

**FFEM
Tafa - CIRAD**



SODECOTON

Projet Eau Sol Arbre

« Expériences sur les *Systemes de culture sur Couverture Végétale (SCV)* acquises par l'ONG Tafa et l'équipe du CIRAD depuis plus de 10 ans. Valoriser leurs acquis sur le plan technique et sur le plan de l'organisation »



**Rapport de Stage de formation effectué auprès de
L'ONG Tafa à Madagascar
Du 19 Mars au 17 Avril 2004**

**Oumarou BALARABE
Août 2004**

Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Montage institutionnel du semis direct a Madagascar	3
2.1.	Les opérateurs des SCV et le GSDM	3
2.1.1.	Le GSDM	3
2.1.2.	Organismes membres du GSDM.....	3
2.1.3.	Organismes partenaires du GSDM.....	5
2.2.	Enseignements sur le mode d'organisation pour la zone cotonnière du Cameroun... 7	
3.	Les grands ensembles agro-écologiques et les sites expérimentaux visités.....	9
3.1.	Le Lac Alaotra.....	9
3.1.1.	Le milieu et l'agriculture au Lac Alaotra (d'après Charpentier et al.,2001).....	9
3.1.2.	- Les sites de référence de Tafa visités.....	10
3.2.	Le Sud Ouest	12
3.2.1.	Le milieu physique	12
3.2.2.	Les sites de références de Tafa visitées (d'après Langevin B., 2000)	12
3.3.	Les Hautes terres (Vakinankaratra).....	15
3.3.1.	Le milieu physique	15
3.3.2.	Les sites de référence de Tafa visités	15
3.4.	Le Menabe.....	16
3.4.1.	Le milieu et l'agriculture dans le Menabe (d'après Charpentier et al., 2001) ..	16
3.4.2.	Les sites de référence de Tafa visités	17
4.	Approche thématique des SCV dans les écologies de Madagascar	20
4.1.	Les SCV et l'élevage.....	20
4.2.	La gestion de l'enherbement	20
4.3.	La fertilisation en SCV.....	21
4.4.	Intérêts de quelques cultures en SCV.....	22
4.4.1.	Le riz	22

4.4.2.	Le manioc	23
4.4.3.	Maïs, sorgho et mil pénicillaire.....	24
4.4.4.	Arachide et Pois de terre	25
4.4.5.	Niébé et haricot	25
4.5.	Comportement de quelques plantes de couverture.....	25
5.	Les grands enseignements pour l’implantation des sites, la conception des systèmes et la gestion des terroirs au Cameroun.	28
5.1.	Implantation des sites de référence	28
5.1.1.	Enseignements sur le choix des sites par TAFE	28
5.1.2.	Perspectives pour le Nord-Cameroun	29
5.2.	La conception des systèmes de culture	30
5.2.1.	Enseignements sur le choix des systèmes de culture par TAFE.....	30
5.2.2.	Perspectives pour le Nord-Cameroun	32
5.2.3.	Et pourquoi pas ?.....	34
5.3.	Enseignements sur l’approche terroir en SCV	34
6.	Conclusion.....	37

Liste des tableaux

Tableau 1: Récapitulatif des partenaires des SCV et de leur intervention suivant les écologies	7
Tableau 2 : Caractérisation des sites de référence visités dans le sud-ouest.....	12
Tableau 3 : Descriptif des opérations sur les différents sites visités dans le Sud-ouest.....	13
Tableau 4 : caractéristiques des sites de référence visités dans le Vakinankaratra.....	16

1. Introduction

Le stage de formation effectué du 19 mars au 17 avril sur les *Systèmes de culture sur couverture végétale* à Madagascar a consisté essentiellement en une formation pratique sur le terrain dans différentes écologies du pays et sur la conduite des responsables techniques de TAFE, et des Assistants Techniques du Cirad.

Le calendrier du stage nous a permis d'assister d'un bout à l'autre à la tournée annuelle de Lucien Séguy (à l'exception de la région de Manakara dont les écologies différaient largement de celles de notre zone d'intervention au Cameroun). Ce qui, bien entendu, a contribué à faciliter les échanges avec l'ensemble des opérateurs des SCV qui accompagnaient cette mission. A la fin de la tournée de Lucien Séguy, un retour sur les sites non visités a été effectué avec l'équipe technique de TAFE. Certaines réalisations ont pu ainsi être visitées dans la région du Menabe.

Le calendrier de stage a permis enfin d'être présent juste au moment des récoltes (détail important pour le Nord Cameroun où cette période coïncide plutôt avec la pleine saison sèche).

L'objectif du stage étant de tirer les enseignements de la longue expérience malgache sur les SCV pour inspirer le montage des systèmes analogues dans la zone cotonnière du Cameroun, le présent rapport fera état des acquis des SCV à Madagascar en fonction des variabilités agro-écologiques, tire des enseignements sur le montage des systèmes sur les sites de référence, les modes d'intervention dans les terroirs test, mais également ressort les alternatives d'appropriation dans les situations du Nord-Cameroun. Aussi, le plan du rapport comporte :

- Le montage institutionnel des SCV à Madagascar
- les grandes écologies et les sites de référence visités
- Une approche thématique des SCV dans différentes écologies malgaches
- Les grands enseignements pour l'implantation des sites de référence, la conception des systèmes de culture et la gestion des terroirs

Les dispositifs de recherche-développement sur les SCV à Madagascar se sont implantés sur des milieux très variés, et par des opérateurs multiples. La mise en cohérence de l'ensemble des actions (création des systèmes, recherche thématique d'accompagnement, diffusion) est assurée grâce à un montage bien élaboré. Ce cadre institutionnel est décrit dans la première partie du rapport et des enseignements orientatifs en sont tirés pour les dispositifs du Nord-Cameroun.

Dans un deuxième temps, une caractérisation des différentes écologies est effectuée afin de rappeler les bases climatiques et socio-économiques des interventions dans chaque milieu. Au niveau des sites de référence, seuls les systèmes conçus dans chaque milieu sont abordés à travers les principes généraux de leur mise au point. Les informations sur les protocoles expérimentaux figurent plutôt en annexe.

De par leur importance ou leurs spécificités à Madagascar, certains thèmes méritaient d'être abordés avec plus d'approfondissement. Il s'agit des interactions des SCV avec l'élevage, de la gestion de l'enherbement, de la problématique de la fertilisation et l'importance de certaines cultures et plantes de couverture dans la conception des systèmes. Ces thèmes ont fait l'objet d'une analyse spécifique.

Enfin, La dernière partie du rapport récapitule l'ensemble des enseignements tirés sur l'implantation des sites de référence, la conception des systèmes de culture et la gestion des terroirs dans les dispositifs de TAFE. Le démarrage de la campagne agricole 2004/2005 dans la zone cotonnière du Cameroun au moment de la rédaction de ce rapport a permis d'intégrer les systèmes malgaches déjà en expérimentation sur les dispositifs de cette année au Cameroun. Pour ces systèmes, les conditions de transfert et les variantes agronomiques sont également précisées.

Ce stage a pu être effectué grâce au financement du Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), et à la bienveillance de toute l'équipe GEC du CIRAD. Mes vifs remerciements vont à leur endroit. Je pense notamment à MM. Francis Forest du département GEC à Montpellier, M. Lucien Séguy du Brésil, MM. Michel Partiot, Olivier Husson, Hubert Charpentier, Roger Michellon, Philippe Grandjean, André Teyssier et Alain Ratnadass de Madagascar et MM. Jean-Louis Reboul, et Krishna Naudin du Cameroun.

L'ensemble de l'équipe technique de l'ONG TAFE m'a très chaleureusement accueilli et fait partager sa longue expérience sur le semis direct, ce qui m'a permis d'apprendre bien des choses en si peu de temps. Je tiens à leur adresser toute ma gratitude. Je citerai sans être exhaustif : M. Ignace Ramarison Directeur exécutif, MM. Célestin Razanamparany, Hubert Razafintsalama, Célestin Randrianarisoa, Moussa Narcisse, Manoamanana Andriantsilavo, Hery Andriamandraivonona, Hasina Andrianasolo, Nahny Farahanitriniaina, Jonas, Christian et tous ceux que par oubli nous n'avons pas cité ici.

Enfin, je remercie vivement M. Rakotodramanana du GSDM, Moussa Ndiénor, thésard au CIRAD, tout le personnel du CIRAD à Tana et l'ensemble des participants à la mission Séguy et SCV et ayant accepté de partager lors des différentes étapes de terrain (Fofifa, Anae, Fifamanor, BRL, BV-Lac-Alaotra et Fafiala).

2. Montage institutionnel du semis direct a Madagascar

2.1. Les opérateurs des SCV et le GSDM

2.1.1. Le GSDM

Le Groupement Semis Direct de Madagascar est une association à but non lucratif, fondé en 2000 par les grands opérateurs du semis direct à Madagascar (Tafa, Anae, Fafiata, Fifamanor, Fofifa).

Il a pour rôle d'assurer :

- la capitalisation des résultats
- la circulation de l'information
- l'animation et la coordination
- la promotion des techniques agro écologiques
- l'évolution des opérations menées
- la « labellisation » des opérations de diffusion du semis direct sur couverture végétale.

Les partenaires techniques du GSDM peuvent se classer en deux catégories suivant les actions qui leur sont dévolues sur les activités de recherche-développement :

➤ Les partenaires de diffusion :

PSDR, VSF, Interaide, FERT, Maison des paysans, Hasyma, WWF, GRET BV-Lac Alaotra, les organisation paysannes,

➤ les partenaires de recherche (formation : Fofifa, CIRAD, l'université d'Antananarivo, Ird ...

D'autres partenaires financiers appuient le groupement. il s'agit de l'AFD, du FFEM, de l'Etat Malgache, de l'union européenne, de la Banque Mondiale, de la Coopération Suisse, etc.

2.1.2. Organismes membres du GSDM

TAFA

TAny sy FAmpanandrosoana (Terre et Développement en Malgache) est une ONG créée en 1994 et à l'origine de la mise au point des techniques agro écologiques à Madagascar. TAFA conduit des essais dans les grandes zones agro-écologiques du pays (Haut plateaux, Moyen Ouest, Lac Alaotra, Sud-Est et Sud-Ouest), sur différentes situations, et a développé une large gamme de systèmes apportant des solutions techniques adaptables individuellement à la situation de chaque paysan et au niveau des terroirs villageois.

Au sein du GSDM, TAFA joue un rôle central dans la création des systèmes et la formation (technique et pratique) aux techniques agro écologiques. L'ONG est représentée sur le terrain par cinq antennes régionales au niveau de chaque ensemble agro-écologique et recouvrant au mieux la diversité des situations.

Les régions et sites de localisation des antennes se répartissent ainsi qu'il suit :

- Région du Lac Alaotra avec une Antenne à Ambatondrazaka

- Région du Sud-Ouest avec une Antenne à Tuléar
- Région des Hautes terres (Vakinankaratra) avec une Antenne à Antsirabé
- Région du Sud-Est avec une Antenne à Manakara
- Région du (Moyen Ouest) avec une Antenne à Morondava

La mise au point des nouveaux systèmes par TAFA se fait au niveau des sites expérimentaux pérennisés depuis un dizaine d'années (Andranomanelatra, Andranovory, Antsapanimahazo, Betafo, Ibity, etc.). Les modalités d'adoption et les règles de gestion communautaires sont ensuite analysées à l'échelle de divers terroirs villageois.

En définitive, le rôle de TAFA au sein du dispositif de recherche-action sur les SCV à Madagascar consiste à concevoir de nouveaux systèmes SCV dont la maîtrise technique et la pérennisation sera assurée au niveau des sites de référence, d'en assurer les modalités d'adoption dans les terroirs villageois et, enfin, d'assurer la formation des autres acteurs des SCV.

FOFIFA

Le centre national de recherche appliquée au développement rural (abrégé FOFIFA en malgache) conduit des recherches thématiques sur les systèmes SCV. Il joue également un rôle dans la formation académique des intervenants sur les SCV à travers l'accueil des stages et l'encadrement des thèses.

Les thèmes abordés par FOFIFA concernent :

- Le fonctionnement biologique, physique et chimique des sols sous conduite SCV
- Le fonctionnement des peuplements de riz pluvial en SCV et ses implications pour la génomique appliquée et la création variétale
- Les connaissances et outils pour la protection intégrée du riz pluvial contre ses bio-agresseurs au sein des SCV
- Les connaissances et outils pour intégrer les systèmes de culture riz pluvial/SCV au sein de la filière Malgache.

La présence de FOFIFA couvre l'ensemble des zones agro-écologiques de Madagascar.

ANAE

L'Association Nationale d'Actions Environnementales est une ONG oeuvrant dans le domaine de l'environnement et de la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols par des actions de sensibilisation, de formation et de développement rural. ANAE est présent dans les régions du Lac Alaotra, du Sud-Ouest et les hautes terres.

Au sein du GSDM, ANAE assure la diffusion des SCV à travers la mise en place des parcelles d'adoption en milieu paysan.

FAFIALA

Le centre d'expérimentation et de diffusion pour la gestion des *Tanety*¹ (abrégé FAFIALA en malgache) conduit des actions de développement sur les Tanety basées sur l'agroforesterie et la protection de l'environnement. Par sa spécialisation géographique sur les hautes terres, FAFIALA intervient surtout dans la région du Vakinankaratra comme partenaire de diffusion des SCV.

FIFAMANOR

Le centre de recherche et de développement rural en agriculture et en élevage (abrégé FIFAMANOR en malgache) contribue également à la diffusion des techniques agro écologiques dans la région du Vakinankaratra. Il est à la fois un partenaire de diffusion (surtout) et de recherche sur les SCV.

BRL

Originellement impliquée dans les programmes d'infrastructures hydrauliques, la compagnie Bas Rhône Languedoc Madagascar participe depuis 1999 à des projets de diffusion des SCV. BRL est un partenaire de diffusion et intervient par une approche englobante au niveau de l'ensemble des bassins versants dans les régions du Lac Alaotra et du Sud-Est.

2.1.3. Organismes partenaires du GDSM

Il s'agit ici des projets intervenant dans une zone précise en coordonnant et appuyant financièrement l'ensemble des acteurs et activités en SCV dans cette zone.

2.1.3.1. Le Projet de diffusion des systèmes de gestion agro-biologique des sols (1998-2001)

Ce projet qui s'est achevé en 2001 a été financé par l'Agence Française de Développement. Il a concerné trois écologies différentes : la région du Lac Alaotra au climat tropical de moyenne altitude (800m) , la région du Sud-Est (Manakara et Mananjary) au climat tropical humide, et la région du Menabe au climat semi-aride.

2.1.3.2. Le Projet Sud Ouest (1994-2003)

Financé par la coopération française et le gouvernement malgache, Le Projet Sud-Ouest a intervenu entre 1994 et 2003. Ses objectifs étaient :

- la professionnalisation de l'agriculture et la structuration du milieu, partie confiée à l'organisation non gouvernementale AFDI (Agriculteurs français et développement international) ;
- l'amélioration des systèmes de culture, partie confiée au Cirad.

Le PSO a fait essentiellement recours aux structures locales, régionales ou nationales pour l'exécution du travail (partenaires d'exécution). Il signe des conventions avec ces partenaires, qui ont pu alors fonctionner de manière assez souple et contribuer aux objectifs du projet.

¹ Tanety désigne géographiquement les collines (en malgache), par opposition aux *baibohos* qui sont des plaines alluvionnaires à très forte capillarité

Dans le cadre des activités SCV, les partenaires d'exécution furent TAFa, La Maison des Paysans de Tuléar et WWF

2.1.3.3. Le Projet BV Lac Alaotra (depuis 2003)

Le Projet de Mise en valeur et de Protection des Bassins versants du lac Alaotra en cours d'exécution, est financé par l'Agence Française de Développement et le Gouvernement Malgache. Il vise trois objectifs :

- accroître et sécuriser les revenus des producteurs touchés par les aléas climatiques et économiques des années récentes
- préserver les ressources naturelles d'une zone écologique très fragile actuellement menacée et sécuriser les investissements d'irrigation existant,
- appuyer les organisations des producteurs en leur permettant de devenir progressivement des maîtres d'ouvrages locaux d'actions de développement.

Dans le cadre des actions de mise en valeur agricole, le BV Lac Alaotra met la priorité sur la promotion des techniques agro écologiques adaptées au contexte du Lac et avec l'appui sur le terrain de tous les partenaires de recherche et de diffusion des SCV dans cette zone (TAFa, ANAE, VSF, FOFIFA, BRL).

2.1.3.4. Le Projet d'appui à la diffusion des techniques agro-écologiques (2004-2008)

Sur financement de l'Agence Française de Développement, du Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) et de l'Etat Malgache, la maîtrise d'œuvre de ce projet est assurée par le GSDM. Le projet intervient dans les régions du Vakinankaratra, du Lac Alaotra, du Sud-Est et du Sud-Ouest. Les objectifs poursuivis par le projet sont :

- la consolidation des acquis techniques et le renforcement des moyens de formation
- la formation des diffuseurs et la promotion d'opérations de diffusion
- l'appui au pilotage du réseau d'acteurs de l'agroécologie à Madagascar.

Tableau 1: Récapitulatif des partenaires des SCV et de leur intervention suivant les écologies

Partenaires	Rôle	Régions d'intervention	Activités spécifiques
GSDM	Coordination/formation	Toutes les régions	Programmation, coordination
TAFA	Conception/formation	Toutes les régions	Sites de référence, terroirs
FOFIFA	Recherche/formation	Toutes les régions	Matrice, expérimentations thématiques
ANAE	Diffusion	Lac, Vakinankaratra, Sud Ouest	Démonstration en milieu paysan
FIFAMANOR	Diffusion/recherche	Hautes terres	Démonstration en milieu paysan
FAFIALA	Diffusion	Hautes terres	Démonstration en milieu paysan
VSF	Diffusion	Lac Alaotra, Sud-Est	Démonstration en milieu paysan
BRL	Diffusion	Lac Alaotra, Sud-Est	Démonstration en milieu paysan
BV Lac Alaotra	Coordination	Lac Alaotra	Suivi
WWF	Diffusion	Sud-Ouest	Démonstration en milieu paysan
Maison des Paysans	diffusion	Sud-Ouest	Démonstration en milieu paysan

2.2. Enseignements sur le mode d'organisation pour la zone cotonnière du Cameroun

La conception et la diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar se fait dans plusieurs écologies différentes et par une multitude de partenaires dont les rôles et les compétences sont clairement établis. Les activités liées à conception des systèmes et de formation des acteurs sont assurées par TAFA, tandis que celles liées à la recherche thématique sur les composantes et les performances des systèmes sont assurées par les organismes de recherche. La diffusion reste assurée par différents organismes de développement en fonction de leurs zones spécifiques d'intervention.

Dans sa phase d'exécution actuelle, la mise au point des techniques agro-écologiques au Nord-Cameroun est effectuée au sein du projet ESA. Le financement du projet est assuré par l'AFD, le FFEM et le CIRAD. La Sodecoton², principale Société de développement de la région, assure la maîtrise d'œuvre du projet. La prise en charge de l'ensemble des services de

² Sodecoton : Société de Développement du Coton au Cameroun

développement (commande, transport et distribution des intrants, crédit agricole, encadrement agricole, commercialisation des produits) par la Sodecoton facilite l'intégration de tous les services de développement, accroissant ainsi les possibilités de réalisation des démonstrations réussies et donc décisives pour la diffusion ultérieure des techniques. Par ailleurs, l'intégration du projet au sein du dispositif d'encadrement technique de la Sodecoton permet d'assurer, en même temps que la mise au point technique, la formation des agents de diffusion future (chefs de zones, chefs de secteurs et chefs de régions). Les activités de recherche thématique sont, comme à Madagascar, assurées par l'institution nationale de recherche agronomique (IRAD³).

Plusieurs partenaires de développement existent et pourrait aider à relayer l'appropriation des SCV par les agriculteurs. Dans une logique de création et d'adaptation des systèmes de culture plus performants sur le plan agronomique, il est possible d'associer ces partenaires du secteur agricole dans la réflexion, en fonction de leurs compétences ou de leur zone d'intervention. Il pourrait s'agir par exemple de :

- Des structures de planification régionale telles que La MIDIMA dans l'Extrême-Nord (Mission d'Etudes et de Développement Intégrée des Monts Mandara), et la MEADEN (Mission d'Etudes et d'Aménagement pour le développement de la Province du Nord) à travers leurs projets de développement.
- Des sociétés agro-industrielles à activité spécifique :
 - La SEMRY (Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yagoua),
 - la SAIB (Société Agro-industrielle de la Bénoué), pour les périmètres irrigués de la Bénoué
 - MAISCAM dans le Sud de la Zone cotonnière.
- Des projets de développement rural (PDOB, PDRP, PDRM)⁴
- l'ONG SAILD (Service d'Appui aux Initiatives Locales de Développement) dans certains secteurs de la Sodecoton ainsi que de manière pionnière hors de la zone coton (l'Ouest du pays avec un climat tropical d'altitude). Un appui technique a d'ailleurs déjà été initié dans ce sens lors d'une mission de H. Charpentier en 2002.
- La Maison des Paysans de Tokombéré dans sa zone d'action à l'image de ce qui est fait dans le Sud-Ouest Malgache.

³ Institut de Recherche Agricole pour le Développement

⁴ PDOB : Projet de développement de l'Ouest Bénoué ; PDRP : Projet de Développement rural participatif du Logone et Chari ; PDRM : Projet de Développement Rural des Monts Mandara.

3. Les grands ensembles agro-écologiques et les sites expérimentaux visites

3.1. Le Lac Alaotra

3.1.1. Le milieu et l'agriculture au Lac Alaotra (d'après Charpentier et al.,2001)

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 évolué 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" (cypéacée) 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

3.1.2. - Les sites de référence de TAFE visités

3.1.2.1. - Sur tanety

Les sites retenus par TAFE et visités lors du stage 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. 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 P₂O₅ assimilable. 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.

3.1.2.2. - 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 sécheresse, et la parcelle a dû 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.

3.2. Le Sud Ouest

3.2.1. Le milieu physique

La Sud-Ouest malgache correspond à la zone semi-aride à pluviométrie annuelle inférieure à 800 mm (moyenne de Tuléar 350 mm) pour 7 à 8 mois de saison sèche. C'est une zone de faible altitude (inférieure à 600 mètres). Les sols sont de type ferrugineux tropicaux (sables roux) sur matériaux détritiques argilo-sableux du pliocène. Il y existe aussi quelques vertisols.

L'agriculture y est principalement constituée de petites exploitations familiales (quelques hectares de superficie en moyenne). Elle est de type extensif avec utilisation de la culture attelée, souvent en abattis-brûlis sur forêt sèche ou sur savane, sans reconstitution, avec pour conséquence une forte menace sur la biodiversité. La culture cotonnière occupe une place importante dans le système malgré des problèmes récurrents de la filière et reste la seule spéculation bénéficiant d'un apport d'intrants. Les autres cultures pratiquées sont le maïs, le manioc, l'arachide, le riz, le pois du cap, le vigna, l'oignon...

L'élevage bovin très pratiqué est de type extensif

3.2.2. Les sites de références de TAFE visités (d'après Langevin B., 2000)

Tableau 2 : Caractérisation des sites de référence visités dans le sud-ouest.

Sites	Sols et climat	Cultures traditionnelles pratiquées
Andranovory	Sols ferralitiques argilo-sableux battants, perte de structure, prise en masse, décapage Pluviométrie moyenne 700 mm	Culture sur billon Maïs et arachide sur labour, présence de striga dans cultures de maïs Manioc, Papaye
Sakahara	Sols semblables à Manavony Pluviométrie moyenne 800 mm	Culture de maïs sur défriche, brûlis, patate douce, taro, manioc, papaye, agriculture itinérante, zone de migration et concentration d'une population cosmopolite

Le tableau ci-dessous donne une description succincte des différentes opérations, divisées en activités et thèmes dans les sites d'Andranovory, Sakahara (Sak), Ankazoabo (Ank) et Anb (Andaboro).

Tableau 3 : Descriptif des opérations sur les différents sites visités dans le Sud-ouest.

OP	Act	Th	Localité	Description
1	1	-	And, Sak, Ank	Cultures de céréales fixées associée à une légumineuse
1	2	-	And	Parcelles supplémentaires de sorgho associées au vigna
1	3	-	Anb	Culture de céréales fixées associée à une légumineuse
1	4	-	Anb	Culture pure de maïs sur labour et coutrier sans rotation
2	1	1	And ,Ank	Culture de céréales fixées associées à une légumineuse en rotation avec le coton semé directement sur résidus Culture pure de coton sur paillage, labour et coutrier sans rotation
2	1	2	And, Sak, Ank	Diversification : rotation de coton/céréales&légumineuse/coton en cultures pures intercalées entre des parcelles d'association maïs/arachide/pois de terre
3	1	-	And ,Ank	Cultures pures avec techniques conventionnelles (labour et coutrier)
4	1	1	And ,Ank	Rotation de coton légumineuse en cultures pures
4	1	2	And, Sak	Cultures pures avec techniques traditionnelles

↳ Opération 1 : Systèmes de cultures céréales associées à une légumineuse comestible

- Activité 1et 2 Systèmes de cultures alimentaires sur couverture en semis direct

Cette opération a pour objectif :

- d'étudier les conditions de mise en place d'un système avec semis direct sur couverture morte des précédents culturaux en associant une céréale et une légumineuse.
- De promouvoir l'utilisation de la fumure organique d'origine animale en valorisant la poudrette puis en améliorant la qualité.
- D'étudier l'amélioration de la fertilité des sols, par le recyclage des résidus de récolte et des éléments minéraux en profondeur.
- De voir l'effet de l'utilisation d'un minimum d'engrais par l'enrobage de semence.
- De suivre l'évolution qualitative et quantitative des adventices durant et à la fin de la phase culturale

- Activité 4

Trois céréales (maïs OC, Sorgho BF 80, Mil IRAT 31) associées aux légumineuses (Dolique, vigna sp LM1, SpLM2) ont été utilisées comme précédemment pour le coton. Quelques faits marquants méritent d'être mentionnés sur le comportement du coton sur sol couvert :

- ⇒ végétation impressionnante du coton en hauteur et en largeur
- ⇒ Traitement phytosanitaire très difficile : accès gênant dans la parcelle
- ⇒ Les parasites ont tendance à proliférer au pied du cotonnier
- ⇒ Une partie du cotonnier reste toujours dans l'ombre durant le cycle
- ⇒ La phase culturale du cotonnier est beaucoup plus longue

↳ Opération 2 : Systèmes de diversification et association de culture

- Activité 1 : diversification et association de cultures alimentaires avec et sans coton en rotation croisée à deux niveaux de fertilisation

La monoculture conduit toujours à des risques climatiques et économiques importants. Cette opération a pour but de :

- ⇒ Réduire au maximum les pertes des agriculteurs dues aux conditions climatiques extrêmement sévères et limitantes et aux criquets en diversifiant les systèmes de culture.
- ⇒ Maintenir l'association maïs/arachide, considérée comme impossible par les agriculteurs de la région du Sud-ouest. Cette campagne de pois de terre a également été introduite en interligne du maïs.
- ⇒ Étudier le comportement des rotations cotonnier-céréales-légumineuses.
 - Thème 1 : diversification et association de cultures alimentaires sans coton
 - Thème 2 : diversification et association de cultures alimentaires avec coton

↳ Opération 3 : Système coton et cultures alimentaires pures, en semis direct sur résidus de récolte comparé aux techniques conventionnelles et traditionnelles

Cette opération compare les systèmes préconisés et vulgarisés dans la région du Sud Ouest par les grands opérateurs économiques (HASYMA pour la filière coton, SOPAGRI pour la filière maïs, FAO pour l'arachide) et avec un travail minimum du sol par le coutrier.

↳ Opération 4 : Coton et cultures alimentaires pures en rotation et en semis direct sur résidus de récolte

- Activité 1 : cultures pures
- Activité 2 : cultures pures, techniques traditionnelles

↳ Opération 5 : jachère améliorée et restauration de la fertilité des sols cultivés

Ce dispositif consiste à :

- ⇒ Proposer aux paysans une technique simple d'installation d'une jachère améliorée
- ⇒ Proposer des espèces végétales faciles à planter, rustiques et amélioratrices de la fertilité des sols

- ⇒ D'évaluer l'impact des jachères à base de légumineuses ou de graminée associée aux céréales.
- ⇒ D'inciter les paysans à produire du fourrage au sein de leur exploitation pour atténuer le déficit alimentaire chronique du bétail en fin de saison sèche.
- Activité 1 : céréales + légumineuses
- Activité 2 : céréales + graminée

↳ Opération 6 : collection de matériel végétal

Une petite collection de matériel végétal a été installée dans tous les sites. Cette collection a pour objectif l'identification de variétés :

- ⇒ Performante d'une part,
- ⇒ D'autre part possédant une résistance durable et suffisamment élevée à la sécheresse, capable de maintenir le parasite en dessous de son seuil de nuisibilité.

Des collections de mil, vigna, sorgho ont été mises en place ainsi que des plantes de couverture fourragères (*Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, *Mucuna grise*, *Stylosanthes hamata*, *Macroptilium*, *Centrosema*, *Calopogonium*, *Cajanus cajan*, *Cajanus nain*, *Mimosa invisa*, *Chloris gayana*, *Crotalaria retusa*, *Crotalaire local*, *Cassia rotundifolia*).

3.3. Les Hautes terres (Vakinankaratra)

3.3.1. Le milieu physique

Cette région correspond à la zone d'altitude variant entre 1300 et 1500 mètres. Le climat est de type tropical d'altitude, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1300 mm répartie sur 6 mois. Le relief est formé de plateaux et de collines convexes à très forte pente (parfois atteignant 30 pour cent). Les sols sont de type :

- ferrallitique fortement désaturés sur socle granito-gneissique ou sur sédiments fluvio-lacustres
- volcanique riche

L'agriculture est constituée de petites exploitations (2 ha) et est une agriculture manuelle de subsistance. La culture attelée est très peu pratiquée. On observe une très forte pression démographique sur les sols volcaniques riches (200 hab/km²) et une pression faible sur les sols ferrallitiques dégradés où seuls les bas-fonds sont cultivés. De plus en plus, face à la pression démographique, les cultures se développent sur les tanety, avec des rendements et une productivité du travail très faibles. Les principales productions sont le riz (pluvial et irrigué), le maïs, le haricot, le soja et le blé. Les cultures de contre-saison sont l'avoine, le blé, la pomme de terre et maraîchage.

L'élevage est pratiqué principalement pour la production laitière, et est quelquefois accompagné d'une production fourragère.

3.3.2. Les sites de référence de TAFE visités

Le tableau 4 récapitule les sites de référence visités et leurs principales caractéristiques.

Tableau 4 : caractéristiques des sites de référence visités dans le Vakinankaratra

Site	caractéristiques	Cultures pratiquées
Ivory	Présence de <i>Striga asiatica</i>	Riz, soja, haricot, jachère de <i>Stylosanthes guianensis</i> et de <i>Brachiaria ruziziensis</i>
Betafo	Sols volcaniques originellement riches mais fortement érodés	Maïs, soja, eleusine
Antsapanimahazo	Site sur sols dégradés monté en accord avec un agriculteur	Soja, riz, maïs, avoine
Ibity	Sols ferrallitiques sur socle cristallin très dégradés et acides	Soja sur kikuyu, Maïs, avoine, soja, jachères
Andranomanelatra	Sols dégradés et peu productifs en itinéraire conventionnel	Soja, riz, maïs, haricot, avoine, collection soja, haricot, eleusine

3.4. Le Menabe

3.4.1. Le milieu et l'agriculture dans le Menabe (d'après Charpentier et al., 2001)

La région du Menabe, correspond à une zone semi-aride. La pluviométrie annuelle varie entre 500 et 800 mm répartie sur 4 mois. Le relief est plat. Les sols sont de type ferrugineux tropicaux, encore appelés sables roux, formés sur matériaux détritiques argilo-sableux.

L'agriculture est de type familiale traditionnelle, basée sur l'élevage bovin extensif. On observe un développement rapide du système d'abattis-brûlis avec culture de maïs entraînant la disparition de la forêt sèche, remplacée progressivement par des jachères herbacées de plus en plus courtes. Les cultures pratiquées sont le maïs, le pois du cap, l'arachide et le manioc. L'agriculture est pratiquée dans différents milieux :

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

- Les forêts "sèches" : 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 jachère.
- 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 jachère 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 1^{ère} année après défrichement de forêt, le taux de matière organique et la teneur en bases et P₂O₅ 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.

3.4.2. Les sites de référence de TAFE visités

3.4.2.1. - 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 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 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.

3.4.2.2. - 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.



Photo 1 : Lac Alaotra, association manioc + brachiaria ruziziensis sur *Tanety* dégradé



Photo 2 : Lac Alaotra, sur une jachère à brachiaria, installation après herbicidage du pois de terre et du manioc



Photo 3 : Vakinankaratra, rotation riz pluvial/ soja



Photo 4 : Après écobuage, installation de deux lignes de riz pluvial et du niébé sur l'interligne non écobué



Photo 5 : Lac Alaotra, Pois de terre sur paille de riz importée



Photo 6 : Production des pois en dessous de la paille



Photo 7 : Lac Alaotra, pâturage contrôlé sur des jachères à *Brachiaria ruziziensis*



Photo 8 : Lac Alaotra, émergence de la dolique sur baiboho infesté de *Cynodon dactylon* et préalablement traité au glyphosate

4. Approche thématique des SCV dans les écologies de Madagascar

4.1. Les SCV et l'élevage

Les interactions entre les SCV et la conduite de l'élevage s'apprécient le mieux dans les terroirs TAFE. Dans ces terroirs, les systèmes conçus sont orientés non seulement vers l'amélioration du système de culture entièrement (en terme de production, rentabilité, temps de travaux, etc.), mais également vers l'amélioration des systèmes d'élevage à travers l'amélioration des disponibilités fourragères par l'introduction des plantes de couverture fourragères ou des espèces fourragères d'embocagement (*bana grass*, *Acacia mangium*, *Tephrosia vogelii*, etc.). Il faut noter que l'élevage bovin est de type extensif avec pour objectifs la production (lait et viande) ou la traction animale. En dehors du Sud-Ouest, la conduite des troupeaux sur toutes les parcelles récoltées au niveau des terroirs semble ne pas être systématique. Le contrôle du bétail par les agriculteurs (par ailleurs propriétaires des animaux) est donc relativement facile à assurer. Le pâturage contrôlé des jachères à graminées sur les parcelles est même réalisé au piquet avec restitution des fèces (photo 7).

Ces interactions entre SCV et élevage dans les terroirs de TAFE ont orienté l'objectif des haies vives qui désormais ont pour rôle :

- marginalement de protéger les couvertures de la dent de bétail (cas des haies de sisal antérieures aux SCV dans le Vakinankaratra),
- accessoirement un rôle de brise vent,
- mais surtout d'assurer une production de biomasse d'appoint
 - pour les couvertures
 - pour l'alimentation du bétail.

4.2. La gestion de l'enherbement

Les grands paysages agro-écologiques sont caractérisés par un enherbement majoritaire typique qui peut être :

- soit un enherbement monospécifique pour le cas des espèces pérennes à stolons et rhizomes telles que le *Cynodon dactylon*, ou des zones à dégradation spécifique (*Pennisetum clandestinum*, *Aristida sp*)
- soit un enherbement à plusieurs espèces différentes.

Le calendrier cultural et les contraintes climatiques faisant la priorité à la riziculture de bas-fond, cet enherbement caractéristique des *tanety* et des *baibohos* donne la possibilité avec une bonne gestion d'attaquer le semis direct à partir de la situation idéale, sans besoin de labourer en première année et sans apport de biomasse extérieure car ces espèces sont capables :

- ↳ de couvrir rapidement le sol,
- ↳ de produire de la biomasse dans les conditions les plus marginales,

- ↳ d'exclure toutes les autres espèces de la parcelle (espèces exclusives des autres espèces⁵)
- ↳ quelquefois de restructurer le sol.

L'un des systèmes les plus performants sur le plan agro-technique reste l'application d'un herbicide total (par exemple un traitement unique au glyphosate à 5 litres/ha ou séquentiel à 2.5 +1.5 litres/ha) suivie de installation d'une légumineuse dans la paille (haricot, dolique ou niébé) photo 8.

Un autre possibilité est la destruction par roulage et/ou fauchage et l'implantation des mêmes légumineuses à cycle court (jachère de quelques semaines) ou des cultures à cycle plus long (pour les jachères d'au moins un an).

Dans les deux cas, le maintien d'une couverture totale et permanente :

- ↳ se fait à moindre coût et sans charge supplémentaire de travail
- ↳ assure un écran protecteur au dessus du sol et dans le profil racinaire (trame racinaire de ces espèces généralement très puissante et restructurante) contre l'érosion et les xénobiotiques.

4.3. La fertilisation en SCV

Le raisonnement de la fertilisation dans la conception des SCV par TAFEA tient compte du niveau de fertilité initial des parcelles. Deux cas de figure peuvent se rencontrer :

- le niveau de fertilité initial est satisfaisant et les systèmes conçus permettent d'assurer une bonne production en remontant progressivement la productivité par le jeu des associations et successions culturales
- le niveau de fertilité initial est insuffisant et ne peut ni assurer une production satisfaisante de départ ni être rapidement remonté par le simple jeu des associations et des successions.

Dans ce dernier cas, il est procédé à une restitution importante de départ soit par un écobuage, soit par un apport important d'engrais minéral. Par la suite, la fertilité produite sera entretenue par l'ensemble des effets générés par une bonne pratique de semis direct sur couverture.

L'écobuage correspond à une fumure de redressement (N, P, K + neutralisation de l'acidité) doublée de la minéralisation de la matière organique (Seguy L, 1998)⁶. Il est donc indiqué pour les cas où le taux de matière organique n'est pas très faible et doit être suivi par des

⁵ D'après L. Seguy, ces espèces ont développé des capacités exceptionnelles de compétition vis-à-vis des autres espèces, par leur vitesse de croissance, et leur aptitude à se nourrir préférentiellement. Au lieu des scénarii très diversifiés d'adventices concurrentes des cultures, on passe à un seul scénario avec une espèce à contrôler.

⁶ La technique de l'écobuage consiste à brûler à l'étouffée une partie de la matière organique du sol. Des tranchées sont confectionnées et remplies de combustibles (paille ou balle 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. La largeur des tranchées est fonction du nombre de lignes sur la tranchée. 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.

systèmes très productifs en biomasse racinaire c'est-à-dire plus à même de remonter rapidement le taux de matière organique.

En condition d'hydromorphie, un drainage suivi d'un écobuage libère rapidement de la fertilité car le taux de matière organique initial est important : c'est le cas des bas-fonds rizières.

En condition acide, la matière organique ne réussit pas à se minéraliser ni à libérer de l'azote. Un écobuage est alors bien indiqué pour remettre en route le processus de minéralisation.

D'une manière générale, pour une bonne alimentation des cultures, les formulations d'engrais doivent apporter :

- ↳ azote et potassium aux céréales et autres graminées ;
- ↳ phosphore, potassium et oligoéléments aux légumineuses (éviter un apport d'azote car néfaste à l'action des rhizobium).

Les oligo-éléments nécessaires aux légumineuses sont surtout : le zinc, le manganèse, le molybdène et le cobalt. Pour les graminées, prévoir plutôt : le zinc, le manganèse et le cuivre.

Les techniques d'enrobage des semences permettent d'obtenir d'importantes augmentations de rendement et de la biomasse supplémentaire. Elles consistent à modifier l'environnement immédiat de la semence par un apport minimum de fertilisant au semis (en général du phosphate).

Le pralinage produit la même action sur les boutures.

4.4. Intérêts de quelques cultures en SCV

Cette partie tire un enseignement sur la place qu'occupent les cultures dans les systèmes de semis direct conçus par TAFE et parallèlement, revient sur les pratiques culturales liées à ces mêmes cultures dans la zone cotonnière du Cameroun. Il reste évident qu'une bonne conjugaison de ces intérêts aux pratiques paysannes faciliterait le montage des systèmes de semis direct facilement appropriables par les agriculteurs. On reste alors dans une logique de diagnostic du système de culture traditionnel, comme préalable à la mise au point de nouveaux systèmes plus performants et préservateurs de l'environnement, tel que conçu par Rollin et Razafintsalama, 2000.

4.4.1. Le riz

Présent dans toutes les écologies où la pluviométrie le permettait (Lac Alaotra, hautes terres, morondava), le riz est l'aliment de base à Madagascar.

L'un des intérêts du riz dans les systèmes sur couverture végétale reste une forte production de biomasse facilement utilisable sur place pour la couverture ou transférable sur d'autres parcelles ou même vers d'autres activités. Ainsi, cette biomasse d'appoint pourrait servir de base de négociation dans les terroirs avec les éleveurs qui en retour épargnerait une partie des résidus pour les parcelles.

Au Nord-Cameroun, les enjeux de la culture du riz sont énormes surtout pour la valorisation des surfaces emblavées en coton et perdues chaque année par inondation (près de 2000 ha en 2003) photo 18.

La pression de plus en plus accentuée sur les terres agricoles entraîne progressivement les agriculteurs vers la valorisation des bas-fonds et même des simples voies d'eau dans les parcelles par l'introduction du riz (la vallée de Gudur Mandaya).

En dernier ressort, il est envisageable que même si la biomasse produite par le riz n'est pas utilisée pour les SCV, elle permettrait de déclencher le processus de fabrication du fumier (paille plus fine) dans les exploitations disposant d'animaux.

Le riz, lorsque la contrainte liée à la disponibilité de l'eau est levée (bonne pluviométrie en culture pluviale et irrigation en riziculture irriguée), est à mesure d'assurer une production dans des milieux où le maïs n'y parvient pas, car plus exigeant en éléments nutritifs et moins tolérant à l'acidité. Ces zones concernent toutes les régions au sud de Garoua, les bas-fonds et les *karés* dans toute la zone cotonnière du Cameroun.

En dehors de la faible maîtrise des itinéraires techniques de production du riz par les agriculteurs pratiquant la culture cotonnière au Cameroun, la maîtrise de l'enherbement et les défaillances génétiques restent les contraintes majeures de la production du riz. Les solutions qui s'offrent pour lever ces contraintes seront traitées plus loin.

4.4.2. Le manioc

Présent dans la totalité des ensembles agroécologiques visités, le manioc présente plusieurs intérêts pour les SCV :

- Son adaptation aux conditions de fertilité les plus marginales lui permettent de rentabiliser l'installation des jachères à graminées « improductives » tels que les *Brachiaria*
- Un cycle de développement qui permet son installation bien après les autres cultures de l'assolement et de garder sa végétation durant toute la saison sèche permettant une importante accumulation du carbone
- Dans les terroirs, le manioc pourrait ainsi servir de base de préservation des parcelles du pâturage anarchique de saison sèche, et induire une négociation entre agriculteurs et éleveurs.

Tous ces intérêts font de la culture du manioc un excellent support pour la conception des systèmes de culture en semis direct et surtout un inducteur de concertation à l'échelle du terroir sur la préservation des résidus de culture.

Au Nord Cameroun, le manioc se pratique sur les parcelles embocagées et rarement sur des paysages « ouverts »⁷. Dans les systèmes SCV à y concevoir, le manioc pourrait être utilisé dans les associations avec le *Brachiaria ruziziensis* sur sols pauvres et pour la production alimentaire (tubercules) et fourragère (*brachiaria*). Ces systèmes serviraient également dans

⁷ dans ces cas les rapports agriculture/élevage sont clairement définis et respectés sous l'autorité du Chef traditionnel

les terroirs où, après l'installation des cultures traditionnelles de coton, céréales et autres légumineuses, une faible concentration de travail (non labour et semis direct du manioc et de la plante de couverture) permettrait de valoriser les espaces improductifs à faible coût, de concentrer les actions SCV et ainsi de modifier rapidement le paysage à l'échelle du terroir.

4.4.3. Maïs, sorgho et mil pénicillaire

Ce sont trois céréales à enracinement profond à très profond. Leur rusticité évolue progressivement du maïs (exigeant en eau et en éléments nutritifs) vers le sorgho et le mil pénicillaire. La rusticité de ces deux dernières céréales fait d'elles des éléments importants dans le recyclage des éléments nutritifs (pompe biologique), la restructuration du profil et la production de biomasse pour les systèmes de culture sans travail du sol.

La culture et la consommation du sorgho et du mil pénicillaire restent marginales à Madagascar, seul le maïs y est pratiqué à grande échelle.

Au Nord-Cameroun, le sorgho est largement cultivé et consommé dans les régions de l'Extrême-Nord surtout, mais aussi plus au sud où il reste une bonne alternative les années de pluviométrie médiocre ou sur les parcelles à faible fertilité. Des surfaces importantes de vertisols hydromorphes ou *karés* sont également occupées pour le Sorgho de contre-saison muskua'ari. Le mil pénicillaire est l'une des céréales principales dans la région de Tchatibali, où, dans des systèmes à faible densité de semis (moins de 10.000 poquets/ha), il assure une forte production de biomasse.

Les systèmes de semis direct à concevoir avec le sorgho dans la zone cotonnière du Cameroun doivent tenir compte de la fertilisation apportée (50 kg/ha) et basée sur l'arrière-effet de la fertilisation sur coton et de la disponibilité des terres dans le terroir et des associations dans lesquelles s'insère la céréale. Ainsi, Ces systèmes doivent être montés sur la base d'une association avec :

- ↳ Des légumineuses rampantes productives dans les zones à faible disponibilité de terres (une large gamme de variétés de niébé local et introduit peut être utilisé)
- ↳ Des légumineuses « improductives » dans les zones à forte disponibilité de terre (dolique, mucuna, crotalaire, etc.)
- ↳ L'arachide et où quelques lignes de sorgho assureraient une production de grain d'appoint et surtout une production de biomasse pour la prochaine culture

La faible densité du mil pénicillaire lui permet d'être associé à des légumineuses (productives ou non) en plusieurs lignes intercalaires (2 ou 3) de manière à assurer la couverture, valoriser l'espace inoccupé et contrôler l'enherbement. Par ailleurs, certaines pratiques de semis tardif du mil pénicillaire après labour (que les agriculteurs justifient par la limitation de l'entretien à une seule opération) pourraient être facilement transformées en production de biomasse avant une installation tardive du mil sur les résidus herbicides de la plante de couverture (une légumineuse à installation rapide telle que la mucuna conviendrait parfaitement, semée à la volée avant l'arrivée des premières pluies).

Au Nord-Cameroun, le maïs est produit surtout dans le sud de la zone cotonnière et accessoirement sur les parcelles fumées de certains secteurs de l'Extrême-Nord (secteur Koza et Mokolo non-compris). Au sud, il est presque toujours semé tardivement (afin d'assurer la maturité des épis sur pieds après le départ des pluies), et permettrait alors une implantation précoce d'une couverture de biomasse avant. La fertilisation apportée au maïs (100 kg/ha de

15-20-15 et 100 kg/ha d'urée) permettrait de lui associer une graminée pendant ou avant son développement. Mais l'effet d'une légumineuse sur la disponibilité d'azote et une moindre concurrence reste cependant préférable.

4.4.4. Arachide et Pois de terre

Ces cultures sont pratiquées dans toutes les écologies visitées, et la plupart du temps en rotation avec une céréale associée. Des résultats très satisfaisants ont été obtenus à Madagascar et pourraient être facilement reproduits au Nord-Cameroun. Ils concernent l'amélioration du rendement et la production des gousses au dessus du sol, juste sous la paille, réduisant considérablement la durée et la pénibilité de la récolte (photos 5 et 6)

L'un des grands intérêts de ces cultures est l'effectivité du « zéro travail du sol » dans l'ensemble de l'itinéraire technique. Il faut signaler que dans la zone cotonnière du Cameroun, la mise au point du matériel de travail du sol a été déterminée par les itinéraires techniques vulgarisés sur le coton et les céréales qui entrent dans la même rotation. La culture de l'arachide sur une parcelle implique alors l'assurance de ne plus travailler le sol à partir de sa levée, puisque aucun outil de travail ne peut y être utilisé.

4.4.5. Niébé et haricot

Rencontrées dans toutes les écologies visitées, ces légumineuses alimentaires sont produites soit en pur, soit en association avec des céréales. Les excellentes performances agro-économiques des systèmes dans lesquels elles s'insèrent s'expliquent par leur grande diversité génétique et la multiplicité des interactions qu'elles assurent dans ces systèmes (possibilité de semis décalés, valorisation des espaces infertiles, contrôle de l'enherbement, etc.).

Les variétés à cycle long sont utilisées en association avec les céréales, pendant que celles à cycle plus court sont associées en semis tardif au riz ou installés sur les jachères à enherbement naturel. Tous ces systèmes peuvent être reproduits au Nord-Cameroun avec les mêmes résultats.

4.5. Comportement de quelques plantes de couverture.

Il ne s'agit pas ici de récapituler de manière exhaustive la biologie de toutes les plantes de couverture testées, mais de revenir sur des aspects particuliers du comportement de certaines plantes par rapport aux observations réalisées sur ces mêmes plantes au Cameroun. Ainsi, les performances particulières ou les modes de gestion spécifiques sont relevés et les enseignements qui en seront tirés permettront de mettre au point dans des contextes similaires, des systèmes plus performants sur le plan agronomique.

⇒ Le *Brachiaria ruziziensis*. Il est dans la plupart des cas installé par éclat de souche, et dans les milieux rizicoles, bien après le début des pluies (la priorité accordée aux travaux dans les périmètres rizicoles décalant grandement la mise en valeur des *tanety* et des *baibohos*). D'autre part son installation dans les espaces ouverts au pâturage (contrôlé ou non) influencerait la longueur de son cycle et son port. Ainsi, en forte appétence, il garde un aspect rampant, avec globalement une faible hauteur, mais un taux de recouvrement du sol suffisant et une nette tendance à se pérenniser. Il semble alors qu'associé par éclat de souche aux céréales, la concurrence se ferait moins ressentir.

- ⇒ Sur les *baibohos* (sols alluvionnaires à forte capillarité), le *Brachiaria humidicola* se comporte bien et reste pérenne. Habituellement très peu productif en semences, on a relevé exceptionnellement une production des semences à la ferme d'Andranomanelatra . Sur des sols à faible humidité, on note une nette lenteur au recouvrement. Pour un recouvrement rapide sur les parcelles inondées il serait préférable d'envisager une installation dès l'inondation pour espérer un bon recouvrement en deuxième année. Dans les *karés* du Nord-Cameroun, il conviendrait parfaitement pour une amélioration du disponible fourrager à l'échelle des terroirs.
- ⇒ *l'Eleusine coracana* a démontré sur le site d'Andranovory (pluviométrie inférieure à 400mm fin mars 2004) ses capacités à exprimer son potentiel même dans les conditions les plus marginales (faible pluviométrie et sable roux)
- ⇒ *Arachis pintoï et repens* sont deux légumineuses rampantes et vivaces qui se sont bien comportées sur les différents sites. A partir de 800 mm de pluviométrie annuelle, *A. pintoï* est à mesure de repartir en végétation après pulvérisation de 3l/ha de glyphosate + 2,4 D. Une culture de maïs peut alors fournir un très bon rendement sans nécessiter opération de désherbage.



Photo 9 : Andranomanelatra, *Brachiaria ruziziensis* semé par graines à gauche et par éclat de souches à droite.



Photo 10 : Lac Alaotra *Arachis repens* à gauche et *A. pintoï* à droite en dessous des lignes de maïs.



Photo 11 : haie de *Tephrosia vogelii* associé à *Pennisetum* sp pour renforcer la disponibilité fourragère et de biomasse



Photo 12 : Lac Alaotra, colonisation de l'espace par *Cynodon dactylon*



Photo 13 : Terroir d'Antsapanimahazo, concentration des actions SCV à l'échelle de toute la toposéquence avec modification du paysage

5. Les grands enseignements pour l'implantation des sites, la conception des systèmes et la gestion des terroirs au Cameroun.

5.1. *Implantation des sites de référence*

D'après Rollin D, (2000) les sites de référence dans l'ensemble du dispositif de recherche-action servent à :

- La création et la mise au point thématique
- La mise en évidence des fonctionnements agronomiques des systèmes comparés
- A la formation des différents acteurs

5.1.1. Enseignements sur le choix des sites par TAFE

D'après Charpentier et al (2001), les sites de référence à Madagascar 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 permanente pour TAFE pour orienter les dispositifs de 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 recourent 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, TAFE avait pour ambition :

- 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 des régimes hydriques dans les bas-fonds. Des solutions peuvent 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

des sites permet à l'équipe TAFE 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 de développement.
- D'assurer, grâce aux acquis obtenus dans chaque écologie, un conseil permanent à ces différents partenaires.

Les dispositifs installés par TAFE recourent bien la variabilité des situations rencontrées sur les collines dans les trois régions (Lac Alotra, Sud-Est et Morondava).

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 1999/2000, afin de recouper définitivement la variabilité des situations dans ce milieu (rizières et *baibohos*).

5.1.2. Perspectives pour le Nord-Cameroun

Dans les dispositifs du Nord-Cameroun, deux sites expérimentaux de création-diffusion ont été implantés depuis 2002 :

- ↪ Celui sur les fronts pionniers du sud de la zone cotonnière localisé à Windé Pintchoumba et Pintchoumba sur des sols à fertilité relativement bonne et de mise en culture récente et à pluviométrie annuelle variant entre 1000-1200 mm.
- ↪ Le deuxième site situé à Zouana dans la région de Kaélé sur sols ferrugineux à horizon compacté sur 30-40 cm, de mise en culture ancienne (plus de 40 ans) et à pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 700mm.

Pris ensemble, ces deux sites encadrent globalement les grandes diversités existant dans la zone cotonnière (pluviométrie, fertilité). Pour les années à venir, la nécessité de recroiser toutes les diversités des situations physiques et agro-techniques (systèmes de culture) exige une ouverture progressive de nouveaux sites sur d'autres milieux tels que :

- Les vertisols hydromorphes ou *karés* à forte potentialité agronomique
- Les sols dégradés et compactés ou *hardés* où des essais de récupération par différents modes de gestion sont déjà entrepris par le projet ESA. L'implantation d'un site pourrait alors se faire parallèlement à ces essais et les différents traitements mettraient ainsi en évidence dans le temps et sur les mêmes sites les techniques avec travail du sol et la récupération par voie biologique avec les SCV
- D'autres sites sur des régions aux spécificités agro-techniques particulières telles que :

- les régions de guider/Garoua avec une place importante de la culture d'arachide ;
- la région de Tchatibali avec le mil pénicillaire sur sols très appauvris ;
- les régions mieux arrosées de Touboro et Mayo-Galké où des systèmes de couverture vive avec des légumineuses vivaces rampantes (*Arachis pintoï*, *Alysicarpus sp*) et de biomasse avant la culture peuvent être construits, ainsi que des sites sur défriche.

5.2. La conception des systèmes de culture

5.2.1. Enseignements sur le choix des systèmes de culture par TAFAs

Le choix des systèmes de culture dans les dispositifs de TAFAs (à la fois sur les sites de référence et dans les terroirs) est régi par les principes ci-après :

- ⇒ La présence d'une couverture permanente du sol, assurée en général la première année par de la paille apportée de l'extérieur, 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 (pompe biologique).

Ainsi, on retrouve dans les dispositifs des systèmes intégrant :

- Des associations de culture à systèmes racinaires complémentaires (céréales/légumineuses) assurant
 - La biomasse par les résidus des deux cultures
 - Le recyclage en éléments
 - L'apport d'azote par la légumineuse
- Des successions de cultures (légumineuses/céréales, céréales/légumineuses) assurant
 - Le recyclage en éléments et restructuration du profil par la deuxième culture
 - La biomasse par les résidus des deux cultures
 - L'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 : *siratro*, *pueraria*
 - ⇒ vivaces rampantes : *Arachis pintoï*, *Aarachis 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 des éléments).
- Des successions de cultures et de plantes de couverture (collines et bas-fonds)
 - Recyclage des éléments et restructuration du profil par la plante de couverture
 - Biomasse par les résidus des deux plantes
 - Apport d'azote par les légumineuses.

Tous ces systèmes tiennent compte des priorités des agriculteurs qui sont celles d'assurer des revenus attractifs à des niveaux d'intrants faibles à nuls, tout en assurant la durabilité de leur agriculture.

La construction des systèmes est également fonction des spécificités agro-écologiques de chaque région.

Au Lac Alaotra par exemple, les systèmes conçus prennent en compte les exigences hydriques propres à chaque culture. Ces systèmes s'orientent donc vers la production du riz sur les *baibohos* et dans les rizières, et des cultures moins exigeantes en eau telles que le sorgho, le manioc, des légumineuses ou plus rarement des riz pluviaux ou du maïs sur paillage sur les *tanety*.

Sur ces *tanety*, seuls le manioc et les légumineuses peuvent donner des productions sur sols pauvres. Sur des sols plus riches, ou dont la fertilité a été restaurée (par écobuage ou par fertilisation), les meilleurs systèmes sont les associations entre les céréales (maïs et sorgho) et les légumineuses à cycle long (Niébé, dolique, mucuna...)

La construction des systèmes en riziculture tient compte des divers niveaux de maîtrise de l'eau.

- Sur les rizières à irrigation aléatoire ou nulle ou dans les plaines les riz pluviaux sont bien indiqués, sur paillage et l'installation des légumineuses (*Vigna umbellata*, *dolique*, *vesce*) en contre saison permet de lever la seule contrainte liée à l'azote sur ces sols relativement riches. L'introduction des variétés pluviales et mixtes de riz brésilien permet d'améliorer les performances agro-économiques par leur potentiel élevé, l'excellent qualité des grains et un meilleur rendement à l'usinage. En plus de ces systèmes, des associations de céréales + légumineuses peuvent entrer en rotation une année sur deux avec ces riz sur les *baibohos* et les sols exondés.
- Sur les rizières bien irriguées, l'installation du riz (variétés irriguées à haute productivité) est faite en semis direct, après drainage des parcelles. Cet itinéraire permet de supprimer les postes de travail aussi contraignants que le labour, le planage et le repiquage. De plus, une implantation précoce, bien avant la mise en eau des périmètres est possible, laissant alors la possibilité d'installer une culture en succession du riz et après sa récolte. Cette biomasse produite en succession annuelle du riz permet, grâce à ces racines, de refaire la porosité du profil cultural qui assurera le succès de la prochaine culture de riz et permet par son paillage la couverture totale du sol.

5.2.2. Perspectives pour le Nord-Cameroun

Sur les mêmes bases, la conception des systèmes durables au Nord-Cameroun pour être appropriables par les agriculteurs, doit :

- ↪ Tenir compte de l'ensemble des cultures faisant partie de l'assolement, de l'importance de chacune d'elles sur l'économie de l'exploitation, ainsi que des besoins spécifiques en eau et en éléments nutritifs
- ↪ Tenir compte de la situation pédoclimatique dans laquelle on se trouve et valoriser au mieux son potentiel de production par les cultures et les variétés les mieux adaptées
- ↪ Tenir compte du calendrier de travail dans les exploitations et mettre au point des systèmes visant une diminution des charges en travail ou une concentration de celles-ci à des périodes plus « libres »
- ↪ Tenir compte de la fertilisation apportée à l'ensemble du système de culture et particulièrement au sorgho et au mil (50kg/ha) dans la rotation céréale/coton et reposant surtout sur l'arrière-effet de la fumure sur coton. Ceci implique
 - ⇒ De privilégier les légumineuses comme plante de couverture dans les associations
 - ⇒ D'envisager un mélange au poquet des graines de graminées et des légumineuses afin de réduire l'incidence d'une compétition préjudiciable à la culture (recommandations L. Seguy)
- ↪ Tenir compte du niveau de saturation foncière dans le choix de la plante de couverture. Ceci implique de privilégier dans les zones à forte pression démographique (vallée de Gudur-Mandaya) l'utilisation des plantes de couverture « productives » (alimentaires surtout, ou fourragères) afin d'assurer une bonne valorisation des ressources en terres
- ↪ Tenir compte des associations avec les céréales quand elles existent déjà. Ceci implique de les maintenir en améliorant le système pour s'assurer d'une bonne couverture et d'une production suffisante de biomasse. C'est le cas des associations sorgho+arachide dans le secteur de Mokong et céréales +niébé dans plusieurs autres secteurs.
- ↪ Tenir compte de la capacité d'une culture ou d'une association de culture à produire de la biomasse et s'assurer au moins une année sur deux de l'effectivité de cette production.

En riziculture pluviale, les principales contraintes concernent la maîtrise de l'enherbement et le faible potentiel des variétés utilisées. Pour limiter les effets de la concurrence des mauvaises herbes, deux solutions sont envisageables :

- En culture pluviale, retarder l'installation du riz de quelques jours et s'assurer sans labour (très important) d'un bon traitement à un herbicide total au semis du riz puis procéder à un paillage supplémentaire si la couverture des mauvaises herbes précoces est insuffisante. Cet itinéraire tardif ne sera appliqué que les deux premières années, la pratique du non labour associée à l'utilisation d'un herbicide totale assurant en deux ans une totale maîtrise des adventices permettant de revenir à un itinéraire moins risqué de semis précoce.
- Faire un semis précoce du riz en diminuant de moitié la densité au semis du riz (écartement entre les lignes de 50 cm par exemple) de manière à rendre

possible une application ultérieure localisée d'un herbicide total à la montaison du riz, puis l'installation d'une légumineuse (niébé à cycle court par exemple). L'espace perdu par la faible densité du riz sera ainsi récupéré pour une production de niébé qui étouffera en même temps le développement des adventices tardifs.

Sur le plan génétique, l'introduction des variétés brésiliennes pluviales et mixtes, à potentiel élevé peut permettre de tamponner efficacement les aléas climatiques.

Pour les régions où les rotations incluent l'arachide, celles-ci peuvent être biennales (céréale/arachide ou céréale +arachide/ coton) ou triennales (céréales/ arachide/coton). Dans le premier cas, on se retrouve dans un système où l'arachide prend la place du coton (qui se trouve être aussi une culture commerciale à faible production de biomasse) ou est associée à la céréale comme précédemment au coton. Pour une rotation triennale, la succession de deux cultures à faible production de biomasse hypothèque la disponibilité de paille pour l'année du coton. Cette contrainte pourrait être levée :

- par l'introduction de quelques lignes de céréales pour assurer la production de biomasse (du mil pénicillaire par exemple à un écartement de 2 m entre les lignes conviendrait bien à ces surfaces à texture relativement grossière).
- par une production de biomasse entreprise après la récolte de l'arachide (privilégier des variétés précoces d'arachide) dans le sud plus arrosé, par des plantes de couverture à profond enracinement (brachiaria, crotalaire).

Dans les régions au sud de la zone cotonnière, (mieux arrosées et sur ouverture de brousse), plusieurs systèmes peuvent être testés

- des systèmes à production de biomasse avant culture en utilisant des plantes à croissance de départ rapide telles que le sorgho, le mil, le brachiaria à forte densité à la volée ou en poquets, la mucuna à la volée. La culture la plus appropriée par ces systèmes est le maïs, par la durée de son cycle et les pratiques de semis tardif effectives
- des systèmes sur couverture vive d'*Arachis pintoï* ou d'autres légumineuses sauvages (cf L. Séguy, 2003)
- des systèmes partant du défrichement de la forêt en maintenant une couverture « digestive » (cf. L. Séguy, 1998)

Dans les zones à forte pression foncière et à fertilité très dégradés, il est toujours nécessaire de remonter la fertilité par une mise en jachère « utile ». Les systèmes associant le manioc et une plante de couverture adaptée sont bien indiqués. Cette plante pourrait être une graminée fourragère pour les zones d'éleveurs, ou une légumineuse rustique pour les cas extrêmes. Le manioc, bien adapté aux conditions de fertilité les plus marginales, permettrait de supporter les coûts supplémentaires liés à l'installation de la jachère.

Sur les *karés* à muskua'ari, deux alternatives sont possibles :

- l'implantation du *Brachiaria humidicola* pour augmenter la disponibilité fourragère dans le terroir, et convertir les scénarii d'enherbement des karés en scénario unique d'enherbement mono spécifique plus facile à maîtriser.
- l'installation du riz comme première culture d'une succession riz muskua'ari. Les observations faites cette campagne lors du démarrage des différentes variétés de riz testées sur les *karés* laissent envisager une faible possibilité d'installation précoce du

riz sur ces sols. Ceci est du principalement à la lente humectation des argiles, qui, conjuguée à l'irrégularité des pluies de début de campagne entraînent une mauvaise levée du riz ou un pérississement des jeunes plantules. Afin de lever la contrainte inhérente à la longueur du cycle de riz par rapport à la date de repiquage du muskua'ari plusieurs options existent :

- ⇒ l'installation précoce du riz (en semis direct) sur du paillage (limiter l'incidence du stress hydrique)
- ⇒ l'installation tardif du riz et le repiquage du muskua'ari avant la maturité du riz sur des interlignes spécifiquement prévues et où une légumineuse à cycle court précéderont le sorgho. On garde la possibilité de faire une pulvérisation localisée sur la ligne du muskua'ari avant son repiquage.

5.2.3. Et pourquoi pas ?

Il est désormais urgent d'envisager dans le contexte du Nord-Cameroun, l'association du coton avec des niébé, en gardant une vue sur le port des variétés de niébé et leur cycle d'une part, d'autre part sur les écartements entre les cotonniers dans l'association. De toute évidence, ces pratiques rentrent progressivement dans les habitudes paysannes surtout dans les zones à forte saturation foncière. Des essais pourraient alors être effectués avec différentes variétés érigées de niébé de cycle court, qui pourraient arriver à maturité avant le coton, assureraient la couverture du sol, sans faire une concurrence préjudiciable au cotonnier ni altérer sa qualité. La plus grande contrainte liée à la conservation des résidus des céréales serait alors levée, et les chances d'adoption des SCV accrues.

D'après Thézé et al. (2000), la technique de l'écobuage pourrait être efficace pour la récupération des sols dans certains secteurs du sud de la zone cotonnière (Ndock). Des estimations de la teneur en matière organique seront nécessaires au préalable. Si ce taux se révélait satisfaisant (au moins 3 %) cette technique permettrait alors de relancer la fertilité des surfaces abandonnées et de sédentariser définitivement les migrants dans ces régions.

5.3. Enseignements sur l'approche terroir en SCV

Les objectifs de l'approche terroir dans les dispositifs de TAFE visent :

- L'initiation et la formation des agriculteurs aux pratiques et à la maîtrise des SCV appliqués à leurs cultures
- Une évaluation des conséquences des SCV sur la gestion des exploitations (utilisation de la main d'œuvre, modification des systèmes et des surfaces cultivés,...)
- Une analyse à l'échelle du terroir des modalités d'adoption et des règles de gestion communautaires

Cette approche dans sa mise en œuvre, outre l'identification d'un terroir représentatif d'un vaste ensemble et pouvant, par la suite, faciliter la reproduction des résultats obtenus, prend en compte :

- Le maintien des objectifs cultureux des agriculteurs
- La prise en compte de la situation de départ du terroir (à travers celle des exploitations)

- Un passage progressif au semis direct en conjuguant les objectifs des planteurs à un diagnostic agronomique des parcelles puis en « habillant » l'ensemble des principes des SCV.

Pour l'élevage, ces terroirs doivent permettre de mettre en évidence l'augmentation de l'offre fourragère par l'introduction des espèces fourragères sur les parcelles et à l'échelle du terroir. L'implication des éleveurs dans les dispositifs de RD devra également être plus effective dans les terroirs, car sur les parcelles de culture seul l'agriculteur est concerné. L'amélioration des pâturages dans le terroir devrait impliquer tous les acteurs et prioritairement l'éleveur.

En pratique, les apprentissages des agriculteurs dans les terroirs doivent se faire à partir des systèmes les moins contraignants en temps de travaux, et les plus simples dans leur conception. Dans les terroirs à grande disponibilité de jachères, les démonstrations d'installation des niébé à cycle court après contrôle de l'enherbement par le glyphosate mettent en évidence :

- ↳ la capacité de la culture (niébé) de produire dans les situations de fertilité les plus mauvaises (mise en jachère),
- ↳ la possibilité de mettre au point un itinéraire sollicitant au plus une opération de désherbage (en général, pour les jachères très dégradées cette opération ne semble pas nécessaire)
- ↳ L'importance et la possibilité de produire la biomasse de couverture sur la parcelle.

Dès que ces modèles simples auront été compris par les agriculteurs, ils imagineront d'eux-mêmes d'autres modèles semblables ou complètement différents.

Parallèlement à la formation des acteurs à la maîtrise des SCV, la production des semences des plantes de couverture et des variétés performantes des cultures doit être assurée dans les terroirs. Cette multiplication des semences permettrait simultanément des apprentissages progressifs sur le comportement des différentes espèces et sur leurs intérêts pour les systèmes à construire, et une plus grande disponibilité des semences pour la diffusion des SCV.

Pour une bonne démonstration sur les terroirs, une concentration des actions doit être faite sur toute la toposéquence représentative, de manière à maîtriser l'ensemble des externalités. Pour illustrer, l'érosion sur les *tanety* est limitée par la couverture présente depuis l'amont, ce qui permet aux aménagements dans les bas-fonds à l'aval de d'être préservés.

Au-delà même des limites du terroir, les unités de paysage peuvent être transformées par une concentration des actions de masse.



Photo14 : Guétalé, Août 2004, difficultés de contrôle de l'enherbement sur une parcelle de riz pluvial



Photo15 : Guétalé, Août 2004, installation du niébé david après pulvérisation au glyphosate sur l'interligne du riz, diminution du taux de recouvrement par les mauvaises herbes ainsi que des temps de travaux.



Photo 16: Tcherféké, août 2004, installation du niébé david après fauchage pulvérisation du glyphosate sur jachère



Photo 17 : Seradoumda, août 2004, installation du niébé david après pulvérisation du glyphosate sur jachère



Photo 18 : Guétalé, juillet 2004, parcelle de coton inondé, avec installation du riz sur l'interligne dès le semis.

6. Conclusion

Ce stage effectué à Madagascar avait pour objectif de valoriser les acquis sur le plan technique et organisationnel de la longue expérience sur les SCV de TAFa et du CIRAD dans les écologies malgaches. Les grands enseignements du stage concernent l'implantation des sites de référence, la conception et la diffusion des systèmes de culture plus performants dans les terroirs de référence.

Les dispositifs de recherche-développement mis en place par TAFa recourent définitivement toutes les situations agricoles dans les différentes écologies du pays. Ces dispositifs sont un véritable laboratoire de l'évolution des sols et des systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale. Par les performances agronomiques et technico-économiques des systèmes conçus, ils servent aussi de vitrines et de supports de formation pour la diffusion des SCV. Ces dispositifs sont composés des sites expérimentaux de création-diffusion de l'offre technologique (sites de référence) et des parcelles d'appropriation des SCV dans les terroirs de référence.

Les recommandations du stage pour la mise au point des SCV au Nord Cameroun ne sont pas nouvelles : elles ont été pour la plupart définies progressivement lors des différentes missions reçues au Cameroun. Elles sont orientées à la fois vers les alternatives de remise en route des terres dégradées et anciennement mises en culture, les itinéraires techniques assurant une exploitation durable des surfaces de mise en culture récente, et la valorisation des superficies existantes à haut potentiel de fertilité et faiblement utilisées.

Dans la zone cotonnière du Cameroun, l'intensification des systèmes de culture à base de coton s'est effectuée progressivement par des itinéraires incluant le travail du sol et une bonne maîtrise des thèmes techniques liés à la fertilisation, à la lutte phytosanitaire et à la gestion des résidus de récolte. Ces systèmes conventionnels ont permis d'obtenir de bonnes performances, et les pratiques culturales ont été développées et profondément appropriées par les agriculteurs. L'introduction des *systèmes de culture sur couverture végétale* apparaîtront de toute évidence comme un véritable changement de paradigme, et devra en tenir compte. Au départ, les marges de progrès agronomiques seront faibles. Il faudrait alors orienter les efforts vers d'autres performances, plutôt technico-économiques des SCV, pour démontrer les intérêts et la supériorité de ces systèmes. Les terroirs de référence du projet ESA serviront de véritables laboratoires pour la mise en œuvre de ces orientations.

En perspective, l'intégration de la filière coton, principal support de développement du système productif au Nord-Cameroun, et les atouts conséquents sur le plan technique et sur le plan de l'organisation contribueront significativement à faciliter la mise en cohérence de l'ensemble du dispositif, ainsi que l'appropriation des acquis pour assurer un développement agricole durable.

Bibliographie

CHARPENTIER H., RAZANAMPARANY C., RASOLOARIMANANA D., RAKOTONARIVO B., 1999-2000. Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Rapport des campagnes 1998/1999 et 1999/2000. CIRAD-TAFA-ANAE.

CHARPENTIER H., RAZANAMPARANY C., RASOLOARIMANANA D., RAKOTONARIVO B., 2001. Projet de diffusion des systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. Rapport de campagne 2000/2001 et synthèse des 3 années du projet. CIRAD-TAFA-ANAE.

LANGEVIN B., 2000. La diffusion des pratiques agrobiologiques dans le sud-ouest malgache. Traitement et présentation de données d'expérimentations. Appui à la diffusion. Rapport de stage, ENSAM-CIRAD.

LANGEVIN B., 2003. Diffusion des techniques SCV, matériel végétal et questions phytosanitaires. Appui au service agronomique de la Maison des Paysans de Tuléar. CIRAD-CA, Montpellier, France.

MICHELLON R., RAZANAMPARANY C., MOUSSA N., RAKOTONIANINA F., RANDRIAMANANTSOA R., RAZAKAMIARAMANANA, RABARY B., 2000. Activité de l'équipe de recherche-développement CIRAD-TAFA-FOFIFA. Recherche d'accompagnement en agrobiologie et semis direct. Doc. Internes CIRAD-TAFA-FOFIFA.

MICHELLON R., MOUSSA N., ANDRIANASOLO H., RAKOTOVAZAHA L., 2003. Diffusion du semis direct sur couverture végétale sur un terroir villageois des hautes terres malgaches (Antsapanimahazo). TAFA.

NAUDIN K., 2000. Actions semis direct à Madagascar ; Dispositifs, techniques et résultats. Compte rendu de mission-formation auprès de l'ONG TAFA. Doc. Internes CIRAD-CA. BP 5035-Montpellier, France.

ROLLIN D., 1997. Quelles améliorations pour les systèmes de culture du sud-ouest malgache? Agriculture et développement, N°16 ; pp 57-72.

ROLLIN D., RAZAFINTSALAMA H., 1998. Du semis direct (agriculture extensive sur défriche) au semis direct (avec couverture du sol), éléments pour une évolution des systèmes de culture dans le sud-ouest, Tuléar. *in* Rasolo F., Raunet M., Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture. Actes de l'atelier international, Antsirabé, Madagascar, 23-28 mars 1998. pp 271-279.

ROLLIN D., RAZAFINTSALAMA H., 1999. Conceptions des nouveaux systèmes de culture pluviaux dans le sud-ouest malgache. Les possibilités apportées par les systèmes de semis direct et couverture végétale ; Communication au séminaire « Sociétés paysannes, Dynamiques écologiques et Gestion de l'espace rural dans le sud-ouest de Madagascar » Tananarive, novembre 1999.

RAZAFINTSALAMA H., ROLLIN D., 1997, 1998. Rapport d'activités du projet sud-ouest 1996/1997 et 1997/1998. Doc. Internes CIRAD- BP 5035. Montpellier, France.

SEGUY L., 1997, 98, 99, 00, 01, 02. Rapports de mission à Madagascar. Doc. Internes CIRAD Montpellier, France.

SEGUY L., 2003. Rapport de mission au Nord-Cameroun. Doc. Internes CIRAD Montpellier, France.

SEGUY L., BOUZINAC S., MARONEZZI A. C., 2001. Systèmes de culture et dynamique de la matière organique, un article du semis direct. CIRAD-AGRONORTE-MAEDA-TAFA.

SEGUY L., BOUZINAC S., 2000. Systèmes de culture sur couverture végétale, un dossier du semis direct. Doc. Interne CIRAD, Montpellier, France.

THEZE M., GAUDARD L., ESSINDI A., ABOU ABBA A., 2000. Compte rendu de mission à Madagascar. DPGT-SODECOTON.

Liste des Annexes :

Annexe 1 : Calendrier du stage	41
Annexe 2 : Système de culture mis aux points dans les différentes écologies malgaches.....	43
Annexe 3 : Diffusion du semis direct sur couverture végétale sur un terroir villageois des hautes terres malgaches (Antsapanimahazo).....	44
Annexe 4 : Protocoles expérimentaux de quelques sites de références	45

Annexe 1 : Calendrier du stage

Date	Visite
Jeudi 18 mars 2004	
Vendredi 19 mars 2004	Voyage Paris-Tana
Samedi 20 mars 2004	Briefing avec Hubert Charpentier, R. Michellon, O. Husson et L. Séguy
Lundi 22 mars 2004	Voyage : Tana –Ambatondrazaka Visite terroir TAFE Ambohimanga
Mardi 23 mars 2004	Visite terroir TAFE Ampanefy
Mercredi 24 mars 2004	Visite réalisations VSF à Imamba Ivakaka Visite CMS Anosiboribory Visite terroir TAFE à Anandrobe Visite réalisations BRL sur vallée Marianina, PC15 et vallée Lohafasika
Jeudi 25 mars 2004	Visite sites de référence et terroir TAFE à Maralolo Visite réalisations BRC à Moralolo et Merimandroso
Vendredi 26 mars 2004	Visite terroir ANAE et réalisation BRC à Maromena
Samedi 27 mars 2004	Visites sites TAFE à Manamkambahiny Voyage Ambatondrazaka-Tana
Dimanche 28 mars 2004	Voyage Tana – Tuléar
Lundi 29 mars 2004	Visite terroirs TAFE et site de référence Andranovory Visite de référence Sakaraha
Mardi 30 mars 2004	Visite terroirs WWF-TAFE-MdP Andranomaitso Visite PAP Hasyma à Bemearaha Visite centre FOFIFA Tuléar
Mercredi 31 Mars 2004	Bibliographie à TAFE – Tuléar Séance de travail avec équipe TAFE
Jeudi 1 ^{er} Avril 2004	Retour sur sites de référence à Andranovory et Sakaraha
Vendredi 02 Avril 2004	Voyage Tuléar-Fianarantsoa
Samedi 03 avril 2004	Voyage Finarantsoa-Antsirabé
Dimanche 04 Avril 2004	Visites sites d'adoption et de démonstration FIFAMANAOR (Ampitatafika et Antemotra)
Lundi 05 avril 2004	Visites site de références et terroir TAFE à Ivory Visites sites de démonstration Fifamanor à Antokofoana Visite de référence TAFE à Betafo
Mardi 06 avril 2004	Visite terroir et site de références TAFE Antsapanimahazo Visite Station et matrice TAFE /PCP à Andranomanelatra

Mercredi 07 mars 2004	Visites réalisations FIFAMANOR Amorandrano Visite site de référence TAFA à Ibity
Jeudi 08 avril 2004	Voyage Antsirabé-Tana
Vendredi 09 avril 2004	Bibliographie Cirad-Tana
Samedi 10 avril 2004	Bibliographie Cirad-Tana
Dimanche 11 avril 2004	Voyage Tana-Morondava
Lundi 12 avril 2004	Séance de travail Tafa-Morondava Bibliographie TAFA Morondava
Mardi 13 Avril 2004	Séance de travail TAFA Marofandilia Sites de références TAFA sur jachère de 2 ans
Mercredi 14 avril 2004	Bibliographie
Jeudi 15 avril 2004	Voyage Morondava-Tana
Vendredi 16 avril 2004	Biblio Cirad-Tana Voyage Tana-Paris

Annexe 2 : Système de culture mis aux points dans les différentes écologies malgaches.

Annexe 3 : Diffusion du semis direct sur couverture végétale sur un terroir villageois des hautes terres malgaches (Antsapanimahazo).

Annexe 4 : Protocoles expérimentaux de quelques sites de références