de 35 % sur précédent avoine. Le mucuna apporte l'azote nécessaire pour atteindre sans problème des productions de paddy de 5t/ha.

En 2ème cycle en succession du riz, la dolique et le vigna umbellata ont un meilleur comportement que le niébé (problème variétal sur cette culture) ; les rendements sont supérieurs à 0,8 t/ha pour la dolique et 0,5 t/ha pour le vigna umbellata.

La biomasse sèche de ces légumineuses après fauche au mois de Septembre est de 7 à 9 tonnes/ha pour la dolique, le vigna umbellata et le mucuna, et de 4 t/ha pour le niébé.

- Les marges nettes **(tableau 27)** les plus élevées sont obtenues sans engrais sur précédent mucuna de contre-saison 2000. Elles atteignent 7 246 000 FMG/ha avec la dolique en 2ème cycle. Pour ce système, le temps de travail total est de 1 050 heure/ha et la productivité du travail de 6 900 FMG/heure.

III 5 - Enseignements des 3 années du projet

On rencontre dans le Sud-Est divers milieux et situations agricoles :

- les recrûs forestiers sur basaltes relativement riches,
- les basaltes plus ou moins dégradés une ou plusieurs année après défrichement,
- les jachères à aristida hydromorphes sur faible modelé dans la frange côtière,
- les jachères à aristida sur collines en demi-orange,
- les plantations de culture perennes de rente (caféiers, vanilliers, poivriers...)

Après 3 années d'expérimentation, TAFA est en mesure de proposer des solutions performantes dans toutes ces situations.

⇒ La mise en culture des recrûs forestiers

Les derniers massifs forestiers se trouvent aujourd'hui majoritairement sur des pentes relativement fortes, les parcelles les plus accessibles ayant déjà été défrichées.
Dès la première année de mise en culture (riz pluvial exclusivement) après défrichement et brûlis, on enregistre sur ces glacis une érosion et une perte de fertilité très importantes. La seule solution pour éviter cette dégradation est de ne pas brûler, en conservant un maximum de biomasse sur le sol. Cette technique, mise au point au Brésil, consiste à tuer les plus gros arbres sur pied en les annulant à la base, et à couper les petits arbres et arbustes en ne débardant que les plus grosses branches. Très peu de débris végétaux sont exportés de la parcelle et le mulch résiduel protège totalement le sol de l'érosion ; la fertilité initiale est entièrement conservée.

La première année sont installées dès la fin du défrichement des légumineuses volubiles comme le mucuna, qui vont couvrir rapidement le sol, favoriser la décomposition des débris végétaux et de la biomasse racinaire, et fournir un apport important d'azote dans le profil. La parcelle peut alors être emblavée en riz pluvial en semis direct sur mulch mort de mucuna la campagne suivante. Le mucuna peut rester un an sur la parcelle ; il se resème en effet naturellement après sa fructification, qui a lieu 5 à 6 mois après semis.

Cette technique offre aussi l'avantage de supprimer le blocage de l'azote observé sur toutes les parcelles de riz pluvial emblavées l'année du défrichement, et qui explique en partie pourquoi les rendements de riz dépassent rarement une tonne sur les parcelles des agriculteurs.

En 2ème cycle juste après la récolte du riz, on installe en semis direct sur la paille de riz fauchée une légumineuse à cycle long comme le niébé, le vigna umbellata, le dolique ou le mucuna, qui va couvrir le sol durant toute la saison sèche.

Le système peut être définitivement pérennisé, avec des espérences de rendement élevées pour les deux cultures la même année. Il n'est plus nécessaire de défricher chaque année d'autres parcelles pour cultiver le riz pluvial.

Il est très urgent de vulgariser ces techniques dans ces milieux encore riches du Sud-Est où la pression sur la terre est très forte. Si rien n'est fait dans ce sens, on peut esitmer que la plupart des massifs forestiers auront disparu dans les 10 années à venir. Il ne restera comme alternative aux générations futures que la remise en culture des sols dégradés.

⇒ **Les basaltes en voie de dégradation 1 à 2 années après défrichement.**

Après une campagne de culture de riz sur défriche-brûlis, les paysans installent traditionnellement du manioc qu'ils récoltent après 12 à 18 mois.

L'érosion, déjà importante sous culture de riz, est encore plus intense les années suivantes dans le manioc en place ou après sa récolte, sur un sol totalement nu soumis à l'agressivité des pluies.

Il est possible d'arrêter cette dégradation des sols en assurant une couverture du sol sous manioc et les années suivantes.

Des plantes vivaces comme les brachiarias ruziziensis, brizantha, humidicola, decumbens, installées en dérobé dans le manioc, peuvent couvrir rapidement le sol et le protéger des phénomènes érosifs. Il est conseillé sur les pentes fortes de les installer par boutures (trempées dans une bouillie d'hyper barren) quand le manioc mesure 50 à 60 centimètres. Les plants de brachiaria ne doivent pas être placés à moins de 0,5 mètre des pieds de manioc pour ne pas gréver la production du manioc, et être arrachés à la récolte des tubercules ; le peuplement du manioc doit être prévu en conséquence.

Si le brachiaria est installé par semis, celui-ci peut-être fait en même temps que la plantation du manioc ; sur les pentes fortes, la profondeur du poquets doit être augmentée (5 cm) pour que les semences ne soient pas entrainées par l'eau de ruissellement.

A la récolte du manioc, il est nécessaire de réinstaller des boutures de brachiaria à l'emplacement des anciens pieds, en les prélevant sur le brachiaria des interlignes. Le brachiaria couvrira alors totalement le sol et rechargera le profil en carbone en surface et en profondeur.

Il peut être laissé plusieurs années en place et être régulièrement fauché, ou pâturé par les animaux.

L'option la plus intéressante pour remettre ces parcelles en culture consiste à démarrer par des légumineuses à cycle long (mucuna, niebé...), installées en début de saison sèche en semis direct après destruction du brachiaria au glyphosate. Du riz pluvial sera la saison suivante installé en semis direct sur le mulch laissé par la légumineuse et la biomasse de brachiaria résiduelle. Avec l'apport d'azote par la légumineuse, les espérances de rendement du riz sont alors élevées.

Sur les sols plus dégradés, un écobuage peut être effectué, en utilisant la biomasse des brachiaria, en début de saison sèche avant le semis des légumineuses.

Il y a dans cette technique une solution performante et facile à mettre en oeuvre pour récupérer les sols déjà altérés par la technique de défriche-brûlis.

⇒ **Les jachères à aristida**

La présence d'aristida est révélatrice des sols très dégradés, acides, déficients en bases et P_2O_5 assimilable. Ces sols sont morts biologiquement.

Ils représentent aujourd'hui la majorité des sols des Sud-Est, et leur surface est en progression constante sous l'effet de pratiques culturales très érosives.

Plusieurs alternatives sont proposées par TAFA pour l'exploitation de ces milieux.

*** Remise en culture en démarrant sur l'aristida :**

Trois itinéraires sont possibles :

- la technique de l'écobuage, avec paillage de la parcelle. Elle est plus facile à pratiquer dans ce milieu dans la mesure où la biomasse est disponible en quantité suffisante, si les jachères ne sont pas brûlées la même année. Par contre, l'horizon superficiel où est concentrée toute

la matière organique est généralement très peu épais (10 à 15 cm). La profondeur des tranchées d'écobuage étant limitée au niveau de l'horizon fertile, la quantité de combustible dans la tranchée est insuffisante pour assurer un écobuage de qualité.

La solution consiste simplement à augmenter la biomasse d'aristida apportée, qui forme alors un "billon" au dessus de la tranchée d'écobuage. Après recouvrement avec l'horizon organique déplacé et mise à feu, la combustion est alors beaucoup plus lente et la quantité brulée de matière organique du sol plus importante.

Le rendement du riz pluvial obtenu en 2001 avec cette technique, chez l'agriculteur propriétaire du site de FARAONY, est de 1,3 tonnes/ha avec un apport de poudrette de parc ; celui du niébé associé est de 350 kg/ha, et du niébé de 2ème cycle de 250 kg/ha.

Il est donc tout à fait possible de remettre en culture ces espaces aujourd'hui inexploités avec la seule force de travail des agriculteurs.

- **Ecobuage associé à un apport d'engrais minimum** :

Pour augmenter les productions et maintenir des niveaux de rendement plus élevés dans le temps, on peut compléter l'effet de l'écobuage par un apport annuel d'engrais sous forme de phosphate di-ammonique au semis et d'urée en végétation.

Les doses testées en 2001 à Faraony étaient de 75 kg/ha de DAP (14 N - 36 $P_2 0_5$) en plein au semis et 75 kg/ha d'urée (35 N) sur les lignes de riz en végétation. Les rendements sont de 2 t/ha pour le riz, 450 kg/ha pour le niébé en 1er cycle et 300 kg/ha pour le niégé de 2ème cycle. Le gain sur les marges brutes par rapport à un écobuage seul est de 1 100.000 FMG/ha pour un coût de l'engrais de 400.000 FMG/ha.

- La fertilisation minérale sans écobuage :

L'apport d'engrais est alors de 300 kg/ha de $N_{11}P_{22}K_{16}$ (33 N-66 $P_2 0_5$ - 54 $K_2 0$) et 100 kg/ha d'Urée (46N) en végétation. La production de paddy en semis direct fluctue entre 2 et 3t/ha suivant les sites. Les marges brutes sont de 2.200.000 à 3.300.000 FMG/ha, pour un coût de l'engrais de 885.000 FMG/ha, couvert par la vente des récoltes de contre-saison (coût de l'engrais équivalent à 330 kg/ha de niebé).

Dans ces milieux dégradés, TAFA doit poursuivre ses expérimentations sur les plantes de 2ème cycle en en élargissant la gamme ; il faut rapidement être en mesure de proposer les meilleures espèces en fonction des milieux (hydromorphes ou non) et du niveau d'intensification appliqué aux systèmes de culture. Un tri variétal sérieux doit aussi être fait dans les variétés de niébé prostrés locaux.

*** Installation de plantes de couverture avant la mise en culture**

Les plantes qui se développent le mieux dans ces milieux difficiles sont les brachiarias, et en particulier :

- le brachiaria humidicola sur les sols hydromorphes.

- les brachiarias brizantha, decumbens et humidicola sur les collines en demi-orange.

Le brachiria humidicola est le plus stolonant ; sur les glacis très érodés, les stolons passent au dessus des griffes d'érosion et la plante s'enracine dès que le support redevient propice.
Pour concurrencer rapidement l'aristida, qui est laissé en place sans intervention, les brachiarias doivent être installés au début de la saison des pluies par boutures, trempées dans une bouillie contenant de l'hyper barren. Sur les sols non hydromorphes, les brachiarias peuvent être associés à des légumineuses, comme le stylosanthes guianensis ou le cassia rotundifolia (semences

pelléculisées à l'hyper barren), qui fourniront de l'azote au sol et à la graminée, et se comportent bien dans ces milieux.

Ces plantes ou associations de plantes relanceront rapidement l'activité biologique, couvriront le sol beaucoup mieux que l' aristida, et fourniront une biomasse plus abondante, plus riche et mieux appêtée par les animaux. Elles seront laissées en place au minimum 2 ans, pourront être pâturées par les animaux, ou mieux être fauchées et transportées dans les parcs pour la constitution d'un fumier paillé de qualité. Des clôtures constituées d'acacias auriculiformis, plantés tous les mètres et rabattus la 3ème année pour former une barrière, assureront une protection et la possibilité d'une gestion raisonnée des pâturages.

Tout ce référentiel est actuellement proposé à l'agriculteur propriétaire du site à Faraony, où TAFA a pour ambition de constituer une véritable vitrine d'une gestion intégrée des exploitations agricoles associant l'agriculture en semis direct et l'élevage.

Après quelques années, la remise en culture de ces soles fourragères devient possible sur des sols dont la fertilité a été restaurée par les voies biologiques. On démarrera en contre-saison par des légumineuses à cycle long installées en semis direct après destruction des plantes fourragères au glyphosate. Le riz pluvial sera semé directement dans le mulch la saison suivante, avec un apport de fumier paillé et éventuellement un peu d'engrais (DAP + urée) en complément.

Un écobuage, en début de saison sèche avant l'installation des légumineuses, est aussi possible en utilisant la biomasse des brachiarias.

⇒ **Les plantations de cultures pérennes de rente**

Les propositions techniques concernent les plantations anciennes, en général dégradées, et les nouvelles plantations.

* pour **les plantations nouvelles**, les essais de TAFA montrent clairement qu'un écobuage à l'emplacement des futurs plants favorise de manière spectaculaire le développement des cultures pérennes dès la 1ère année. Cette opération est peu contraingnante, demande peu de biomasse, dans la mesure où elle ne s'applique qu'à l'emplacement des cultures (tous les 3 mètres pour les caféiers).

L'installation d'arachis repens par boutures (trempées dans l'hyper barren) l'année de plantation, assurera rapidement une excellente couverture du sol, contrôlera l'érosion et l'enherbement les années futures.

Une deuxième solution consiste à installer en semis direct des cultures vivrières entre les cultures de rente, tant que l'ombrage n'est pas trop important. Les cultures pérennes sont en général installées sur des sols relativement riches ; si ce n'est pas le cas, un écobuage sur l'ensemble de la parcelle est nécessaire, ou éventuellement le recours à l'engrais. L'arachis repens sera installé en dérobé en dernière année de vivriers, et couvrira le sol après récolte.

*** Les plantations anciennes dégradées :**

Le cas du caféier est révélateur ; les rendements moyens sont de l'ordre de 300 kg/ha, alors qu'ils peuvent atteindre 3 tonnes/ha pour le robusta en culture intensive. On assiste actuellement, avec la chute des cours du café, à un arrachage des anciennes caféières pour l'installation de vivriers.

Il serait plus judicieux de conserver une partie des caféiers sur la parcelle (1 caféier sur 3 par exemple), de les recéper, et d'installer en semis direct entre ces caféiers des systèmes de cultures vivrières durables. La production des caféiers, recépés et entretenus en même temps que les vivriers, sera au moins équivalente à celle des anciennes plantations.

La diversification des cultures au sein des exploitations agricoles est le meilleur moyen de tamponner les aléas du marché.

⇒ **Les plaines et les petits bas-fond étroits**

Les itinéraires de semis direct de variétés de riz pluviaux, avec des légumineuses en succession du riz, peuvent s'appliquer dans ces deux milieux, réservés actuellement à la riziculture irriguée.

*** Les petits bas-fonds étroits :**

Le riz irrigué, dans ces bas-fonds qui connaissent une hydromorphie permanente même en saison sèche, souffre systématiquement de toxicité ferreuse. Les rendements dépassent rarement une tonne/ha, quand la culture n'est pas totalement détruite lors des phases cycloniques.
L'alternative proposée par TAFA consiste à drainer définitivement ces milieux et à pratiquer en semis direct des successions annuelles de riz pluvial et légumineuses (niébé, mucuna...).

Les variétés de riz pluviaux à cycle court (105 à 115 jours) sont semées tôt en Septembre/Octobre et sont récoltées en Décembre/Janvier, avant l'arrivée de cyclônes.

La contre-saiosn est installée en début de saison sèche, quand le sol est bien ressuyé.

Cette technique a été mise en oeuvre dans un petit bas-fonds non cultivé à Ankepaka. Un drain central a été creusé par les agriculteurs en Octobre 2000, et la végétation aquatique a été fauchée et brûlée ; du mucuna a été installé en contre-saison 2001. La variété de riz pluvial FOFIFA 154 semée en Octobre présente actuellement un excellent développement et aucun symptôme de carence ou toxicité. Les profils effectués par C. Bourguignon en Mars 2001, montraient un sol bien aéré et réoxydé, et la présence d'une macrofaune importante, donc d'excellentes conditions pour l'installation de cultures pluviales.Le temps de travail que nécessite la mise en valeur de ces bas-fonds avec cette technique (drainage, brûlis, semis direct), est incomparable à celui qui suppose la riziculture irriguée (confection d'un drain central, d'irrigateurs latéraux et de diguettes ; nivellement des parcelles ; mise en place des pépinières et repiquage des riz ; sarclages). La riziculture y est pourtant beaucoup plus sécurisée et performante, et une 2ème source de revenus est possible en saison sèche (niébé...).

L'enjeu est de taille : la mise en valeur des petits bas-fonds hydromorphes, qui couvrent des surfaces très importantes sur toute la côte Est de Madagascar et dont la majorité n'est pas encore cultivée, représente une source de revenus potentielle énorme pour les agriculteurs de ces régions. Ce défi pourrait trouver l'écoute des partenaires du développement et des bailleurs de fonds ; il n'est peut-être pas utopique d'imaginer que le drainage de ces bas-fonds soit effectué avec des moyens mécaniques, plutôt que manuellement par les paysans.

*** Les plaines :**

Dans ces plaines plus larges et où la maitrise de l'eau est plus facile à assurer, les alternatives proposées par TAFA intéressent plus particulièrement toutes les situations où un seul cycle de riz, en saison pluvieuse, est possible.
C'est parfois le cas à l'intérieur même des périmètres aménagés (aval des périmètres, secteurs un peu surélevés dans la plaine...).
Dans ces milieux, l'arrivée de l'eau est généralement tardive, et le riz irrigué est peu développé au moment des phases cycloniques.

Il serait beaucoup plus sécurisant d'installer le riz en conditions pluviales en Septembre/Octobre et une légumineuse en succession sur un sol ressuyé.

Les rendements du riz dans ces conditions peuvent atteindre en semis direct 5 tonnes/ha sans engrais, supérieurs à ceux de la riziculture irriguée dans ces secteurs, avec une 2ème source de revenu par la légumineuse en contre-saison. Les marges nettes de 7.000.000 FMG/ha obtenues à Marofarihy pour une productivité du travail de 7000 FMG/heure sont impossibles à atteindre sur un seul cycle de riziculture irriguée.
La vulgarisation des nouvelles variétés brésiliennes en 2002/2003 devrait encore augmenter les performances techniques et économiques de ces systèmes de culture en semis-direct.

Tableau 18 : Résultats d'analyses de sol à Manakara sur collines (Prélèvements de Novembre 1998).

	Profondeur (en cm)	Granulométrie %					Carbone azote			PH		Bases échangeables (Cobalti – Hexamine) (meq/100 g)										Phosphore (ppm)	
		A	LF	LG	SF	SG	MO %	N ‰	C/N	Eau	Kcl	Ca++	Mg++	K+	Na+	Mn+	Al++ +	H+	S	CEC	V%	Total	P_2O_5 Olsen
Site de Sakoana Manakara (Labo : LRI – TANA)	0/20 cm	19,06	8,90	1,91	4,44	65,70	23,92	0,17	14	5,68	4,72	2,08	0,60	0,19	0,34				3,21	4,54	70,70	796	2,98
Site d'Ankepaka Manakara (Labo : LRI - TANA.)	0/20 cm	25,38	29,77	19,86	14,57	10,42	3,73	0,14	16	4,71	3,69	0,56	0,49	0,07	0,31				1,43	3,88	36,86	112	2,65
Site d'Anbatofotsy Mananjary (Labo : LRI - TANA.)	0/20 cm	40,90	23,98	11,06	16,18	7,87	5,21	0,20	15	5,64	4,95	0,80	0,73	0,17	0,51				2,21	4,30	51,39	1180	2,54
Site d'Anbalapaiso Mananjary (Labo : LRI - TANA.)	0/20 cm	54,32	17,62	9,28	11,43	6,95	4,60	0,17	16	5,23	4,36	0,74	0,64	0,07	0,42				1,87	3,71	50,40	1043	1,89

Tableau 19 : Données pluviométriques décadaires (en mm) sur les dispositifs du Sud-Est.

		Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
Site de Sakoana Manakara	1ère décade	0	0	39	121	0	11	66	4	52	29	170	0
	2ème décade	0	23	93	259	15	42	48	80	77	0	0	0
	3ème décade	23	2	115	211	12	65	17	34	54	103	6	0
	Total	**23**	**25**	**247**	**591**	**27**	**118**	**131**	**118**	**183**	**132**	**176**	**0**
Site d'Ankepaka Manakara	1ère décade	0	3	25	109	9	13	105	30	33	29	178	0
	2ème décade	0	13	112	366	19	0	45	147	14	0	0	0
	3ème décade	3	30	150	261	20	0	32	55	59	113	6	0
	Total	**3**	**46**	**287**	**736**	**48**	**13**	**182**	**232**	**108**	**142**	**184**	**0**
Site de Faraony Manakara	1ère décade	0	0	42	15	0	0	0	9	30	0	26	1
	2ème décade	0	15	10	282	0	10	114	59	4	0	0	0
	3ème décade	5	16	54	185	33	27	0	52	0	74	8	0
	Total	**5**	**31**	**106**	**482**	**33**	**37**	**114**	**120**	**34**	**74**	**34**	**1**
Site d'Ambatofotsy Mananjary	1ère décade	1	14	45	39	32	0	27	125	73	52	96	0
	2ème décade	2	53	67	245	0	47	74	159	42	0	9	12
	3ème décade	0	27	104	64	38	70	4	37	63	85	0	0
	Total	**3**	**94**	**216**	**348**	**70**	**117**	**105**	**321**	**178**	**137**	**105**	**12**
Site d'Ambalapaiso Mananjary	1ère décade	5	23	39	43	28	0	61	52	72	56	20	0
	2ème décade	13	72	76	196	12	68	86	71	24	20	21	22
	3ème décade	0	58	97	62	0	72	15	53	47	34	0	0
	Total	**18**	**153**	**212**	**301**	**40**	**140**	**162**	**176**	**143**	**110**	**41**	**22**

Tableau 20 : Systèmes de culture testés sur collines en 2000/2001 au Sud Est

Systèmes de culture		Précédent cultural	Itinéraire	MANAKARA				MANANJARY	
				1	2	3	4	5	6
1er cycle	2ème cycle								
Associations et successions de cultures									
			W	X	X	X		X	X
Riz cycle court	Niébé cycle long	Riz +Niébé c.l.	SD	X	X	X	X	X	X
			W + E		X				
			SD + E		X				
Riz cycle court	Dolique et vigna umbellata	Riz +Niébé c.l.			X			X	X
Riz cycle court	Niébé cycle long	Recrûs forestiers	SD				X		
Riz cycle court + niebé c.c.	Niébé cycle long	Riz +Niébé c.l.	W + E	X					
			SD + E	X		X		X	X
Riz cycle court + niebé c.c.	Dolique et vigna umbellata	Riz +Niébé c.l.	SD + E	X		X		X	X
Riz cycle court + niebé c.c.	Niébé cycle long	Recrûs forestiers	SD + E				X		
Riz cycle long	Niébé cycle long	Riz +Niébé c.l.	W		X			X	X
			SD		X			X	
Associations de cultures et plantes de couverture									
Riz + arachis pintoï	arachis pintoï	Riz + arachis pintoï	SD	X	X				
			SD + E	X	X				
Riz + brachiaria ruziziensis	brachiaria ruziziensis	Riz + brachiaria	SD	X	X	X			
			SD + E	X	X	X			
Riz + brachiaria ruziziensis	brachiaria ruziziensis	Riz + niebé c.l.	SD					X	X
			SD + E					X	X
Riz + pueraria phaseloïdes	pueraria phaseloïdes	Riz + pueraria p.	SD	X	X				
			SD + E	X	X				
Riz + stylosanthes guianensis	stylosanthes guianensis	Maïs + stylosanthes	SD	X					
			SD + E	X					
Riz + stylosanthes guianensis	stylosanthes guianensis	Riz + niebé c.l.	SD						X
			SD + E						X
Riz + arachis repens	arachis repens	Maïs + arachis repens	SD	X					
			SD + E	X					
Riz + brachiaria humidicola	brachiaria humidicola	Riz + niebé c.l.	SD		X				
			SD + E		X				
Niébe cycle court + tifton	tifton	Maïs + tifton	SD	X					
			SD + E	X					
Maïs + mucuna	mucuna	Riz + niebé c.l.	SD	X					
			SD + E	X					
Successions cultures et plantes de couverture									
Riz cycle court	mucuna	Riz cycle court + mucuna	SD		X				
			SD + E		X				

1 : SAKOANA – 2 : ANKEPAKA – 3 : FARAONY – 4 : SAKOANA (recrûs forestiers) – 5 : AMBATOFOTSY – 6 : AMBALAPAISO

W = travail du sol **SD** = semis direct **E** = écobuage (effectué en 1999)

cl = cycle long **cc** = cycle court

Tableau 21 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en 1er cycle sur collines au Sud-Est

Systèmes de culture	Technique	MANAKARA									MANANJARY					
		SAKOANA			ANKEPAKA			FARAONY		Recrûs forestiers	AMBATOFOTSY			AMBALAPAISO		
		F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_0	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2
Riz cc (B22) (précédent niébe cl. 2ème cycle	W	0 ,14	0,72	0,88	0,12	1,31	1,54	0,08	1,33	-	0,22	1,12	1,21	0,15	0,92	1,23
	SD	0,58	1,36	1,48	0,53	2,77	2,88	0,22	1,76	0,92	1,26	2,78	2,82	0,82	1,68	1,80
	W + E	-	-	-	0,28	1,44	1,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	-	-	-	0,72	2,92	2,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz cc. (B22) (pr. Pueraria et mucuna)	SD	-	-	-	0,66	3,04	3,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	-	-	-	0,77	3,08	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz cc. (B22) + ***Niebé cc* associé**	W + E	0,26 *0,04*	0,86 *0,13*	0,97 *0,20*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	0,92 *0,21*	1,47 *0,50*	1,58 *0,64*	-	-	-	0,40 *0,12*	1,85 *0,52*	1,51 *0,56*	1,33 *0,48*	2,31 *0,64*	2,27 *0,70*	0,88 *0,30*	1,51 *0,48*	1,58 *0,55*
Riz cl. (variétés locales)	W	-	-	-	0,41	1,46	1,48	-	-	-	0,25	1,01	1,08	0,22	0,73	1,11
	SD	-	-	-	0,62	1,53	1,50	-	-	-	1,12	1,44	1,41	0,66	1,23	1,27
Maïs + mucuna	SD	0,68	1,66	1,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	1,34	2,33	2,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niebé cc. + Tifton	SD	0,48	1,04	1,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	0,67	1,21	1,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 22 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en 2er cycle sur collines au Sud-Est

CULTURES	Technique	MANAKARA									MANANJARY					
		SAKOANA			ANKEPAKA			FARAONY		RECRUS FORESTIERS	AMBATOFOTSY			AMBALAPAISO		
		F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2	F_0	F_1	F_2
NIEBE cycle Long	W	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0,11	0,13	0	0,09	0,11
	SD	0,06	0,11	0,16	0,09	0,41	0,46	0	0,15	0,30	0,29	0,54	0,61	0,14	0,36	0,42
	W + E	0	0	0	0	0,15	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SD + E	0,10	0,18	0,20	0,13	0,45	0,53	0	0,18	0,38	0,38	0,65	0,72	0,19	0,41	0,48
DOLIQUE	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,48	1,01	1,11	0,19	0,43	0,49
	SD + E	0,18	0,46	0,51	0	0,21	0,25	0,06	0,43	-	0,64	1,25	1,33	0,25	0,50	0,53
VIGNA UMBELLATA	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,40	0,96	1,04	0,17	0,41	0,46
	SD + E	0,20	0,53	0,62	0	0,26	0,31	0,05	0,34	-	0,50	1,18	1,24	0,22	0,50	0,50

Tableau 23 : Coût des intrants (en milliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture sur collines au Sud-Est

1er cycle	2ème cycle	Fumure	W et W + E	SD et SD + E
Riz pluvial	Niebé cycle long Dolique Vigna umbellata	F_0	135	200
		F_1	1085	1150
		F_2	1624	1689
Riz + Niebé cycle court	Niebé cycle long Dolique Vigna umbellata	F_0	189	254
		F_1	1139	1204
		F_2	1678	1743
Maïs + Mucuna	Mucuna	F_0	-	79
		F_1	-	1029
		F_2	-	1568
Niebé cycle court + Tifton	Tifton	F_0	-	198
		F_1	-	938
		F_2	-	1477

Traitement des semences : 13300 FMG/ha par cycle (base 50 kg/ha de semences)
Herbicides avant semais du 1er cycle en semis direct :

- Gramoxone (1 l/ha) : 65500 FMG/ha
- Gramoxone (1 l + 1 l/ha) sur Tifton : 131000 FMG/ha

Insecticides :

- 2 traitements au Cypercal (0,25 l/ha) sur Niebé cycle court : 54150 FMG/ha
- 4 traitements au Cypercal (0,25 l/ha) sur légumineuses de 2ème cycle : 108300 FMG/ha

Fertilisations : (1er cycle)
F1 = 740.000 FMG/ha sur légumineuses
950.000 FMG/ha sur céréales
F2 = 1.279.000 FMG/ha sur légumineuses
1.489.000 FMG/ha sur céréales

Tableau 24 : Marges nettes (en milliers de FMG) à l'hectare dégagées par chaque système de culture sur collines au Sud-Est

Systèmes de culture		Technique	MANAKARA									MANANJARY					
			SAKOANA			ANKEPAKA			FARAOUY		Recrûs forestiers	AMBATOFOTSY			AMBALAPAISO		
1er cycle	2eme cycle		F0	F1	F2	F0	F1	F2	F0	F1	F0	F0	F1	F2	F0	F1	F2
Riz cc.	niébe cl.	W	19	- 293	- 656	- 3	356	70	- 47	378	-	107	444	58	30	170	26
		SD	600	643	371	626	3004	2721	42	1191	1622	1969	3366	3060	1080	1670	1425
		W + E	-	-	-	173	904	644	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		SD + E	-	-	-	943	3277	2932	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz cc.	Dolique	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2338	4332	4077	1158	1730	1467
		SD + E	-	-	-	592	2566	2101	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz cc.	Vigna umbellata	SD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2266	4500	4221	1161	1805	1533
		SD + E	-	-	-	592	2764	2338	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riz cc. + niébe cc.	Niebé cycle long	W + E	157	2	- 311	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		SD + E	1343	1649	1495	-	-	-	366	2097	3273	2955	4052	3748	1677	2284	2116
Riz cc. + niébe cc.	Dolique	SD + E	1505	2267	2179	-	-	-	510	2643	-	3465	5297	4996	1764	2377	2092
Riz cc.+ niébe cc.	Vigna umbellata	SD + E	1613	2594	2629	-	-	-	501	2529	-	3279	5483	5152	1758	2527	2170
Riz cycle long	niébe cl.	W	-	-	-	316	521	4	-	-	-	140	323	- 85	107	- 39	- 106
		SD	-	-	-	725	1640	1203	-	-	-	1815	1892	1509	904	1175	842
Maïs + mucuna	Mucuna	SD	941	1461	1342	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		SD + E	1931	2466	2422	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Niebé cc. + Tifton	Tifton	SD	522	622	263	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		SD + E	807	877	503	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-

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

En **Mars/Avril** : riz pluvial (paddy) : 1100 FMG ; maïs : 1500 FMG ; Niébé = 1500 FMG

En **Septembre /Octobre :** Niébé et vigna umbellata : 2700 FMG ; Dolique : 2400 FMG.

Tableau 25 : Paramètres techniques et économiques sur 3 ans du système « riz + *niébé cycle long* en succession » sur collines au Sud-Est

			Ambatofotsy			Ankepaka			Sakoana[2]		
			W	SD	E99[1]	W	SD	E 99[1]	W	SD	E 99[1]
Rendement moyen du Maïs (tonnes/ha)		F_0	0,54 *0,07*	1,17 *0,31*	1,45 *0,42*	0,23 *0*	0,57 *0,08*	0,87 *0,13*	0,36 *0,03*	0,70 *0,05*	1,00 *0,17*
		F_1	1,27 *0 ,15*	2,34 *0,59*	2,27 *0,72*	1,48 *0,02*	2,36 *0,39*	2,60 *0,46*	0,90 *0,05*	1,48 *0,31*	1,66 *0,41*
		F_2	1,59 *0,21*	2,88 *0,74*	2,76 *0,83*	2,06 *0,03*	3,03 *0,48*	3,08 *0,54*	1,14 *0,07*	1,79 *0,40*	1,89 *0,47*
Marges nettes cumulées (x 1000 FMG)		F_0	1765	5495	8865	137	1577	3056	861	2527	4714
		F_1	1980	8514	11506	1678	6989	8388	52	3622	6447
		F_2	1668	9600	12372	1934	8124	8787	- 816	3490	6160
TEMPS DE TRAVAUX CUMULES (en heures)	Mise en place	F_0	1080	1455	2315	1080	1455	2195	1080	1455	2315
		F_1	1110	1485	2345	1110	1485	2225	1110	1485	2345
		F_2	1110	1485	2345	1110	1485	2225	1110	1485	2345
	Entretien	F_0	800	140	170	560	70	90	660	100	120
		F_1	1000	180	200	700	100	120	900	130	160
		F_2	1060	200	220	760	120	130	960	160	180
	Récolte et Post-récolte	F_0	230	620	1200	80	245	370	130	240	600
		F_1	480	1170	1840	390	965	1090	280	690	1185
		F_2	610	1447	2140	520	1200	1280	370	860	1385
	Total	F_0	2110	2215	3685	1720	1770	2655	1870	1795	3035
		F_1	2590	2835	4385	2200	2550	3425	2290	2305	3690
		F_2	2780	3132	4705	2390	2805	3635	2440	2505	3910
Valorisation de l'heure de travail (FMG)		F_0	835	2480	2405	80	890	1150	460	1410	1555
		F_1	765	3005	2625	765	2740	2440	23	1570	1750
		F_2	600	3065	2630	810	2900	2420	- 335	1395	1575

1 Riz associé au Niébé cycle court en 1er cycle sur écobuage

2 Manioc associé au riz (1 ligne tous les 5 mètres) en années 1 et 2.

Tableau 26 : Rendements (en tonnes/ha) des cultures en rizières à Marofarihy - Manakara

			F_0	F_1
1er cycle	FOFIFA 154	Précédent mucuna	5,05	5,18
		Précédent céréales	3,62	4,91
2ème cycle	Dolique		0,81	0,95
	Vigna umbellata		0,46	0,58
	Niébé cycle long		0,30	0,37

Tableau 27 : Marges nettes (en milliers de FMG) à l'hectare dégagées par chaque système de culture en rizière à MAROFARIHY.

1er cycle	2ème cycle	F_0	F_1
FOFIFA 154	**Dolique**	7246	6840
(précédent Mucuna)	**Vigna Umbellata**	6544	6126
	Niebé C.L.	6112	5559
FOFIFA 154	**Dolique**	5673	6543
(précédent céréales)	**Vigna Umbellata**	4971	5829
	Niebé C.L.	4539	5262

Traitement des semences : 13300 FMG/ha par cycle
Herbicides avant semis : GRAMOXONE (1 l/ha) avant chaque cycle : 131000 FMG/ha
Insecticides : 4 traitements au Cypercal (0,25 l/ha) sur légumineuses : 108300 FMG/ha
Fertilisation : F_1 = 885000 FMG/ha

Riz pluvial sur colline.
AMBATOFOTSY (basalte) – MANANJARY

Après 3 années de travail du sol (avec et sans fertilisation)

Après 3 années de semis direct.

La partie gauche est non fertilisée.

Riz pluvial écobué sur colline à ARISTIDA
AMBALAPAISO – MANANJARY

En végétation associé au Stylosanthes.

La partie droite est non fertilisée.

A maturité sur la partie fertilisée.

Riz pluvial fertilisé en semis direct sur collines à MANAKARA

Associé au niébé sur écobuage.

Colline à aristida.

FARAONY

Sur colline à aristida hydromorphe à ANKEPAKA.

Restauration des jachères à ARISTIDA
par les voies biologiques à MANAKARA

Brachiaria humidicola sur sol hydromorphe.

ANKEPAKA

Brachiaria brizantha sur forte pente.

FARAONY

Riz pluviaux en semis direct en rizières.
Périmètres de MAROFARIHY-MANAKARA

Mi-janvier après le passage du cyclône.

Les riz irrigués à proximité ont été détruits par l'inondation.

Début février
les variétés à cycle court sont déjà à maturité.

Certaines parcelles de riz irrigués ne sont pas encore repiquées.

Dans les bas-fonds à MANAKARA

Légumineuses en début de végétation en contre-saison.

Mai 2001

MAROFARIHY

Riz pluvial en semis direct sur mulch de mucuna.

Novembre 2001

Petit bas-fond hydromorphe mis en valeur en 2001 après drainage près d'ANKEPAKA

IV – LES DISPOSITIFS ET LES RESULTATS DANS LA REGION DE MORONDAVA

IV 1 - Le milieu et l'agriculture dans le Menabe

La région du Menabe, fief de royauté Sakalava, couvre environ 40.000 km². Historiquement à vocation essentiellement pastorale, cette région en zone semi-aride (pluviométrie de 600 mm) a peu à peu évolué vers l'agriculture, en particulier avec l'arrivée de migrants venus du Sud et des Hauts plateaux. L'agriculture est pratiquée dans différents milieux :

Sur **les sables roux** (sols ferrugineux tropicaux) et 2 situations de départ :

- Les forêts "séches" : source traditionnelle de refuge pour les animaux, de cueillette et de chasse, la forêt, malgré les interdictions de défrichement, est aujourd'hui utilisée par les agriculteurs pour la culture du maïs sur défriche-brûlis. Les surfaces emblavées sont estimées à 6000 ha chaque année. Le rendement moyen est de 0,9 T/ha. Le sol est cultivé 3 à 4 ans (maïs puis arachide) et retourne en jachére.

- Les "monkas" : Ce sont les savanes herbacées qui s'installent après défrichement de la forêt et abandon des terres. Les paysans y pratiquent exclusivement la monoculture de l'arachide (3 à 4 ans). La durée de jachére avant remise en culture est en moyenne de 5 ans. Les surfaces emblavées chaque année sont estimées à 3500 ha pour une production moyenne de 0,9 T/ha d'arachide. Ces savanes sont brûlées chaque année.

Les sables roux sont des sols très fragiles. Les études menées par Casabianca dans les années 60 dans la région montrent que, dès la 1ere année après défrichement de forêt, le taux de matière organique et la teneur en bases et P_2 O_5 assimilable sont divisés par 2, et le taux de sable dans l'horizon superficiel augmenté de 20 %. Ces tendances sont multipliées par 2 après 3 années de culture d'arachide.

Sur **les baibohos** : Ce sont les alluvions des grands fleuves (Tsiribiny, Maharivo, Kabatomena...) et des rivières. Les paysans y pratiquent des cultures de décrue comme le pois du cap (Phaseolus lunatus), la « lentille », la patate douce et un peu de maïs.

Dans **les bas fonds** : En dehors des quelques réseaux hydro-agricoles structurés (Dabara..), la riziculture irriguée traditionnelle est gérée avec des infrastructures précaires. Deux cycles de riz sont possibles dans l'année. Les surfaces emblavées sont estimées à 23000 ha pour un rendement moyen de 1,2 T/ha par cycle. De nombreux secteurs, même à l'intérieur des périmètres aménagés, ne sont pas irrigables, ou seulement durant un cycle sur 2.

IV 2 - Les dispositifs de TAFA dans la région

IV 2 1 - Les sites

IV 2 11 - Sur les sols exondés

Pérennisation des dispositifs installés sur les monkas à Marofandilia à 40 km au Nord de Morondava

* Un dispositif ouvert en 1997 en collaboration avec SAFCO sur une jachère de 2 ans non reconstituée après plus de 10 ans de mise en culture (situation la plus dégradée) : site de 0,7 ha dans la «station» de SAFCO.

* Deux dispositifs installés en 1998 sur :

- une jachère de 5 ans (situation la plus favorable) : dispositif de 0,8 ha.

- une jachère de 2 ans : dispositif de 1 ha.

Pérennisation du site ouvert en 1998 à Mahabo à 30 km à l'Est de Morondava, avec une association féminine encadrée par l'ANAE, sur une jachère « dégradée » à proximité d'un petit bas-fond (présence d'une nappe) : dispositif de 0,3 ha.

Pérénnisation du site ouvert en forêt en 99/00 près de Marofandilia, après défrichement sans brûlis et semis de mucuna. Le dispositif de 2500 m² ensemensé en maïs associé à la dolique en 00/01, a été entièrement détruit par les animaux.

Pérennisation des deux dispositifs installés en 99/00 sur les monkas au Sud du Menabe Central.

Ces dispositifs de 0,15 ha à Andranovoa et Andranomamy sont des vitrines pour les agriculteurs de cette zone isolée. Les cultures (sorgho, maïs, riz pluvial, arachide, et vignas en associations) sont menées sans fertilisation avec 3 modes de gestion du sol : technique du paysan, semis direct et paillage, écobuage et paillage.

Pérennisation du site de 0,2 ha ouvert en 99/00 sur jachère dans un secteur non irrigable dans la plaine à l'aval du barrage de la Dabara (à proximité des dispositifs installés sur rizières).
Ces zones exondées qui couvrent des surfaces importantes dans la plaine, ne sont pas cultivées par les agriculteurs ; elles offrent pourtant, de par leur fertilité et leur réserve en eau, un potentiel important pour l'agriculture.

Les analyses de sol (**tableau 28**) effectuées sur les sites avant mise en culture montrent que les sables roux sur les monkas sont riches en calcium (ph élevé), déficients en autres bases (Mg^{++}, K^{+}) et en phosphore assimilable. Le taux de matière organique augmente après quelques années de jachère dans l'horizon 0 – 5 cm, mais reste faible dans les horizons sous jacents.

Des plantes pérennes ont été installées sur les dispositifs ouverts en 1999 : Ziziphus mucronata (épineux) et Acacia auriculiformis comme clôture et brise-vent autour des sites, et Cajanus cajan, Gliricidia sepium pour délimiter le parcellaire.

IV 2 12 - Sur les zones irrigables

Pérennisation et extension du dispositif installé en contre-saison 99 dans des rizières situées à 15 km de Morondava près de l'axe routier Morondava – Mahabo (aval du barrage de la Dabara).

Toutes les rizières (2 ha) situées à proximité du dispositif de recherche (0,5 ha) ont été gérées en semis direct sans irrigation par les agriculteurs en saison et contre-saison cette année.

IV 2 2 – Les systèmes de cultures mis en œuvre sur les dispositifs

IV 2 21 – Sur les sols exondés en saison pluvieuse

Le **tableau 30** donne la liste des systèmes testés sur chaque dispositif.
Différents itinéraires techniques sont appliqués à ces systèmes de culture :

.Les modes de gestion du sol

- La technique des paysans avec travail du sol (décapage superficiel) et exportations des résidus de récolte.
- Le semis direct sur résidus de récolte et paillage complémentaire si nécessaire
- L'écobuage et paillage complémentaire si nécessaire.

. Les itinéraires de semis :

Toutes les semences des cultures sont traitées avant semis à l'APRON PLUS 50 DS.
Tous les semis sont effectués en poquets.

- Sorgho et plantes associées :

Sorgho : Variété BF 80 semée à :
1 m x 1m sur les parcelles non fertilisées (F_0 et F_1)
1 m x 0,5 m sur les parcelles fertilisées (F_2 et F_3)
4 à 5 grains par poquet ; démariage à 2 pieds par poquet.

Vigna umbellata, Niébé cl (cycle long), Dolique associés :
Variétés locales semées sur 1 ligne entre 2 lignes de sorgho en même temps que le sorgho.
Poquets espacés de 0,4 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

Stylosanthes guianensis et Macroptilium atropurpureum associés :

Semis sur 2 lignes espacées de 0,25 m entre 2 lignes de sorgho, en même temps que le sorgho.
Poquets espacés de 0,3 m sur la ligne.

- Maïs et plantes associées :

Maïs : Variété OC 202 semée à :
1 m x 1 m sur les parcelles non fertilisées (F_0 et F_1)
1 m x 0,5 m sur des parcelles fertilisées (F_2 et F_3)
2 grains par poquet.

Niebe cl, Dolique, Vigna umbellata associés :
Variétés locales semées sur une ligne entre 2 lignes de maïs, en même temps que le maïs.
Poquets espacés de 0,4 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

Brachiaria ruziziensis associé **:**
Semis sur 2 lignes espacés de 0,25 m entre 2 lignes de maïs, en même temps que le maïs,
Poquets espacés de 0,3 m sur la ligne.

Mucuna associé :
Semis sur 1 ligne entre 2 lignes de maïs, en même temps que le maïs,
Poquets espacés de 0,5 m sur la ligne ; 1 grain par poquet..

- Riz pluvial et plantes associées :

Riz : variété B 22
- Sur parcelles non écobuées : semis à 0,4 m x 0,2 m
- Sur parcelles écobuées : semis sur 2 lignes espacées de 0,25 m sur les tranchées d'écobuage.
Poquets espacés de 0,20 m sur la ligne.

Niebe cc (cycle court) associé au riz écobué :
Variété DAVID, semée sur 1 ligne entre 2 tranchées d'écobuage, en même temps que le riz ;
Poquets espacés de 0,2 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

- Arachide et plantes associées :

Arachide : Variété FLEUR 11
Sur parcelles non écobuées : semis à 0,4 m x 0,2 m ; 2 grains par poquet
Sur parcelles écobuées : semis sur 2 lignes en quinconce espacées de 0,25 m sur les tranchées d'écobuage.
Poquets espacés de 0,30 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

Niébé cc associé : variété DAVID semée sur 1 ligne entre 2 tranchées décobuage ; poquets espacés de 0,20 m sur la ligne ; 2 grains par poquet.

- Cotonnier : Variété Guazuncho semée à 0,8 m x 0,4 m à 4 à 5 grains par poquet ; démariage à 2 pieds par poquet.

- Dolique : Variété locale semée à 0,4 m x 0,4 m ; 2 grains par poquet.

Niveaux de fertilisations (à l'hectare) **:**

Sur sables roux :

F_o = pas de fertilisation
F_1 = semences pellétisées à L'Hyper barren (200 g/ kg de semences)
F_2 = au semis : 130 kg de MAP
60 kg de KCL
30 kg d'urée
en végétation sur céréales et cotonnier : 75 kg d'urée
soit 28N - 69 P_2O5 - 36 K_2O sur légumineuses
63 N - 69 P_2O5 - 36 K_2O sur céréales et cotonnier
F_3 = F_2 + fumure (5 T/ha).

Sur sol exondé dans la plaine :

F_o = pas de fertilisation
F_1 = F_2 sur sables roux.

IV 2 22– En rizières

En saison pluvieuse :

Semis direct des variétés FOFIFA 154 et FOFIFA 152 (0,4 m x 0,2m) sur mulch de mucuna, dolique, vigna umbellata, niébé cl, avoine (contre-saison 2000).

Niveaux de fertilisation :

F_o = pas de fertilisation
F_1 = 50 kg/ha d'urée au semis et 75 kg/ha d'urée en végétation
Soit 57,5 N

En contre-saison :

semis direct de mucuna, dolique, vigna umbellata, niébé cycle long sur paille de riz fauchée
Semis à 0,4 m x 0,4 m pour les cultures ; 2 grains par poquet
Semis à 0,5 m x 0,5 m pour le mucuna ; 1 grain par poquet.

IV 3 - La pluviométrie en saison 2000/2001

Elle a été relativement élevée (**tableau 23**) durant cette campagne (750 à 1100 mm), et bien répartie sur tout le cycle cultural. Les pluies sont arrivées assez tôt en Novembre.

Les semis des cultures sur les monkas ont été réalisés aux dates optimales la 3ème décade de Novembre, excepté pour le cotonnier installé beaucoup trop tard (problème de disponibilité en semences) et dont les rendements sont très faibles.
Les dispositifs en rizières auraient par contre pu être emblavés plus tôt (semis de début Décembre).

IV 4 - Les résultats agro-technico-économiques

IV 4 1 - Sur les monkas

IV 4 11 - Les résultats durant la campagne 2000-2001

Sur les dispositifs de Marofandilia, comme les campagnes précédentes, le riz pluvial et le vigna umbellata ne supportent pas les conditions de battance et d'asphyxie qui s'installent dès les 1ères pluies sur ces sols ferrugineux tropicaux quand ils sont travaillés. Les rendements sont nuls pour le riz pluvial et très faibles pour le vigna (inférieurs à 200 kg/ha) quel que soit le niveau de fumure (**tableau 33**). Les seules cultures qui se satisfont de ces conditions sont l'arachide et le niébé.

Après 3 années de rotation culturales, la fertilité sur les parcelles travaillées baisse considérablement ; sur les itinéraires sans engrais, les productions de maïs sont nulles cette année et celles du sorgho inférieures à 80 kg/ha.
Elles augmentent par contre en semis direct de 30 à 35 % pour le maïs, et de 7 à 20 % pour le sorgho suivant les sites (**tableaux 33 et 35**) sur les mêmes itinéraires. On assiste clairement à une dégradation irréversible de la fertilité des sols sous travail du sol, et à son amélioration en semis direct. Des rendements de 1,5 tonne/ha de maïs en semis direct sans engrais sont inespérés dans ces milieux, et supérieurs à ceux obtenus par les agriculteurs sur défriche-brûlis de forêt.

Sur les parcelles fertilisées, les productions en semis direct, par rapport au travail du sol, sont multipliées en fonction du site et du niveau de fumure **(tableaux 33 et 35)** par :

2 à 4 pour le maïs,
1,7 à 3 pour le sorgho
1,2 à 2 pour le niébé associé au maïs (les différences sont moins fortes sur les parcelles non fertilisées, vu la faible concurrence du maïs sur travail du sol).
3 pour la dolique associé au sorgho dans la station SAFCO.

Les productions atteignent sur les meilleurs sites en semis direct 3,7 t/ha pour le maïs, 2,1 t/ha pour le sorgho, 2,5 t/ha pour le riz pluvial, 0,55t/ha pour le vigna umbellata.

L'effet du fumier, en complément de la fertilisation minérale, est important pour le maïs et le riz pluvial (gain de rendement de 20 à 30 %).

Les productions d'arachide les plus élevées sont obtenues sans fertilisation (2,15 t/ha ; **tableau 35**). Les écarts de rendements entre semis direct et travail du sol sont plus importants cette année (60 % en 2001 contre 40 % en 2000). Sur les dispositifs des "jachères 2 et 5 ans", la production de l'arachide sur les parcelles "témoin" baisse régulièrement depuis 3 ans.

L'arrière effet de l'écobuage effectué en 1999 est assez spectaculaire. Sur les parcelles non fertilisées (**tableau 33**), le gain de rendement par rapport au semis direct est de 60 % pour le maïs (30 à 40 % avec engrais) et de 25 % pour le sorgho (10 % avec engrais).

Les marges nettes les plus élevées sont atteintes en semis direct pour le maïs associé au niébé sur les parcelles fertilisées (**tableau 34** : 4 257 000 FMG/ha), et pour l'arachide sans fertilisation dans la station SAFCO (**tableau 36** : 3 791 000 FMG/ha).
Sans engrais, les marges dépassent 2 millions FMG/ha en semis direct sur tous les sites pour l'association maïs et niébé.
Elles sont plus faibles pour le riz pluvial et le sorgho associé au vigna umbellata : 1,2 à 1,8 millions de FMG/ha suivant le site et le niveau d'intensification.
Ces marges sont beaucoup plus faibles (divisées par 2 à 3), quand elles ne sont pas négatives, sur les parcelles travaillées.

Sur le dispositif de MAHABO, les sols sont moins battants et les cultures profitent d'une alimentation en eau à partir de la nappe, avec pour conséquences des rendements plus élevés que sur les monkas et en particulier (**tableau 37**) :

sur les parcelles travaillées et non fertilisées (0,9 t/ha pour le maïs par exemple),
sur les parcelles en semis direct fertilisées : 5t/ha pour le maïs, 2,2 t/ha pour le sorgho, 0,6 t/ha pour le vigna umbellata (les légumineuses à cycle long profitent de la présence de la nappe en saison sèche).

Les écarts de productions restant très importants, quel que soit le niveau de fumure, entre semis direct et travail du sol :

180 à 380 % pour le riz pluvial,
60 à 90 % pour le maïs et le sorgho (250 % pour le sorgho sur F0)
30 à 60 % pour les légumineuses.

L'effet du fumier est spectaculaire sur le maïs.

L'arrière effet de l'écobuage est aussi très marqué sur ce site, avec des gains de rendement de 30 à 50 % suivant les cultures sur les parcelles non fertilisées.
Dans l'association de l'arachide et du niébé sur écobuage, le niébé devra à l'avenir être semé 1 mois après l'arachide.

Les marges nettes (**tableau 38)** les plus élevées sont atteintes sur les parcelles écobuées et fertilisées (F_3) : 5 312 000 FMG/ha pour le maïs associé au niébé, 3 772 000 FMG/ha pour le riz associé au niébé, et 2.400.000 FMG/ha pour le sorgho associé au vigna umbellata. Sans fertilisation sur écobuage, les marges du riz et du maïs associés au niebe sont le l'ordre de 3 millions de FMG/ha.

En semis direct (sans écobuage), les marges sont aussi très intéressantes : 3,9 millions FMG/ha pour l'association maïs et niebe (F_3), 2,8 millions FMG/ha pour l'arachide (F_0), et 2 milions FMG/ha pour le sorgho associé au vigna umbellata (F_3).
Elles sont divisées par 1,5 à 4,5 sur travail du sol suivant les cultures, et sont inférieures à 1,85 millions FMG/ha. Sur cet itinéraire, l'arachide non fertilisé procure la meilleure marge.

IV 4 12 - Résultats agro-technico-économiques sur les 3 années du projet

Ils concernent le maïs associé au niebe à Marofandilia et l'arachide à Mahabo.Comme dans les autres régions, l'ensemble du temps des travaux de toutes les opérations culturales effectuées durant trois ans est pris en compte.
Le travail du sol consiste en un décapage superficiel à l'angady (150 heures/ha).

A **Marofandilia**, le rendement moyen du maïs (**tableau 39**) est multiplié en semis direct par 3 sur les parcelles sans engrais et par 1,7 avec fertilisation, par rapport au travail du sol. Les productions se maintiennent sans apport d'engrais en semis direct alors qu'elles baissent régulièrement pour devenir nulles en 2001 sur les parcelles travaillées.

Les marges cumulées (**tableau 39**) sont deux fois plus élevées en semis direct et atteignent plus de 10 millions de FMG/ha avec fertilisation (4,8 millions FMG/ha sans engrais).

La valorisation du travail (**tableau 39**) est multipliée par 1,7 en semis direct quel que soit le niveau de fumure. Elle atteint 4500 FMG/heure avec fertilisation. Elle est supérieure sans engrais en semis direct (3130 FMG/heure), qu'avec fertilisation sur travail du sol (2820 FMG/heure).

A Mahabo, le rendement moyen de l'arachide (**tableau 39**) est supérieur de 45 % (F_0) et 23 % (F_3) en semis direct, par rapport au travail du sol. Les productions passent de 1,2 à 1,4 t/ha en 3 ans en semis direct.
Les marges cumulées les plus élevées sont atteintes sans fertilisation : 6,4 millions FMG/ha en semis direct contre 4,6 millions FMG/ha avec travail du sol, soit une différence de 37 %.

La productivité du travail est de 1800 FMG/ha en semis direct, supérieure de 21 % à celle du travail du sol. Elle est relativement faible comparée aux marges, compte tenu des temps de travaux pénibles d'égoussage de l'arachide (600 heures par tonnes de graines).

IV 4 2 - Sur les sols exondés dans la plaine au croisement Belo

Les productions de toutes les cultures **(tableau 40)** en semis direct, à l'exception des légumineuses associées aux céréales, sont plus élevées que l'année précédente.

Elles diminuent par contre pour le maïs et restent très faibles pour le riz pluvial et le vigna umbellata sur les parcelles travaillées.

On atteint sur ce site relativement riche et où l'alimentation en eau des cultures n'est pas limitante, des rendements très élevés en semis direct : 3,6 t/ha pour le maïs et 1,64 t/ha pour le niebé associé, 2,8 t/ha pour le riz pluvial, 1,7 t/ha pour le sorgho et 0,7 t/ha pour le vigna umbellata associé, 2 t/ha pour la dolique en culture pure, sur les parcelles fertilisées.

L'effet de l'écobuage est spectaculaire sur le maïs avec des productions de 4,9 t/ha avec engrais, et 3,2 t/ha sans fertilisation (1,6 t/ha en semis direct).

Les marges nettes en 2001 (**tableau 41**) sont supérieures à 6 millions de FMG/ha sur les parcelles écobuées et non fertilisées de maïs et de riz associés au niébé. En semis direct, la fertilisation n'est rentable que pour le maïs.

Sans écobuage, les marges les plus élevées sont atteintes en semis direct pour le maïs associé au niébé (5,9 millions FMG/ha sur F_2), et la dolique (3,6 millions FMG/ha sur F_0 et F_2). Elles sont très supérieures à celles obtenues sur les parcelles travaillées.

L'évaluation agro-technico-économique effectuée depuis l'ouverture du site en 1999 (**tableau 42**) pour l'association maïs et niébé et pour le riz pluvial fournit les données suivantes :

Sans fertilisation, les rendements et les marges de l'association du maïs et du niébé sont multipliées par deux en semis direct et par quatre sur écobuage par rapport au travail du sol. Les marges cumulées atteignent 13 millions de FMG/ha sur écobuage sans engrais et 12 millions de FMG/ha en semis direct avec fertilisation. Elles sont inférieures à 7 millions de FMG/ha sur les parcelles travaillées et fertilisées.

La valorisation du travail la plus élevée est atteinte en semis direct avec fertilisation (6760 FMG/Heure), supérieure de 55 % à celle du travail du sol.

Les marges nettes sont négatives pour le riz pluvial, quel que soit le niveau de fertilisation, sur les parcelles travaillées. Elles sont par contre très élevées en semis direct sur écobuage (supérieur à 10 millions de FMG/ha), grace à la présence du niébe associé au riz. La productivité du travail sur cet itinéraire atteint 4200 FMG/Heure sans engrais. Les marges (3 millions FMG/ha sur F0) et la productivité du travail (2500 FMG/heure) restent interessantes en semis direct sans écobuage.

IV 43 - Dans les rizières

Toutes les plantes installées en contre-saison 2000 (mucuna, niebe, dolique, vigna umbellata, avoine) avaient un excellent développement et ont fourni une biomasse importante.

Le riz pluvial en semis direct sur ces mulch n'a nécessité aucun sarclage. Les productions (**tableau 43**) des variétés FOFIFA 154 et FOFIFA 152 sont de 3,9 t/ha sans engrais sur précédent légumineuses, peu différentes de celles obtenues avec fertilisation (4,2 t/ha). Elles sont par contre plus faibles sans complément azoté sur précédent avoine (2,6 t/ha).

En contre-saison 2001, les rendements des légumineuses sont particulièrement élevés (supérieurs à 2 tonnes/ha), et atteignent 2,5 t/ha pour le niebe. Les biomasses sèches en novembre étaient de 17 t/ha pour le vigna umbellata et 10 t/ha pour la dolique et le niebe ; le développeent du mucuna est plus faible (3,5 t/ha de MS), compte-tenu des températures particulièrement basses pour la région en Juillet.
Les marges nettes de ces systèmes "riz-légumineuses" sont encore exceptionnelles cette année (**tableau 44**) et atteignent sans engrais 10 millions de FMG/ha pour le système "riz-niebe", sur précédent légumineuses de contre-saison 2000.

Le temps de travail de toutes les opérations culturales pour ce système est de 1940 heures/ha, pour une valorisation du travail de 5100 FMG/ha.

IV 5 - Les enseignements des 3 années du projet

Quatre situations principales sont présentes dans le Menabe Central :

Les "monkas" : ce sont les jachères herbacées qui s'installent après défrichement de la forêt et quelques années de mise en culture. La flore se compose principalement de brachiarias et de Cenchrus, graminées qui fournissent une biomasse importante (8 à 10 t/ha de M.S.) et restructurent bien le profil. Les agriculteurs y cultivent, après brûlis et un décapage superficiel du sol, essentiellement de l'arachide, semé souvent à sec en coques. La durée minimale de ces jachères avant remise en culture est de 5 ans. Ces milieux brulent régulièrement en saison sèche.

La forêt : les agriculteurs de la région ne cultivent le maïs que sur défriche-brûlis de ces forêts sèches. La forêt disparait ainsi inéluctablement d'année en année. Après une année de culture de maïs, dont les rendements ne dépassent pas 1,5 tonne/ha, les paysans cultivent de l'arachide durant 3 années au maximum. Le sol retourne alors en jachère pour au moins 5 ans.

Les sols exondés dans les plaines : ils occupent des surfaces importantes, en particulier à l'aval du barrage de la Dabara, et ne sont pas mis en valeur. Ce sont des aires de pâture pour les animaux. Ces jachères brûlent régulièrement en saison sèche.

Les rizières : la riziculture irriguée est pratiquée dans les plaines aménagées à l'aval des barrages (Dabara principalement), et dans les petits bas-fonds où l'aménagement est précaire et l'irrigation très dépendante de la pluviométrie de l'année. Deux cycles de riz sont possibles dans la région, mais les surfaces concernées sont faibles par rapport à la totalité des surfaces rizicultivées. Les disponibilités en eau sont en effet très souvent insuffisantes pour espérer irriguer les rizières toute l'année. Les paysans, comme c'est le cas au croisement Belo, cultivent alors le riz sur la moitié de leurs rizières en saison pluvieuse, et sur l'autre moitié en saison sèche.

TAFA est aujourd'hui en mesure de proposer un référentiel technique performant dans toute ces situations agricoles.

➔ Dans les "monkas" :

C'est certainement sur les sols ferrugineux tropicaux des écologies semi-arides que l'effet des techniques de semis-direct sur couverture végétale est le plus immédiat et le plus spectaculaire.

Les itinéraires des agriculteurs avec travail du sol sont en effet totalement inadaptés à ces sables roux, battants et à faible réserve hydrique, dans une région où les aléas climatiques sont importants. Les seules cultures qui arrivent à produire dans ces conditions sont l'arachide et le niebé.

Le semis direct offre la possibilité aux agriculteurs de diversifier et intensifier l'agriculture dans ce milieu, si certains impératifs sont respectés :

***semer tôt, aux 1ères pluies utiles, sur un sol couvert :**

Dans cette écologie, il est essentiel que les cultures profitent de toute la pluviométrie de l'année et du pic de minéralisation de la matière organique aux 1ères pluies. Celà suppose de préparer les parcelles de semis direct en saison sèche.

Il est aussi indispendable de couvrir ces sols fragiles dès la 1ère année ; les expérimentations de TAFA dans la station SAFCO montrent que l'effet du paillage de 1ère année se répercute sur les productions durant 3 ans.

Pour la reprise des jachères, 2 itinéraires techniques sont possibles :

- effectuer un décapage superficiel du sol en saison sèche en laissant la biomasse en place, après confection de pare-feux en début de saison sèche,
- faucher ou rouler (rouleau à cornières tracté par les boeufs) la flore naturelle conservée intacte en saison sèche. Ces opérations permettent de relancer la végétation, qui peut alors être détruite avec un herbicide total systémique (glyphosate). Cette technique est la plus performante au niveau agronomique ; l'horizon superficiel ne subit en effet aucun remaniement, et l'excellente structure et la forte macroporosité de surface, créées par la flore naturelle, sont conservées intactes.

Sur les parcelles cultivées l'année précédente, il est nécessaire d'épandre 7 tonnes/ha de matière sèche après un décapage superficiel du sol, qui se reprend en masse en saison sèche. Cette biomasse sera prélevée sur les jachères avoisinantes, en début de saison sèche avant l'intallation des feux de brousse.

Le semis des cultures peut alors être effectué dès l'installation de la saison des pluies sur un sol totalement couvert.

*** Installer en 1ère année des associations de cultures fournissant de fortes biomasses, et capables sur les sols déjà cultivés de restructurer rapidement de profil.**

Sans itinéraire pour remonter la fertilité initiale, la meilleure solution pour démarrer le semis direct est alors l'association du sorgho avec des légumineuses annuelles à cycle long comme la dolique, le vigna umbellata et le niebe prostré.

Des plantes de couverture vivaces, comme le Siratro (légumineuse qui se resème chaque année sans intervention) et le brachiaria ruziziensis (graminée interessante sur les sols compactés), peuvent aussi être associées au sorgho ; leur reprise suppose cependant l'utilisation d'herbicides systémiques, et ces plantes ne procurent aucun revenu complémentaire.

Toutes ces plantes sont bien adaptées aux écologies semi-arides et peuvent supporter des phases de sècheresse prolongées. La présence de légumineuses dans l'association offre aussi une sécurité vis à vis des dégâts causés par les criquets et les oiseaux (seul de sorgho est attaqué).

Ces plantes finissent leur cycle en saison sèche (septembre pour la dolique), développent leur système racinaire en profondeur (recharge en carbone sur tout le profil, remobilisation d'éléments lixiviés inacessibles à la plupart des plantes commerciales), et assurent une bonne couverture du sol même en saison sèche (protection contre l'érosion éolienne, maintien de l'activité biologique dans les horizons superficiels).
Même si le sorgho est la seule céréale (avec le mil) qui se satisfait des conditions de fertilité initiale sur les monkas, son peuplement ne doit pas être trop élevé ; un semis en poquets à 1 m x 1 m, en conservant 2 pieds par poquet après démarriage, est suffisant. Les 2 plantes associées pourront alors se développer beaucoup mieux.

La marge nette que procurent ces associations dans ces conditions est de l'ordre de 1.500.000 FMG/ha.

Si la fertilité du sol est améliorée dès le départ, le maïs peut remplacer le sorgho dans les associations. Les marges nettes peuvent alors dépasser 3 millions FMG/ha.

Deux solutions s'offrent aux agriculteurs pour remonter la fertilité des sols :

- effectuer en 1ère année un écobuage, en prenant soin de recouvrir la paille disposée dans les tranchées par la terre provenant de l'horizon le plus organique (plus de 2% de matière organique dans l'horizon 0-5 cm en ouverture de jachère). Cette technique ne peut être proposée qu'aux agriculteurs dominant déjà bien le semis direct. Sur ces sols à faible teneur en matière organique (environ 1 % sur l'horizon 0-20 cm), il est en effet impératif de restituer rapidement au sol, par le jeu de systèmes de culture appropriés en semis direct, la matière organique du sol consommée par l'écobuage (0,3 à 0,5 % de M.O).
La production du maïs sur écobuage est d'environ 2,5 t/ha et celle du niebé associé de 0,6 t/ha. Il est possible d'augmenter ces rendements avec un apport de fumure organique, ou d'engrais pour les seuls éléments que l'écobuage ne mobilise pas en quantité suffisante (en particulier l'azote sur les céréales).

- utiliser de l'engrais (coût : 1.000.000 FMG/ha) et la fumure organique disponible. La fertilisation minérale pourra être diminuée d'année en année dans de bonnes rotations en semis direct.

*** Pratiquer les années suivantes des rotations de cultures adaptées au niveau de fertilité de la parcelle.**

Sur les sols de faible fertilité, l'association du sorgho et des légumineuses peut être reconduite plusieurs années. C'est le moyen le plus efficace pour restaurer rapidement la fertilité. Après 3 années, des cultures plus exigentes comme le maïs peuvent être installées, sans apport minéral complémentaire.

Sur les sols dont la fertilité a été remontée dès le départ, toutes les cultures sont possibles.

Dans tous les cas, il est nécessaire de pratiquer au moins une année sur deux des systèmes de culture fournissant de fortes biomasses. Un apport de paille complémentaire n'est alors pas nécessaire pour assurer une couverture suffisante du sol.
Pour limiter la décomposition rapide des tiges de sorgho et de maïs par les termites en saison sèche, il faut plier, sans les casser, les tiges au moment de la récolte ; les contacts avec le sol se font seulement au niveau du pied et du sommet de la tige.

*** Gérer autrement les exploitations et l'espace agricole dans les monkas.**

- Cultiver en priorité des cultures adaptées aux écologies semi-arides

Les agriculteurs du Menabe se sont habitués depuis plusieurs années à des pluviométries relativement élevées et bien réparties durant le cycle cultural. Les paysans qui ont visité les dispositifs de TAFA réclament des semences de riz pluvial, dont les productions ont été bonnes durant 3 ans.

Mais il est bien évident que cette région connaîtra encore des années très déficitaires ; les assolements doivent être conçus en conséquence, pour éviter les famines qui ont déjà sévi dans l'Ouest et le Sud-Ouest malgache. Il est tout à fait étonnant de constater que le maïs est la seule céréale cultivée sur les sols exondés dans le Menabe. Il faut apprendre aux agriculteurs, comme celà a été le cas avec succès par SECALINE dans les villages encadrés par TAFA, à consommer le sorgho, culture beaucoup plus résistante à la sècheresse que le maïs.

Une grande proportion de l'assolement doit ainsi être emblavée avec des cultures adaptées aux climats secs : sorgho, arachide, niebe, dolique, vigna umbellata, sésame. Le reste de l'exploitation sera réservé au maïs associé à des légumineuses, et éventuellement au riz pluvial sur une surface réduite.

- Apprendre à gérer les jachères

Les agriculteurs et éleveurs brûlent chaque année les monkas pour relancer la phase végétative de la flore présente en saison sèche et y faire pâturer les animaux.
La fauche, ou le roulage, de cette flore herbacée aurait les mêmes effets, tout en conservant la biomasse sèche en place, avec des conséquences très bénéfiques pour le maintien et la restauration de la fertilité du sol. Ces pratiques faciliteraient aussi énormément l'adoption du semis direct par les agriculteurs.

Les petits rouleaux tractés par des boeufs sont faciles à confectionner sur place (il suffit d'un tronc d'arbre sur lequel on pose des cornières à intervalles réguliers).
Il serait aussi intéressant d'introduire les faucheuses à traction animale, qui étaient utilisées auparavant dans les pays du Nord, et qui pourraient être reproduites à Madagascar.

Ces techniques ouvrent la voie d'une gestion sans brûlis des soles de cultures et des aires de pâture sur les monkas, où l'arbre peut retrouver sa place dans le paysage :

arbres de rapport comme l'anacardier, le manguier, le goyavier...
arbres à croissance rapide comme l'acacia auriculiforris, l'acacia mangium, le cassia siamea, le gmelina arborea, qui pourront être utilisés comme brise-vent, ou comme clôture (piquet vivants rabattus pour former une barrière)

épineux comme les ziziphus mauriciana ou mucronata pour clôturer les parcelles et rendre possible une gestion intégrée entre l'agriculture et l'élevage.

Des espèces herbacées ou arbustives vivaces comme le Bana grass, le cajanus, le leucaena, pourront aussi être alors installés, et complémenteront l'alimentation des animaux en particulier en saison sèche.

Il est ainsi très simple de recréer rapidement un véritable bocage dans cette écologie, avec ses multiples effets bénéfiques : rôle de régulateur thermique et biologique, source d'alimentation pour les animaux, diversification des revenus, brise-vent, clôtures.

→ Les forêts

Ce milieu, défriché et brûlé chaque année pour la culture du maïs, est appelé à disparaitre dans les décennies à venir si aucune solution technique n'est proposée aux agriculteurs pour se fixer de manière durable au niveau des défrichements actuels. Or des solutions existent et sont mises en oeuvre avec succès depuis plusieurs années au Brésil. Le défrichement est effectué sans brûlis, en annelant la base des plus gros arbres qui meurent ainsi sur pieds, et en ne débardant que les plus grosses branches des sous-bois qui peuvent être utilisées comme combustible pour la cuisson des aliments. Tous les débris végétaux (feuilles, petites branches) sont laissés sur la parcelle, et on installe en 1ère année dans ce mulch des légumineuses comme la dolique ou le mucuna, qui favorisent leur décomposition, apportent de la biomasse et de l'azote. Toute la fertilité accumulée sous forêt est ainsi conservée.

Cette pratique, qui ne nécessite pas un travail très contraingnant pour l'agriculteur, a été appliquée en 1999-2000 sur 0,25 ha dans les massifs forestiers proches de Marofandilia.

L'horizon superficiel du sol en novembre 2000 était très peu différent de celui sous forêt.

L'association du maïs avec de la dolique, installée en saison 2000-2001, présentait un excellent développement avant la destruction des cultures par des boeufs.

Cette technique, qui permettra aux agriculteurs de se fixer durablement sur les parcelles défrichées avec de bonnes rotations en semis direct, doit être vulgarisée rapidement pour sauver les derniers massifs forestiers de la région.

→ Les parcelles non irrigables dans les plaines occupent à l'aval du barrage de la Dabara et dans d'autres bas-fonds du Menabe des surfaces importantes aujourd'hui inexploitées par les agriculteurs. Ce milieu riche et où l'eau n'est pas un facteur limitant pour les cultures pluviales, offre un potentiel important pour l'agriculture, mais aussi pour l'élevage. Les rendements et les marges nettes obtenues depuis 2 ans sur les parcelles écobuées et non fertilisées montrent qu'il est possible, à moindre coût, de pratiquer une agriculture très intensive dans ce milieu.

Mais il est aussi possible d'y installer, en dérobé dans les cultures ou en plantations pures, des espèces fourragères (brachiarias, stylosanthes) qui fourniront une forte biomasse verte en saison sèche pour l'alimentation des animaux. Ces patûrages pourront, après quelques années, être remis en culture en semis direct.

→ Sur les rizières irrigables, l'alimentation en eau est souvent insuffisante pour pratiquer deux cycles de riz irrigué la même année, ou même pour irriguer l'ensemble des rizières durant le même cycle dans un même secteur.

Ainsi le groupement d'agriculteurs encadré par TAFA ne mettait en culture que la moitié de leurs rizières durant chaque cycle. Les techniques de semis direct sans irrigation leur permettent aujourd'hui de cultiver toutes leurs rizières et celà sur deux cycles la même année : deux cycles de riziculture irriguée sur une partie, un cycle de riz pluvial suivi d'une légumineuse sur l'autre partie. Les rendements du riz en semis direct sans engrais sont de l'ordre de 4 tonnes/ha, au moins équivalents à ceux de la riziculture irriguée pour un temps de travail beaucoup plus faible. La vulgarisation

prochaine des nouvelles variétés de riz brésiliens devrait encore améliorer les performances du système. En 2ème cycle, les légumineuses comme le niebe, la dolique, le vigna umbellata procurent des marges nettes équivalentes à plus de 4,5 tonnes de paddy, et fournissent un apport d'azote très profitable au riz pluvial la saison suivante.

Toutes les rizières (plus de 2 ha) situées autour du site de référence de TAFA ont été emblavées avec des légumineuses en contre-saison 2001 par les agriculteurs. La demande est forte de la part de tous les paysans qui ont visité ces parcelles cette année.

Il y a dans la vulgarisation de ces techniques un enjeu très important pour augmenter la production totale de riz et le revenu des agriculteurs dans la région du Menabe Central.

Tableau 28 : Résultats d'analyses de sol sur sables roux à Morondava (Prélèvements de Novembre 1998)

	Profondeur (en cm)	Granulométrie %					Carbone azoté			Ph		Bases échangeables (Cobalti – Hexamine) (meg/100 g)									Phosphore (ppm)	
		A	LF	LG	SF	SG	M0%	N‰	C/N	Eau	Kcl	Ca++	Mg++	K+	Na+	Mn+	Al+++	H+	S	CEC	V%	Total	P_2O_5 Olsen
Site de Marofandilla	0 – 5						2,25	1,28	10,22	6,75	5,95	6,10	0,41	0,12	0,01				6,64	6,41	SAT		11 ,50
	5 – 10						0,93	0,55	9,80	6,85	5,85	2,48	0,14	0,05	0,01				2,68	3,44	77,84		6,00
Jachère 2 ans (98)	10 - 20						0,60	0,36	9,72	6,60	5,75	1,80	0,10	0,04	0,01				1,95	1,96	99,39		6,50
(Labo Cirad – Fr.)	20 - 40						0,38	0,22	10,05	5,30	4,45	0,68	0,04	0,04	0,01				0,78	2,56	30,26		7,50
Site de Marofandilla Jachère 2 ans (98) (Labo LRI TANA)	0 – 20	19,95	5,46	22,79	47,27	4,54	2,26	0,12	11	8,03	7,43	7,10	0,43	0,32	0,29				8,14	7,72	SAT	222	2,95
Site de Marofandilla Jachère 5 ans (98) (Labo LRI TANA)	0 – 20	17,99	3,26	4,31	25,38	49,06	1,38	0,08	9	7,25	6,45	3,88	0,41	0,18	0,27				4,74	4,54	SAT	221	2,79
Site de Marofandilla Station SAFCO (Labo LRI TANA)	0 – 20	19,52	4,86	3,78	21,49	50,35	1,55	0,09	10	6,92	5,96	3,17	0,41	0,13	0,27				3,98	4,28	93,00	203	2,64
Site de Mahabo (Labo LRI TANA)	0 – 20	12,52	6,68	18,77	51,28	10,81	1,09	0,07	9	7,52	6,58	10,38	2,36	0,63	0,37				13,74	13,51	SAT	389	17,65

Tableau 29 : Données pluviométriques décadaires (en mm) sur les dispositifs de Morondava

		Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
Site de Marofandalia	1ère décade		0	1	19	142	22						
	2ème décade		73	3	183	30	6						
	3ème Jécade		87	93	64	53	60						
	Total	**0**	**160**	**97**	**266**	**225**	**84**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Site de Mahabo	1ère décade		75	3	67	88	61						
	2ème décade		17	56	195	37	14						
	3ème décade		51	169	203	41	25						
	Total	**0**	**143**	**228**	**465**	**166**	**100**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Sites sur rizières	1ère décade		0	0	14	121	33						
	2ème décade		89	10	210	57	0						
	3ème décade		60	91	48	0	25						
	Total	**0**	**149**	**101**	**272**	**178**	**58**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Sites en zone Sud	1ère décade		2	12	10	57	62						
	2ème décade		22	27	108	29	0						
	3ème décade		37	70	169	22	31						
	Total	**0**	**61**	**109**	**287**	**108**	**93**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

Tableau 30 : Systèmes de culture testés sur sols exondés en saison 2000/2001. Morondava.

SYSTEMES DE CULTURE	PRECEDENT CULTURAL	MAROFANDILIA Jachères 2 et 5 ans			MAHABO			ANDRANOVAO			Rizière « Haute »		
		W	SD	E	W	SD	E	W	SD	E	W	SD	E
Associations de cultures													
Maïs + Niebé cycle long	Riz pluvial	X	X					X	X	X	X	X	X
	Arachide				X	X	X						
Sorgho + vigna umbellata	Cotonnier	X	X								X	X	X
	Arachide							X	X	X			
	Riz pluvial				X	X	X						
Riz + Niebé cycle court (écobuage)	Sorgho + vigna umbellata						X						
	Maïs + Niébé cycle long									X			X
Arachide + Niebé	Maïs + Niébé cycle long						X						
	Sorgho + vigna umbellata									X			
Cultures pures													
Riz pluvial	Maïs + Niebé cycle long	X	X					X	X		X	X	
	Sorgho + vigna umbellata				X	X							
Arachide	Maïs + Niebé cycle long				X	X							
	Sorgho + vigna umbellata							X	X				
	Arachide (témoin)	X											
Cotonnier	Sorgho + vigna umbellata	X	X										
Dolique	Sorgho + vigna umbellata										X	X	X
Associations cultures et plantes de couverture													
Maïs + Brachiaria ruziziensis.	Sorgho + brachiaria r.	X	X										
Sorgho + siratro (jachère 2 ans)	Maïs + siratro	X	X										
Sorgho + stylosanthes (jachère 5 ans)	Maïs + siratro	X	X										

W = Labour – **SD** = semis direct sans apport de paille – **E** = Ecobuage effectué en 1999 et semis direct

Tableau 31 : Systèmes de culture testés dans la « station SAFCO » en saison 2000/2001 – MAROFANDILIA - MORONDAVA

SYSTEMES DE CULTURE	PRECEDENT CULTURAL	ITINERAIRES	
		W	SD
Associations de cultures			
Sorgho + Dolique	Maïs + Niebé	X	X
Sorgho + vigna umbellata	Riz pluvial		X
	Cotonnier		X
	Arachide		X
Sorgho + Niebé cycle long	Riz pluvial		X
Maïs + Dolique	Soja		X
Maïs + vigna umbellata	Arachide		X
Maïs + Niebé cycle long	Soja		X
	Sorgho + Dolique		X
Cultures pures			
Arachide	Sorgho + vigna umbellata	X	X
Riz pluvial	Sorgho + Dolique		X
Cotonnier	Sorgho + Dolique		X
Associations cultures et plantes de couverture			
Maïs + mucuna	Sorgho + Mucuna		X

W = travail du sol **SD** = semis direct sans apport de paille

Tableau 32 : Coûts des intrants (en miliers de FMG/ha) utilisés pour chaque système de culture sur sols exondés – Morondava.

		W	SD + E
Sorgho + Vigna umbellata Sorgho + Dolique Sorgho + Niebé cycle long Maïs + vigna umbellata Maïs + Dolique Maïs + Niebé cycle long	F0	121	187
	F1	142	208
	F2 et F3	976	1042
Maïs + Brachiaria r. Sorgho + Siratro Sorgho + Stylosanthes g.	F0	-	121
	F1	-	142
	F2 et F3	-	976
Riz pluvial	F0	13	79
	F1	34	100
	F2 et F3	847	913
Riz pluvial + Niebé cycle court	F0	-	133
	F2 et F3	-	988
Arachide	F0	13	79
	F2 et F3	686	752
Arachide + Niebé cycle court	F0	-	133
	F2 et F3	-	806
Dolique	F0	121	187
	F2 et F3	794	860

Traitement des semences : 13070 FMG/ha (base 50 kg/ha de semence)
Herbicides avant semis en semis direct :
- gramoxone (1 l/ha) : 65550 FMG/ha
- roundup (2,5 l/ha) sur Brachiaria et Siratro

Insecticides :
- 2 traitements au Cypercal (0,25 l/ha) sur Niebé cycle court : 54170 FMG/ha
- 4 traitements sur Niebé cycle long, Dolique, Vigna umbellata : 108 350 FMG/ha

Fertilisations :
- F1 : 21000 FMG/ha
- F2 et F3 = 673000 FMG/ha sur légumineuses ; 834250 FMG/ha sur céréales

Tableau 33 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) sur ouverture de jachères (en 98) (en 1998) MAROFANDILIA – MORONDAVA

		Jachère 2 ans				Jachère 5 ans			
		F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
Maïs + *Niebé cycle long*	W	0 *0,35*	0 *0,38*	1,67 *0,51*	2,06 *0,48*	0 *0,50*	0 *0,56*	0,62 *0,57*	1,06 *0,44*
	SD	1,53 *0,54*	1,61 *0,63*	3,21 *1,02*	3,78 *0,91*	1,12 *0,63*	1,27 *0,65*	2,63 *0,69*	3,46 *0,57*
Maïs + Brachiaria r.	SD	1,48	1,57	3,25	3,71	1,05	1,24	2,64	3,44
	E	2,45	2,58	4,26	4,78	1,71	1,80	4,06	4,53
Sorgho + *Vigna umbellata*	W	0,04 *0*	0,08 *0*	0,72 *0,12*	0,88 *0,18*	0,05 *0*	0,05 *0*	0,48 *0,08*	0,89 *0,11*
	SD	1,26 *0,26*	1,39 *0,28*	1,83 *0,52*	2,08 *0,45*	0,85 *0,21*	0,95 *0,32*	1,47 *0,44*	1,58 *0,51*
Sorgho + Siratro	SD	1,35	1,48	1,87	2,21	-	-	-	-
	E	1,58	1,65	2,32	2,48	-	-	-	-
Sorgho + Stylosanthes	SD	-	-	-	-	0,96	1,13	1,56	1,67
	E	-	-	-	-	1,24	1,36	1,66	1,71
Ris Pluvial	W	0	0	0	0	0	0	0	0
	SD	1,23	1,26	2,22	2,48	1,04	1,09	2,12	2,53
Arachide (témoin)	W	0,51	-	-	-	0,56	-	-	-

Tableau 34 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur ouverture de jachères (en 1998) MAROFANDILIA – MORONDAVA

		Jachère 2 ans				Jachère 5 ans			
		F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
Maïs + Niebé cycle long	W	754	808	1635	1872	1124	1258	945	972
	SD	2387	2655	4076	4257	2284	2433	2787	3151
Maïs + Brachiaria r.	SD	1063	1135	1624	1992	719	850	1136	1776
	E	1839	1922	2432	2848	1247	1298	2272	2648
Sorgho + Vigna umbellata	W	- 89	- 78	- 76	214	- 81	- 102	- 376	33
	SD	1523	1660	1826	1837	1060	1416	1322	1551
Sorgho + Siratro	SD	959	1042	520	792	-	-	-	-
	E	1143	1178	880	1008	-	-	-	-
Sorgho + Stylosanthes	SD	-	-	-	-	647	762	272	360
	E	-	-	-	-	871	946	352	392
Riz Pluvial	W	- 13	- 34	- 847	- 847	- 13	- 34	- 847	- 847
	SD	1151	1160	1307	1567	961	990	1207	1617
Arachide (témoin)	W	905	-	-	-	995	-	-	-

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

Riz pluvial : 1000 FMG
Arachide : 1800 FMG
Vigna umbellata : 2700 FMG
Maïs et sorgho : 800 FMG
Niebé : 2500 FMG
Dolique : 2200 FMG

Tableau 35 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) dans la « station SAFCO ».
MAROFANDILIA – MORONDAVA

		F_0	F_2	F_3
Arachide	W	1,31	1,22	1,28
	SD	2,15	1,88	1,50
Sorgho + ***Dolique***	W	0,38 *0,11*	0,78 *0,18*	0,89 *0,20*
	SD	0,80 *0,46*	1,44 *0,58*	1,51 *0,63*
Sorgho + ***Vigna umbellata***	SD	0,83 *0,19*	1,48 *0,42*	1,50 *0,48*
Sorgho + ***Niebe cycle long***	SD	0,77 *0,48*	1,45 *0,56*	1,54 *0,63*
Maïs + ***Vigna umbellata***	SD	1 ,35 *0,23*	3,10 *0,45*	3,38 *0,53*
Maïs + ***Niebe cycle long***	SD	1,31 *0,51*	3,01 *0,58*	3,44 *0,66*
Maïs + ***Dolique***	SD	1,34 *0,50*	2,96 *0,63*	3,40 *0,61*
Maïs + **Mucuna**	SD	1,30	2,95	3,45
Riz pluvial Avec paillage en 1998	SD	1,11	1,86	2,27
Riz pluvial Sans paillage en 1998	SD	0,82	1,55	1,88

Tableau 36 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture dans la « station SAFCO » - MORONDAVA

		F_0	F_2	F_3
Arachide	W	2345	1510	1618
	SD	3791	2632	2668
Sorgho + Dolique	W	425	44	176
	SD	1465	1386	1552
Sorgho + Vigna umbellata	SD	990	1276	1454
Sorgho + Niebe cycle long	SD	1629	1518	1765
Maïs + Vigna umbellata	SD	1514	2653	3093
Maïs + Niebe cycle long	SD	2136	2816	3360
Maïs + Dolique	SD	1965	2712	3020
Maïs + Mucuna	SD	853	1318	1718
Riz pluvial Avec paillage en 1998	SD	1031	947	1357
Riz pluvial Sans paillage en 1998	SD	741	637	967

Tableau 37 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) à MAHABO. MORONDAVA

		F_0	F_2	F_3
Maïs + ***Niebe cycle long***	W	0,92 *0,31*	1,85 *0,52*	2,21 *0,46*
	SD	1,52 *0,48*	3,21 *0,67*	4,27 *0,61*
	E	2,11 *0,61*	4,76 *0,92*	4,88 *0,98*
Sorgho + ***Vigna umbellata***	W	0,31 *0,12*	1,06 *0,20*	1,24 *0,25*
	SD	1,11 *0,38*	1,71 *0,44*	1,98 *0,55*
	E	1,63 *0,49*	2,06 *0,58*	2,21 *0,62*
Riz pluvial	W	0,18	0,63	0,72
	SD	0,86	1,76	2,11
Riz pluvial + ***Niebe cycle court***	E	1,23 *0,66*	1,98 *1,04*	2,36 *0,96*
Arachide	W	1,03	1,22	1,36
	SD	1,61	1,72	1,78
Arachide + ***Niebe cycle court***	E	0,61 *0,63*	0,56 *0,76*	0,60 *0,81*

Tableau 38 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture à MAHABO. MORONDAVA

		F_0	F_2	F_3
Maïs + Niebe cycle long	W	1390	1804	1942
	SD	2229	3201	3899
	E	3026	5066	5312
Sorgho + Vigna umbellata	W	451	412	691
	SD	1727	1514	2027
	E	2440	2172	2400
Riz pluvial	W	167	- 217	- 127
	SD	781	847	1197
Riz pluvial + Niebe cycle court	E	2747	3592	3772
Arachide	W	1841	1510	1762
	SD	2819	2344	2452
Arachide + Niebe cycle court	E	2540	2102	2299

Tableau 39 : Paramètres techniques et économiques sur 3 ans de quelques cultures sur « MONKAS » à MORONDAVA

			MAROFANDILIA « Jachère 2 ans »		MAHABO	
			Maïs +Niebé cycle long[1]		Arachide	
			W	SD	W	SD
Rendement moyen du Maïs (tonnes/ha)		F_0	0,52	1,50	0,87	1,26
		F_3	2,41	4,18	1,25	1,54
Marges nettes cumulées (X 1000 FMG)		F_0	2319	4786	4659	6373
		F_3	5415	10640	4388	5740
Temps de travaux cumules (en heures)	Mise en place	F_0	615	760	870	995
		F_3	630	775	875	1010
	Entretien	F_0	300	60	450	40
		F_3	450	100	600	60
	Récolte et Post-récolte	F_0	360	710	1820	2520
		F_3	840	1485	2500	3020
	Total	F_0	1275	1530	3140	3555
		F_3	1920	2360	3975	4090
Valorisation de l'heure de travail (FMG)		F_0	1820	3130	1485	1795
		F_3	2820	4510	1105	1400

[1] Niebé cycle long en année 2 et 3.

Tableau 40 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) sur sol exondé dans la plaine Croisement Belo. Morondava.

		F_0	F_2
Maïs + ***Niebé cycle long***	W	0,70 *0,51*	2,51 *0,78*
	SD	1,61 *1,30*	3,56 *1,64*
	E	3,20 *1,53*	4,88 *1,39*
Sorgho + ***Vigna umbellata***	W	0,71 *0,05*	1,30 *0,07*
	SD	1,35 *0,61*	1,68 *0,72*
	E	1,51 *0,66*	1,71 *0,77*
Riz pluvial	W	0,12	0,37
	SD	2,41	2,82
Riz pluvial + ***Niebé cycle court***	E	2,58 *1,51*	2,85 *1,58*
Dolique	W	1,08	1,52
	SD	1,73	2,04
	E	1,81	2,30

Tableau 41 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture sur sol exondé dans la plaine. Croisement Belo. Morondava.

		F_0	F_2
Maïs + Niebé cycle long	W	1714	2982
	SD	4351	5906
	E	6198	6337
Sorgho + Vigna umbellata	W	582	253
	SD	2540	2246
	E	2803	2405
Riz pluvial	W	107	- 477
	SD	2331	1907
Riz pluvial + Niebé cycle court	E	6222	5812
Dolique	W	2255	2550
	SD	3619	3628
	E	3795	4200

Tableau 42 : Paramètres techniques et économiques sur 2 ans de quelques cultures sur sol exondé dans la plaine – MORONDAVA

		Maïs + *Niebé cycle long*			Riz pluvial		
		W	SD	E99	W	SD	E99 (+ Niebé c.c.)
Rendement moyen (tonnes/ha)	F0	0,79 *0,57*	1,56 *1,29*	3,18 *1,69*	0,06	1,64	2,07 *1,41*
	F1	2,58 *0,98*	3,40 *1,80*	4,28 *1,78*	0,71	2,22	2,71 *1,57*
Marges nettes cumulées (X 1000 FMG)	F0	3890	8486	13103	- 21	2930	10786
	F1	6953	12095	13446	- 549	2252	11007
Temps de travaux cumulées (en heures) – Mise en place	F0	410	530	1270	580	785	1600
	F1	420	540	1280	590	795	1610
Entretien	F0	360	80	100	380	30	50
	F1	430	100	120	500	50	60
Récolte et Post-récolte	F0	550	710	1075	48	360	915
	F1	745	1150	1260	180	440	1060
Total	F0	1320	1320	2445	1008	1175	2565
	F1	1595	1790	2660	1270	1285	2730
Valorisation de l'heure de travail (FMG)	F0	2950	6430	5360	- 20	2495	4205
	F1	4360	6760	5055	- 430	1750	4030

Tableau 43 : Rendements des cultures (en tonnes/ha) en semis direct en rizières
Croisement BELO-MORONDAVA

		F_0	F_1
1er cycle RIZ	**FOFIFA 154** Précédent légumineuses	3,95	4,22
	FOFIFA 154 Précédent avoine	2,65	3,99
	FOFIFA 152 Précédent légumineuses	3,88	4,17
	FOFIFA 152 Précédent avoine	2,60	3,92
2ème cycle	**DOLIQUE** (Précédent F. 152)	2,21	2,24
	NIEBE Cycle long (précédent F.152)	2,46	2,45
	VIGNA UMBELLATA (précédent F.152)	2,05	2,08

Tableau 44 : Marges nettes (en milliers de FMG) dégagées à l'hectare par chaque système de culture en rizières.
Croisement BELO. MORONDAVA.

Systèmes de culture	Précédent contre-saison 2000	F_0	F_1
FOFIFA 152	Légumineuses	9896	9892
+			
NIEBE cycle Long	Avoine	8616	9640
FOFIFA 152	Légumineuses	8608	8695
+			
DOLIQUE	Avoine	7328	8445
FOFIFA 152	Légumineuses	9281	9383
+			
VIGNA UMBELLATA	Avoine	8001	9133

Traitement de semences : 26140 FMG/ha (base 50 kg/ha de semences par cycle)
Herbicides : aucun
Insecticides : 4 traitements au CYPERCAL (0,25 l/ha) sur les légumineuses : 108350 FMG/ha
Fertilisation : F1 = 268750 FMG/ha.

Maïs non fertilisé associé au Niébé « jachère 2 ans »
MAROFANDILIA – MORONDAVA

Après 3 années de travail du sol

Après 3 années de semis direct

Sorgho non fertilisé associé au Vigna Umbellata « jachère 2 ans. MAROFANDILIA – MORONDAVA

Après 3 années de travail du sol

Après 3 années de semis direct

MAROFANDILIA – MORONDAVA

Etat de la végétation du maïs associé au Niébé (à droite)et du sorgho associé au vigna umbellata (à gauche) en semis direct.

Site « jachère 2 ans »

Arachide, riz pluvial, maïs et sorgho en semis direct.

Station SAFCO

MORONDAVA

Mulch de sorgho et vigna umbellata en novembre 2001.

Station SAFCO - MAROFANDILIA

Riz pluvial sur labour (en 1er plan) et semis direct (en 2ème plan).

La moitié gauche des parcelles n'est pas fertilisée.

Sol exondé dans la plaine.

Croisement BELO

Rizière – Croisement BELO – MORONDAVA

Riz FOFIFA 154 en semis direct sur précédent légumineuses de contre-saison.

La partie droite n'est pas fertilisée.

Vigna umbellata en novembre 2001 (17 t/ha de MS)

V - LES ACTIONS MENEES PAR TAFA EN FAVEUR DE LA DIFFUSION DU SEMIS DIRECT A MADAGASCAR

Ces actions s'inscrivent dans le cadre du cahier des charges défini en 1999 avec les organismes de développement qui assurent à Madagascar la diffusion à grande échelle des techniques agroécologiques. Elles concernent la formation pratique et théorique des différents partenaires (encadreurs, agriculteurs), l'appui aux structures de vulgarisation dans la phase de diffusion de ces techniques, et un encadrement direct des agriculteurs situés à proximité des sites de référence. A la demande de l'AFD, trois techniciens (2 pour le Lac Alaotra, 1 pour le Sud-Est) ont été recrutés avec pour mission d'assurer à plein temps un appui rapproché sur le terrain aux agents chargés de vulgariser ces nouvelles techniques.

- Visites et formations pratiques sur les sites de référence dans chaque région :

Les **tableaux 45 à 49** donnent pour l'année 2000 la liste des visites, le nombre et la qualité des bénéficiaires dans chaque région où TAFA intervient : Lac Alaotra – Sud-Est – Menabe – Hauts-Plateaux – Sud-Ouest.
Au total, 1896 agriculteurs (912 pour les 3 zones AFD) et 375 agents d'encadrement (50 pour les 3 zones AFD) ont été formés par TAFA sur le terrain cette année.
Parmi les agriculteurs concernés, certains sont les représentants des villages, de groupements d'agriculteurs, et même d'unions de groupements, qui ont pu transmettre à d'autres paysans ce qu'ils ont vu et appris lors de ces visites.
Au niveau logistique, la plupart de ces visites ont été organisées et prises en charge par les partenaires du développement.
Ces actions devraient avoir un impact important sur la diffusion du semis direct la campagne prochaine.

- Formations théoriques pour les cadres et les techniciens des structures d'encadrement. Ces formations sont délivrées par le service formation de TAFA basé à Antsirabe et sont financées par les partenaires. Elles ont lieu à Antsirabe même ou, à la demande des partenaires, dans d'autres régions.
En 2001, 114 personnes ont ainsi été formées durant 1 ou plusieurs journées sur les bases théoriques de l'agroécologie. Ces formations ont la plupart du temps été couplées à des visites de terrain. Cette professionnalisation de l'encadrement est très importante pour la réussite de la diffusion du semis direct les campagnes prochaines.

- Elaboration d'une fiche technique en français sur la gestion des sols et des cultures en semis direct, largement diffusée auprès des partenaires en 1999.
Cette fiche sera prochainement traduite en malgache et complétée par des illustrations.

- Appui aux partenaires du développement dans la phase de diffusion.

TAFA a élaboré en 1999 des protocoles simples, diffusés à ses partenaires avec les explications nécessaires, pour des parcelles de démonstration (parcelles « non négociables ») où sont concentrés les différents itinéraires qu'il est nécessaire de faire connaître en priorité aux agriculteurs : paillage, écobuage, création de biomasse dans la parcelle, plantes fourragères pour l'élevage. Les systèmes de culture proposés sont adaptés à chaque écologie et sont le fruit des recherches réalisées par TAFA depuis plusieurs années dans chaque région.
Ces protocoles offrent aux partenaires un canevas sur lequel ils peuvent s'appuyer pour démarrer la diffusion du semis direct dans toutes les situations pédo-climatiques.

Dans les 3 zones du projet AFD, TAFA a continué cette année à encadrer les agriculteurs situés dans un rayon de 5 km autour de ses sites de référence, ainsi que les cadres et techniciens des structures du développement, à leur demande, pour la mise en place et le suivi des parcelles de démonstration.

- Au lac Alaotra, les problèmes rencontrés avec le personnel de l'antenne de TAFA cette année ont eu pour conséquence l'arrêt des processus dynamique engagé avec nos partenaires en 1999-2000 sur l'ensemble de la région, et qui avait abouti à l'installation de 481 parcelles et 50 hectares de semis direct. (cf. rapport "analyse de l'adoption des systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale au Lac Alaotra. D. Olivier Octobre 2000). La demande était forte pour la campagne 2000-2001, puisque au moins 1000 paysans émettaient le souhait de poursuivre ou tester ces techniques.

De plus, les changements au niveau de l'approche pour les interventions de l'ANAE auprès des agriculteurs, ont limité l'appui technique de cette association à quelques communes rurales concentrées à l'ouest du lac : Bejofo, Morarano-Chrome, Ampasikely et Ambatomainty.

L'évaluation rapide effectuée par D. Olivier en Mars 2001 attire les conclusions suivantes :

. La majorité des agriculteurs qui avaient pratiqué le semis direct en 1999/2000, principalement sur les tanety, ont reconduit la technique cette année. Malheureusement, les attaques très importantes par les heteronycus en début de cycle, fortes sur labour mais exacerbées en semis direct, ont obligé la plupart de ces paysans à resemer plusieurs fois leurs parcelles. Vu l'arrêt précoce des pluies en Février, les productions sur ces parcelles sont faibles ; les agriculteurs sont déçus, mais sont conscients des conditions climatiques particulièrement difficiles cette année et ne remettent pas en cause l'intérêt du semis direct.

. Par contre les nouveaux adoptants, qui n'avaient aucun recul sur la technique et ont souvent rencontré les mêmes problèmes, s'interrogent sur l'intérêt de poursuivre cette expérience.

. En dehors des communes rurales suivies par l'ANAE et des agriculteurs encadrés par BRL dans les vallées du Sud-Est et de l'Est du Lac, aucun appui technique n'a été apporté aux autres agriculteurs durant toute l'année, malgré la recrudescence inquiétante d'ONG autour de ce thème dans la région (en particulier à l'Est du Lac).

En contre-saison, aucune vulgarisation sur l'installation de légumineuses en rizières, pour préparer le semis direct du riz la campagne suivante, n'a été effectuée en dehors des actions menées dans ce sens par BRL. La demande était pourtant très forte en particulier à l'Est du Lac.

. On peut donc estimer que l'encadrement a été très insuffisant cette année dans le domaine de l'agroécologie. On peut le regretter quand on connait l'importance de la demande formulée par les agriculteurs du Lac après 3 années de sècheresse successives.

L'expérience de BRL est assez éloquante à ce sujet (cf. rapport S. Alphonse. Déc. 01). Les premières actions ont démarrées tardivement en Octobre 2000, avec 13 agriculteurs dans la vallée Marianina et 6 agriculteurs à l'Est du Lac en saison, et 46 paysans en contre-saison, sur des démonstrations de faibles surfaces. Il est prévu en saison 2000-2001 sur rizières, baihobos et tanety, 508 parcelles emblavées en semis direct par 381 agriculteurs de 86 villages, pour une surface totale de 73 hectares.

- **Au Sud-Est**, en dehors des actions menées par TAFA en collaboration avec l'ANAE autour de sites de référence de FARAONY et ANKEPAKA, très peu de démonstrations sur le semis direct ont été réalisées cette année (12 parcelles par Interaide, 3 par RTM, 3 par ECAR, 1 par CRS).

En complément des visites et formations sur les dispositifs de recherche, TAFA a pourtant effectué des démonstrations d'écobuage et de paillage en contre-saison 2000 sur 40 villages, avec 180 agriculteurs dont 21 étaient des représentants de groupements. Ces paysans n'ont malheureusement pas été encadrés par la suite.

Autour des sites de référence, on comptait 1 démonstration sur les 6 villages proches de Faraony, 7 à Ankepaka, et 1 sur les 4 villages encadrés par la fondation médicale d'Ampasimanjeva. A Faraony, les rendements du riz, systématiquement écobué et paillé, sont interessants sur ces sols très pauvres sans fertilisation : entre 1,2 et 1,4 tonnes/ha.

A Ankepaka, avec un crédit d'engrais par l'ANAE, les paysans obtiennent sur paillage des producteurs comprises en 1,2 et 2 tonnes/ha sur jachères à aristida hydromorphes. A Ampasimanjeva, les rendements du riz fluctuent entre 1,3 et 1,8 tonnes/ha sur des parcelles écobuées et paillées. La majorité des agriculteurs ont installé du niebe prostré en
contre-saison, avec des productions comprises entre 0,15 et 0,45 t/ha. Tous ces paysans se disent prêts à pérenniser et agrandir leurs parcelles en semis direct la campagne prochaine ; d'autres agriculteurs sont intéressés.

Ainsi, comme au Lac Alaotra, la demande existe mais l'encadrement fait défaut. La société BRL a démarré tardivement en contre-saison 2001 la vulgarisation du semis direct à proximité des périmètres dont elle a la gestion dans la région de Manakara ; ces premières actions devraient avoir un impact important en saison 2001-2002.

Dans la région de Morondava, la coopérative Suisse finance directement TAFA pour assurer la diffusion du semis direct ; il n'y a en effet pratiquement pas d'opérateurs permanents de vulgarisation dans cette zone.

TAFA a ainsi encadré en saison 2000-2001 5 villages au Nord, 3 villages dans la zone intermédiaire, et 12 au Sud du Menabe Central, pour 65 démonstrations au total.

Les cultures ont souvent été choisies par les agriculteurs suite aux visites effectuées sur les sites de référence. Pour les céréales, le sorgho est peu représenté, alors que le maïs et le riz pluvial se retrouvent dans la majorité des démonstrations.

Les techniciens sur place n'ont pas suivi les recommandations de la direction technique de TAFA et n'ont pas su orienter le choix des agriculteurs en fonction de la fertilité des sols. Les productions de maïs et de riz pluvial sont faibles sur les monkas.

Les paysans sont par contre très satisfaits des techniques de semis direct sur les légumineuses (arachide, vigna umbellata, niebe prostré) et sur le sorgho quand il est présent, tant au niveau de la production que de la diminution du temps de travaux. Les gains de rendements en semis direct sont par exemple pour l'arachide de 20 à 40 %, avec une récolte beaucoup plus facile à réaliser que sur les parcelles travaillées. Les paysans s'étonnent de voir le vigna umbellata produire sur les monkas en semis direct, alors que toutes les expériences ont été jusqu'à ce jour un échec sur sol travaillé.

Il sera à l'avenir absolument nécessaire de relever le niveau des techniciens de TAFA dans la région.

Tableau 45 : Liste des visites et formations délivrées par TAFA sur les dispositifs du Lac ALAOTRA en 2001.

Date	Participants	Nombre	
		Encadrement	Paysans
14/03/01	BRL. Paysans Vallée MARIANINA	1	24
20/03/01	BRL. VSF. Paysans d'AMPARAFARAVOLA	3	30
10/04/01	ANAE – Paysans de MORARANO-CHROME	2	44
11/04/01	ANAE – Association VOROMANGA ANTANIFOTSY	1	26
17/04/01	ANAE – Paysans d'ANANDROBE	2	27
18/04/01	ANAE – Paysans de BEJOFO	1	32
19/04/01	ANAE – Paysans d'AMBATOMAINTY	2	73
20/04/01	ANAE – Paysans d'ANTANANDAVA	1	28
26/04/01	ANAE – Paysans d'AMBOAVORY	1	23
27/04/01	ANAE – Paysans de MANAKAMBAHINY	1	32
Total		**15**	**285**

Tableau 46 : Listes des visites et formations délivrées par TAFA sur les dispositifs du Sud-Est en 2001

Date	Participants	Nombre	
		Encadrement	Paysans
21/02/01	BRL	2	48
22/03/01	Commune rurale d'AMBILA		10
05/04/01	INTERAIDE	5	20
06/04/01	INTERAIDE	3	24
16/05/01	AFDI	4	17
01/06/01	Commune rurale d'AMBAHITRAZO.		9
07/06/01	RTM	3	7
01/07/01	BRL	4	
Total		**21**	**135**

Tableau 47 : Liste des visites et formations délivrées par TAFA sur les dispositifs de MORONDAVA en 2000-2001.

Date	Participants	Nombre	
		Encadrement	Paysans
16 et 17/11/00	Paysans formateurs ruraux		20
20/11 au 26/12/00	Paysans encadrés par TAFA		139
30/02/01	AFDI	1	12
20/02 au 13/03/01	Unions de villages :		
	- zone Nord (MAROFANDILIA)		35
	- zone Sud (ANDRANOVAO-ANDRANOMAMY)		45
	- zone intermédiaire		12
12/03 au 05/05/01	Paysans encadrés par TAFA		122
13/03/01	PDR – SAHA	3	
15/03/01	Unions de villages : MAROFANDILIA – BEROBOKA – ANDRANOMENA		19
17/03/01	Unions de villages zone Sud		32
27 et 28/03/01	ANAE – Paysans zone intermédiaire	2	35
11/05/00	Cirad MAYOTTE	1	
07/06/01	Ministère de l'Environnement	2	
13/06/01	Agriculteurs français et réunionnais		6
19/06/01	AFDI - ABM	5	15
Total		**14**	**492**

Tableau 48 : Liste des visites et formation délivrées par TAFA sur les dispositifs des HAUTS-PLATEAUX en 2001

Date	Participants	Nombre	
		Encadrement	Paysans
10/01/01	Office Malgache du Tabac	10	
10/02/01	Sénateurs français, AFD, FERT, CIRAD	12	
12/02/01	Direction CIRAD	4	
16/02/01	Paysans d'AMBOHIJANAKA (ANTANANARIVO)	1	21
03/03/01	Paysans de MANDOTO	4	26
06/03/01	ACM (Firme phytosanitaire)	6	
08/03/01	Représentant projet SAHA	1	
28/03/01	CIRAD	8	
04/04 au 05/05/01	Techniciens et paysans FIFAMANOR	41	900
19/04/01	Etudiants MISS (FIANARANTSOA)	15	
26/04/01	OFMATA	12	
02/05/01	Sœurs Missionnaires (ANTSIRABE)	3	
09/05/01	HASYMA	15	
10/05/01	Paysans d'AMBOHIJANAKA	16	19
15 et 16/05/01	Ferme école de TOMBOTSOA	100	12
16/05/01	FORMAGRI	2	
31/05/01	OFMATA	8	
06/07/01	FIFATA	3	
07/06/01	VALY AGRI – RADOI – GSDM	4	
12/07/01	ACMIL PS 13ème promotion	30	6
Total		**295**	**984**

Tableau 49 : Liste des visites et formations délivrées par TAFA sur les dispositifs du Sud-Ouest en 2001.

Date	Participants	Nombre	
		Encadrement	Paysans
08/03/01	Conseillers UE, VSF, MDP, ONG VARY SY RANO	6	
23/03/01	ANAE – VSF – MDP	5	10
26/03/01	HASYMA – ANAE	4	
28/03/01	BRL	2	
23/04/01	MDP	2	40
31/04/01	MDP	8	
25/05/01	MDP	3	18
Total		**30**	**68**

CONCLUSION

Durant ces 3 années sur le projet AFD, TAFA a mis en place sur le terrain un réseau de sites de référence qui recoupe définitivement toutes les situations agricoles dans les 3 écologies concernées. Ces dispositifs sont un véritable laboratoire de l'évolution des sols et des systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale ; leur rôle de vitrines et de supports de formations pour tous les partenaires du développement est essentiel pour Madagascar et les pays de la sous-région.

Ces 3 années d'expérimentation ont montré l'écrasante supériorité des techniques agroécologiques sur les itinéraires actuels des agriculteurs aux niveaux agronomique, technique et économique.

TAFA possède aujourd'hui un référentiel suffisamment conséquent pour proposer aux organismes de vulgarisation des solutions performantes et durables, capables d'améliorer considérablement les productions et le revenu des agriculteurs dans chaque région, et pour être en mesure de répondre aux questions suivantes :

- quels sont les meilleurs systèmes de culture en semis direct dans chaque milieu en fonction de la fertilité initiale du sol ?
- comment remonter à moindre coût la fertilité du sol, par la technique de l'écobuage et/ou le jeu de systèmes de culture bien choisis en semis direct ?
- comment mettre en valeur des milieux actuellement inexploités, qu'ils soient riches dans les plaines ou très dégradés sur les collines?
- quelles sont les alternatives à l'agriculture itinérante sur défriche-brûlis ?
- comment cultiver les rizières autrement sans utiliser l'irrigation aujourd'hui de moins en moins maitrisée ?
- quelles sont les plantes fourragères herbacées les mieux adaptées à chaque milieu et niveau de fertilité du sol, capables de fournir une biomasse élevée et de qualité pour nourrir les animaux, mais aussi restaurer la fertilité du sol ?
- comment recréer un bocage sur les terroirs villageois, avec des espèces herbacées ou arbustives, utiles pour complémenter la nourriture des animaux en particulier en saison sèche, et des espèces arborées pour leur rôle de brise-vent, de clôture, de fourniture en bois de chauffe pour la cuisson des aliments ?

TAFA possède ainsi tous les éléments pour envisager de mettre en oeuvre avec les agriculteurs dans chaque région de Madagascar une gestion intégrée de leurs terroirs villageois autour des techniques agroécologiques. Les agriculteurs du terroir d'Anandrobe au Lac Alaotra, encadré par TAFA cette année, sont en train de relever un défi énorme en essayant de transformer radicalement dans le temps leurs systèmes de production traditionnels pour une gestion intégrée de l'élevage et de l'agriculture en semis direct. Il est très important que les agriculteurs et les organismes de développement de la région profitent dès le départ de cette expérience et s'imprègnent des solutions et des contraintes qui accompagneront cette évolution.

Il est bien sûr nécessaire de continuer à améliorer ce référentiel, et en particulier :

- définir des moyens de lutte efficaces et accessibles aux agriculteurs contre les insectes terricoles,
- refaire un tri dans le matériel végétal pour cibler les meilleures variétés pour chaque milieu et chaque cycle cultural,
- peaufiner les doses et matières actives herbicides pour le contrôle des adventices vivaces et certaines plantes de couverture,
- élargir la gamme des plantes testées, en particulier pour les 2ème cycles sur les collines et les rizières.

Il faudra aussi s'attacher à multiplier sur des critères de qualité tout le matériel végétal nécessaire aux partenaires du développement pour des démonstrations convaincantes en semis direct. Le Cirad se propose de détacher un de ses agents à TAFA pour l'appuyer dans cette mission.

Le petit matériel de semis direct, manuel ou de culture attelée, déjà présent à Madagascar, doit être beaucoup mieux valorisé que par le passé. Il faut le tester chez les agriculteurs sur des parcelles en grandeur réelle, et le reproduire à Madagascar ou l'introduire du Brésil en un nombre d'exemplaires suffisant.

TAFA doit relever le niveau des responsables et techniciens dans la plupart de ses antennes, ainsi que celui de ses formateurs. Une restructuration de sa direction administrative et financière est aussi nécessaire.
Le Cirad finance, depuis Juin 2001, six jeunes ingénieurs agronomes nationaux, actuellement en formation à TAFA, et qui rejoindront leurs zones d'intervention pour l'installation de la prochaine campagne.

Les structures de développement doivent pour leur part augmenter le nombre et le niveau technique des agents de vulgarisation, pour un conseil plus performant et plus proche des agriculteurs.

Le futur projet de "développement de l'agroécologie à Madagascar", financé pour 5 ans par l'AFD, devrait voir le jour début 2002.
Il donne tous les moyens nécessaires à TAFA pour assurer sa restructuration et s'acquitter, dans toutes ses zones actuelles d'intervention, des différentes missions qui lui sont dévolues.
Il prévoit une enveloppe financière conséquente pour la formation, et le renforcement des moyens humains et de fonctionnement des structures de développement, financées pour la plupart par d'autres bailleurs de fonds de plus en plus sensibilisés par le thème de l'agroécologie.
Un volet de recherches thématiques est aussi prévu sur le projet et renforcera les moyens du pôle "systèmes de culture et riziculture durables à Madagascar", qui associe des ingénieurs du FOFIFA et du Cirad sur des thématiques bien ciblées en semis direct.

Toutes ces perspectives sont de bon augure pour le développement de l'agroécologie à Madagascar, souhaité par un nombre croissant d'agriculteurs, et qui fait partie des priorités de la politique agricole nationale.