



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PÊCHE

PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION
DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA
(BV ALAOTRA)



Document de travail BV lac n° 82

Analyse de l'évolution des pratiques et des processus d'innovation des systèmes de culture Semis direct sous Couverture Végétale permanente (SCV) pour la Rive Est du Lac Alaotra. Partie 1.



par Berthine RAHARISOA ; Eric PENOT, Raphael Domas et Jean
Chrysostome RAKOTONDRAVELO

UMR **Innovation**
Montpellier
SupAgro - Inra - Cirad

2012



Projet
ANR-PEPITES

INTRODUCTION.

Les premières expériences sur les systèmes de culture de type Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV) à Madagascar datent de 1990 (CHARPENTIER H. *et al.*, 1999). Les activités de recherches-actions menées par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), l'organisme non gouvernemental TAny sy Fampandrosoana (TAFa) ont permis de diffuser et de développer de manière significative les techniques SCV dans la grande Île. Des références techniques pour les différentes éco-régions représentatives des principaux types de sols, cultures et situations socio-économiques existent: les Hauts Plateaux, le Sud-Est, le Sud-Ouest, le Moyen-Ouest et le Lac Alaotra (GROSCLAUDE J. Y. *et al.* 2006). La diffusion des systèmes SCV a démarré au Lac Alaotra à partir de 1998-1999, mais le lancement de la diffusion de manière significative a débuté lors de la campagne 2003-2004 avec le démarrage effectif du projet « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra » (BV Lac) (BURESI J. M., 2006). Le nombre des paysans adoptants et les surfaces mises en SCV n'ont cessé de croître au fil des campagnes agricoles (DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009). Les demandes d'appuis et de conseils techniques pour l'adoption des systèmes SCV sont élevées. Plusieurs systèmes de culture déjà testés par TAFa et adaptés aux différentes conditions pédo-climatiques et socio-économiques rencontrées au Lac Alaotra ont été ainsi vulgarisés (CHARPENTIER H. *et al.*, 2000). Le bilan de sept années d'intervention du projet BV Lac (de 2003-2004 à 2009-2010) dans la région du Lac Alaotra a mis en évidence une adaptation des systèmes avec des changements des pratiques et des innovations paysannes par rapport aux paquets techniques diffusés. Face à ces constats, la question de la durabilité de l'adoption des techniques SCV au Lac Alaotra, peut être remise en question étant donnée les pratiques actuelles des paysans.

La présente étude identifie et caractérise les changements des pratiques, les adaptations et innovations apportées par les paysans sur les techniques SCV et le dynamisme des exploitations agricoles en rapport avec les systèmes SCV. L'étude concerne uniquement les adoptants dits « anciens » (adoptants des techniques de plus de quatre ans au niveau de leur exploitation) dans le but d'affiner l'évolution des pratiques paysannes.

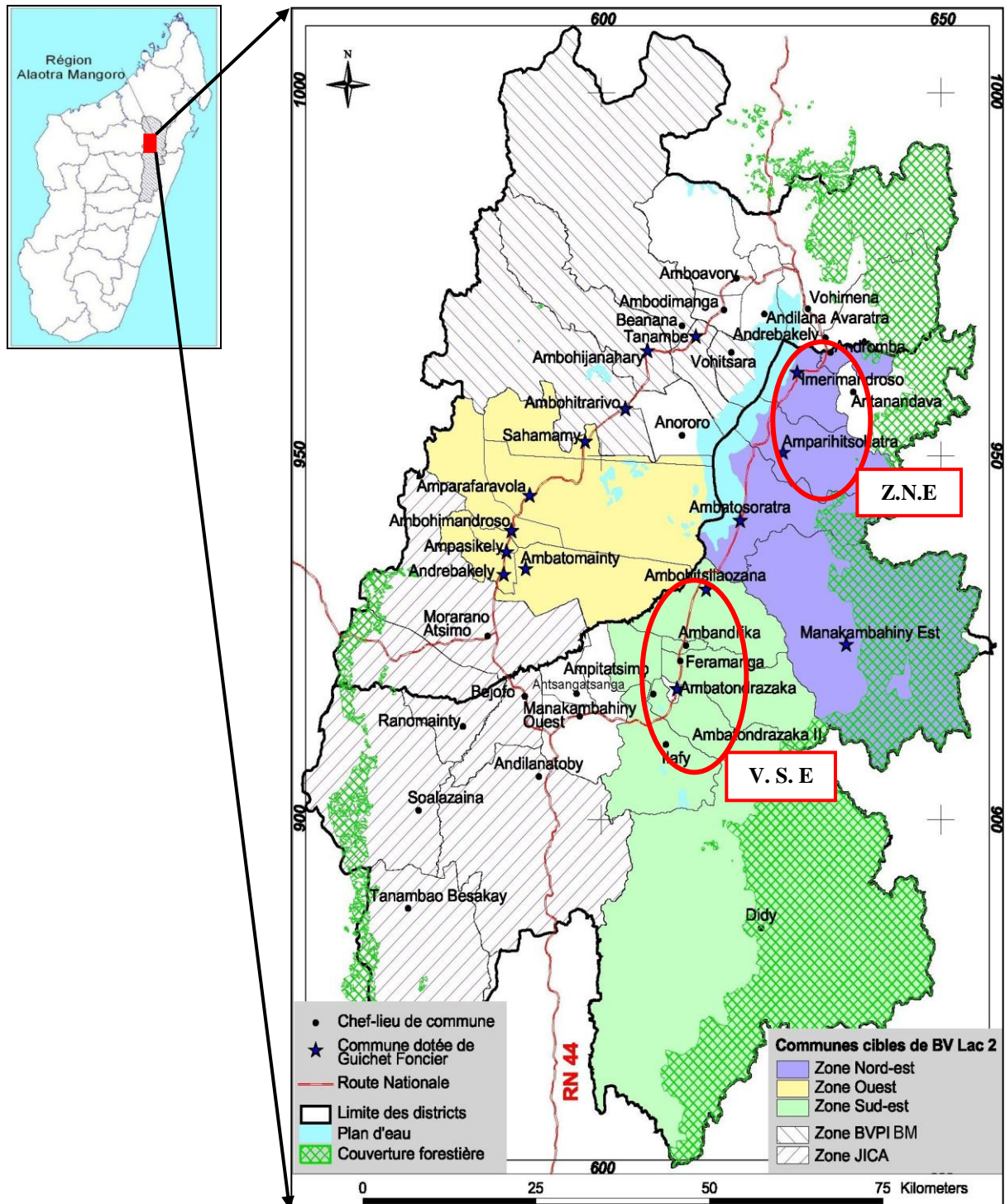
Contexte de l'étude.

Depuis les années 1980, la région du lac Alaotra a connu une pression agricole très forte sur les *tanety*, surtout à l'Est du lac sur les sols pauvres encore peu exploités auparavant (CHARPENTIER H. *et al.* 2001). L'introduction et la diffusion des systèmes SCV se sont faites en réponse aux pressions agricoles d'une agriculture minière sur *tanety* peu fertile et fragile. Une panoplie de systèmes a été testée et vulgarisée depuis 1998-1999. La diffusion des systèmes SCV est intégrée au projet pilote BV Lac depuis 2003-2004. Les méthodes d'approche et d'évaluation s'affinent à l'échelle de l'exploitation à partir de la campagne 2007-2008. Elles ne se limitent plus aux niveaux parcellaires. Sept années de recul sur l'intervention du projet BV Lac permettent de faire un état de diffusion et d'adoption des techniques d'agriculture de conservation dans la région du Lac Alaotra.

Le projet BV Lac II recouvre trois principales zones constituées par : i) les bassins versants des rivières Imamba-Ivakaka et Sahamena à l'Ouest du lac, ii) la zone Nord Est et iii) les bassins versants des vallées du Sud-Est. Suite aux reconnaissances des terrains et aux discussions avec des personnes ressources et compétentes en matière des systèmes SCV au

Lac Alaotra¹, deux zones de dynamismes différents en terme de diffusion des techniques SCV dans les zones d'intervention de BRL Madagascar ont été retenues (cf. carte 1) : la Zone Nord Est (ZNE, lot 2) et les Vallées du Sud Est (VSE, lot 3). Les deux zones ont été choisies, de plus, pour leurs accessibilités et leurs topographies différentes.

Carte 1 : Localisation des zones d'études. *Source: BV Lac. 2010.*



¹ En particulier Raphaël Domas.

Problématique.

L'essentiel des surfaces en SCV à Madagascar se situe dans la région du Lac Alaotra. Le retrait du projet de diffusion qui rentre dans sa dernière phase dans la région du Lac Alaotra pose la question de la pérennité de l'adoption des systèmes SCV. La problématique centrale de la présente étude est ainsi : **Quelles sont les conditions d'adoption à long terme des systèmes SCV par les paysans au Lac Alaotra ?**

L'objectif principal est de déterminer les conditions d'une adoption pérenne des techniques SCV. Les objectifs spécifiques sont ainsi : i) étudier les changements des pratiques et les adaptations/ innovations paysannes sur les systèmes SCV diffusés, ii) identifier et analyser la durabilité des systèmes de culture pratiqués par les paysans avec les techniques SCV, et iii) élaborer une typologie de comportement des paysans par rapport aux systèmes SCV.

METHODOLOGIE.

Les bases de données « parcelles » et « exploitations » sont constituées des données recueillies à chaque campagne agricole par les opérateurs contractés par le projet BV Lac dans la région du Lac Alaotra. Trois opérateurs occupent trois zones réparties en trois lots : lot 1_consortium ANAE/AVSF, lot 2_BRL ZNE et lot 3_BRL VSE. Chaque parcelle et chaque exploitant encadré est suivis systématiquement par les Agents Vulgarisateurs de Bases (AVB), techniciens agricoles et opérateurs. Les données sont fournies au projet BVLac comme outils d'évaluation. Pour la présente recherche, afin d'avoir plus de précision sur les résultats, les bases de données « parcelles » des campagnes 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 et base de données « exploitations » pour la campagne 2008-2009 ont été exploitées. Les bases de données géographiques sont des données géoréférencées exploitables par des logiciels « Système d'Information Géographique » (SIG). Les données géographiques sur les parcelles encadrées et les images satellites *Quickbird* fournies par le projet BV Lac et l'opérateur BRL Madagascar ont été exploitées. Ces données ont été traitées à l'aide du logiciel Arc View GIS 3.2a qui a permis la réalisation de cartes.

Les parcelles en SCV de plus de 3 ans pour la campagne 2008-2009 sans exclure les *parcelles abandonnées* pendant cette campagne agricole ont été sélectionnées à partir des bases de données « parcelles » de BRL Madagascar. Et c'est à partir de cet ensemble que l'échantillonnage des parcelles a été fait. Les *parcelles abandonnées* sont des parcelles qui étaient en SCV dans les campagnes antérieures mais qui ont été ré-labourées lors de la campagne 2008-2009. Une pré-typologie des parcelles a été réalisée dans le but de disposer un échantillon représentatif des cas probables. Les parcelles de plus de 3 ans en SCV pour la campagne agricole 2008-2009 ont été classées selon 4 critères (échantillonnage stratifié) :

- critère 1: la *situation géographique* des parcelles : Zone Nord Est et Vallée du Sud Est,
- critère 2 : *l'âge des parcelles* ou l'ancienneté des parcelles en SCV (de 3 à 8 ans),
- critère 3 : *parcelles abandonnées* et *non abandonnées* et
- critère 4 : la *zone de concentration géographique* des parcelles pérennisées en SCV dont l'unité retenue est le *Fokotany*².

² Limite administrative comprenant un ou plusieurs hameaux.

L'échantillon recouvre 27% des parcelles de plus de 3 ans en SCV. Le taux d'échantillonnage (27%) a été obtenu à partir du rapport entre le nombre des parcelles étudiées fixé arbitrairement (120 parcelles) et le nombre total des parcelles de plus de 3 ans (444 parcelles) en SCV encadrées. Une fois les parcelles sélectionnées, les exploitants qui feront l'objet de l'enquête sont ainsi identifiés. Toutes les parcelles conduites en agriculture de conservation dans les exploitations sélectionnées ont été suivies pour avoir des idées sur les logiques d'organisation des paysans. Le tableau suivant récapitule le nombre des paysans adoptants enquêtés et les parcelles pérennisées suivies.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif du nombre d'adoptants et de parcelles étudiées.

Zone	Fokontany	Nombre des exploitants	Nombre des parcelles suivant l'ancienneté en SCV pour la campagne 2008-2009				
			3 ^{ème} année	4 ^{ème} année	5 ^{ème} année	6 ^{ème} année	7 ^{ème} année
ZNE	Ambaniala	4	3	4			
	Ambohijanaharikely	1	2				
	Amparihitsokatra	7	26	1			
	Andromba Pont	2	2	1			
	Ankasina	2	1	2			
	Bekatsaka	4	4	4			
	Betsianjava	3	7				
	Marovato	9	10	8			
Tsarahonenana	7	15	10				
VSE	Ambodivoara	2		3		1	
	Ambohimasina	7	9	4	2		
	Ambohipasika	4	11	1			
	Ambohitranjakana	7	2	6	5		
	Ambongabe	1	2				
	Ampahatra	2	8	3			
	Amparihity	1			2		
	Antanimena	3	5			3	1
	Ilafy	13	24	10	4		
	Mahatsara	6	7	5	6		
	Mahatsinjo	1	1				
TOTAL	20	86	139	62	19	4	1

L'enquête a été guidée par le questionnaire. Les questions et certaines réponses sont déjà définies dans la fiche d'enquête. Les questions sont de type ouvertes et semi-ouvertes. Des enquêtes complémentaires ont été réalisées aux niveaux des techniciens de BRL Madagascar. Elles avaient pour principaux objectifs d'identifier l'historique de diffusion des techniques SCV, les pratiques adoptées et surtout de vérifier l'historique de chaque parcelle des paysans enquêtés. Les objectifs des entretiens collectifs étaient de faire une brève restitution des données acquises en enquêtes aux paysans pour qu'ils puissent valider les informations obtenues. Il s'agissait également d'affiner la perception des paysans sur les techniques SCV et d'identifier les stratégies des différents types des paysans identifiés. Les paysans dans la Vallée du Sud Est ont été divisés en deux groupes suivant deux zones de concentration (Ambohimiarina et Mahatsara). Vu la disparité des villages d'enquête dans la Zone Nord Est, les agriculteurs ont été divisés en cinq groupes (Ambavahadiromba, Ambaniala, Tsarahonenana, Andromba Pont, Bekatsaka).

Un cadre logique de recherche a été établi

Tableau 2 : Thèmes par hypothèses testées et les résultats attendus dans le questionnaire.

Hypothèses	Thèmes d'enquête	Résultats attendus
Les systèmes de culture de type SCV permettent d'avoir une productivité durable.	<ul style="list-style-type: none"> – L'historique des ITK pratiqués sur les parcelles pérennisées en SCV, – Les changements des pratiques par rapport aux systèmes de cultures préconisés sur les techniques SCV. 	<ul style="list-style-type: none"> – Les tendances des pratiques paysannes et l'évolution des grands systèmes préconisés sont identifiées. – Les rotations/successions de cultures adoptées par type de toposéquence sont étudiées. – Les innovations paysannes sur les techniques SCV sont analysées.
	<ul style="list-style-type: none"> – L'évolution des rendements depuis l'année d'entrée en SCV jusqu'à la campagne 2009-2010 en fonction des apports en fumures organiques et minérales. 	<ul style="list-style-type: none"> – L'évolution de rendement par type de système de culture en fonction des pluviométries annuelles, des apports en fumures organiques et en engrais minéraux est déterminée.
Les paysans s'approprient les techniques des systèmes SCV en fonction de la disponibilité des facteurs de productions	<ul style="list-style-type: none"> – Les facteurs de production des paysans, – L'évolution des surfaces en SCV au niveau de l'exploitation et dans le temps depuis l'année d'adoption des techniques SCV jusqu'à la campagne 2009-2010. 	<ul style="list-style-type: none"> – La typologie de comportement des paysans en rapport avec les techniques SCV est élaborée. – Les facteurs déterminants d'adoption des systèmes SCV sont identifiés.

Pour comparer les performances des systèmes de cultures adoptés par les paysans, les formules suivantes ont été utilisées : i) Le rendement moyen sur n -campagnes successives est la moyenne des rendements sur n -campagnes successives, ii) Le produit brut à l'hectare est le rendement multiplié par le prix unitaire de vente des produits (prix sortie ferme campagne 2008-2009), iii) Le produit brut à l'hectare pour un assolement moyen de n -années de rotation est la somme des $1/n$ du produit brut de chaque spéculant formant la rotation, iv) Le coefficient de variation (C.V) est le rapport entre l'écart type et la moyenne, si le coefficient de variation des rendements est supérieur à 25% le rendement est hétérogène. Les variations annuelles de rendement par systèmes de cultures ont été superposées avec (i) les données pluviométriques, (ii) le nombre de jours de pluie, (iii) les apports en fumure organique, (iv) les apports en NPK et (v) Urée par campagne et par zone pour voir les effets tampons climats et effets tampon engrais des systèmes SCV.

L'étude se focalise sur les parcelles de plus de 3 ans en SCV pour la campagne 2008-2009 (installées avant ou pendant la campagne 2005-2006). Or le système à base de couverture morte importée et le système à base d'herbicide ont été souvent adoptés la première année d'entrée en SCV. Des conclusions certaines n'ont pas pu être ainsi tirées sur l'évolution du taux d'adoption de ces deux types du système par rapport aux taux d'adoption des autres systèmes diffusés.

RESULTATS.

LES TENDANCES DES PRATIQUES PAYSANNES ET LES INNOVATIONS TECHNIQUES SUR LES SYSTEMES SCV.

Cette partie analyse l'évolution d'adoption des systèmes diffusés et les changements des pratiques paysannes par niveau de toposéquence. Les facteurs d'adoption et/ou d'abandon d'un système sont affinés. Les adaptations et innovations paysannes seront détaillées par type de systèmes préconisés.

Encadré 1 : Unités agronomiques.

1. Les unités agronomiques se définissent par l'homogénéité de leurs caractéristiques surtout agronomiques :
 - position sur la toposéquence,
 - niveau de fertilité du sol,
 - niveau de compaction du sol,
 - régime hydrique. (HUSSON O. et al, 2009).
2. Les différentes unités agronomiques rencontrées sur la rive Est du Lac Alaotra, de l'amont vers l'aval, sont :
 - le *tanety* avec trois sous-unités (i) le plateau sommital, (ii) le flanc des *tanety* ou zones de pentes et (iii) le bas de pente,
 - le *baiboho* et
 - les rizières (cf. annexe 3).
3. La forme générale des reliefs entre la Zone Nord Est et la Vallée du Sud Est est différente (cf.

Le terme « **grand système** » a été utilisé pour différencier le système de culture avec les techniques SCV analysé dans ce chapitre et le système de culture, désignant la nature et l'ordre des cultures (succession / rotation), employé dans le chapitre 2. Le « grand système » définit ainsi les différents systèmes de cultures regroupés en deux grands types des systèmes SCV : système de culture à couverture morte et le système de culture à couverture vive.

Les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur *tanety*.

Du système avec biomasse importé au système à couverture vive.

Le tableau suivant montre une diversification de plus en plus forte des systèmes mis en place sur *tanety* au Lac Alaotra. Le tableau suivant représente l'évolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles en SCV sur *tanety* (bas de pente exclu) par campagne agricole.

Tableau 3 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées en SCV sur tanety.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous couverture morte importée	100	34	29	7				
Système à base de paillage produit in-situ		33	3	5	31	16	26	21
Légumineuse volubile en culture pure de saison		27	3	3	1		2	1
Système à base de brachiaria		7	7	14	13	2	1	1
Maïs + ³ légumineuses volubiles			48	42	29	35	20	26
Système sur herbicide			9	9				
Système fourrager				18	25	37	28	24
Système à base de stylosanthes				1	2	11	10	9
Système conventionnel (retour)							13	18
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Le système à base de paillage avec biomasse importé, le premier système adopté.

Entre 2002-2003 et 2003-2004, les systèmes avec couverture morte importée ont été les plus développés. Les cultures installées étaient sous couvertures mortes de *bozaka* (*Aristida*) ou de paille de riz : maraîchage sur paillage et riz pluvial sur paillage. Les systèmes à base de paillage ont été facilement adoptés par les agriculteurs, parmi les autres systèmes proposés. En effet, leur installation est relativement facile dès la première année. Les techniques de paillage étaient, de plus, déjà utilisées traditionnellement au Lac Alaotra pour les cultures de contre saison dans le but de limiter l'évaporation de l'eau et réduire ainsi la pénibilité de l'arrosage. Par contre, les autres systèmes introduisent de nouvelles plantes (pour la couverture vive) et de nouvelles techniques qui impliquent des changements majeurs des itinéraires techniques de l'exploitation. Cependant, à cause des travaux supplémentaires pour la fauche (de 20 à 35 hj/ha), le transport et l'épandage (de 10 à 15 hj/ha) de biomasses sur les parcelles, les systèmes à base de couvertures mortes importées ont été abandonnés progressivement, passant de 100% à 7% des parcelles étudiées entre 2002 et 2005. En outre, pour avoir un sol bien couvert, il faut de 20 à 30 bottes (1 botte = 1 charrette) de *bozaka* à l'hectare. Or une botte de *bozaka* coûte de 3.000 à 4.000 Ariary (de 60 000 à 120 000 Ar/ha) entre les campagnes 2002-2003 et 2004-2005. Ce type de système exige aussi des apports complémentaires d'engrais azotés pour lutter contre la faim d'azote avant la décomposition des biomasses. Le risque de transmission des maladies (particulièrement la pyriculariose⁴ par les pailles de riz) et des insectes d'une parcelle à une autre est également élevé.

Systèmes à base de paillage produite in-situ, la première alternative aux systèmes avec des biomasses importés.

Lors de la campagne 2003-2004, certains agriculteurs ont commencé à valoriser les mulch de la culture précédente. 33% des parcelles pérennisées en SCV ont été conduites en systèmes à base de paillage des cultures de la campagne antérieure (cf. tableau 3). Cependant, le taux

³ « + » désigne une association de cultures.

⁴ Maladie cryptogamique due au *Pyricularia grisea*. Cette maladie de riz est très rare au Lac Alaotra (voir nulle selon Raphaël Domas).

d'adoption du système avec biomasse produite in-situ n'a guère varié par rapport aux autres systèmes préconisés (entre 16 et 31%) entre les campagnes 2006-2007 et 2009-2010. Les pourcentages faibles des parcelles installées pour ce type de système lors des campagnes 2004-2005 et 2005-2006 sont dus essentiellement au développement des systèmes à base de couverture vive et l'adoption des systèmes avec herbicide dès l'année d'entrée en SCV. Ce type de système ne peut être pourtant installé qu'après une année de production de biomasse sur les parcelles.

Emergence et développement important des systèmes à base de couverture vive pour la campagne 2004-2005.

L'avantage majeur de la couverture vive est son installation facile en cas d'accès difficile à la biomasse (production de biomasse in-situ). Les premiers systèmes à base de couvertures vives adoptés étaient ceux à base de culture pure de légumineuses volubiles et ceux à base de *Brachiaria sp.*⁵ (cf. tableau 3). Parmi les systèmes à couverture vive, l'association « maïs + légumineuses volubiles » s'est beaucoup développée. 48% des parcelles ont été emblavées en maïs associé aux légumineuses volubiles (maïs + dolique et maïs + niébé) contre 7% du système à base de brachiaria (manioc + brachiaria) et 3% en culture pure de légumineuse volubile (niébé) lors de la campagne 2004-2005. Le maïs associé aux légumineuses volubiles permet aux paysans de faire deux récoltes sur un même cycle. Cela explique pourquoi ce système a été le plus adopté lors des campagnes 2004-2005 et 2005-2006. Il a connu cependant un effet « yoyo » avec une baisse tendancielle à partir de la campagne 2006-2007. Les paysans ont eu tendance à alterner une couverture vive suivie d'une couverture morte. Le système le plus adopté a été la succession de « maïs + légumineuses volubiles » et du riz pluvial. De plus, le système à base de *Stylosanthes guianensis*⁶ a fait son apparition vers la campagne 2006-2007.

Le système avec herbicide préconisé pour l'année d'entrée en SCV.

Les campagnes 2004-2005 et 2005-2006 ont été les principales années d'entrée en SCV des parcelles suivies. Les agriculteurs ont commencé à employer des herbicides la première année d'entrée en SCV lors de ces campagnes. Deux grands types de systèmes avec herbicide ont été préconisés : (i) le système à base de riz pluvial avec stomp⁷ et (ii) le système sur couverture morte de *Cynodon dactylon* desséché au round-up⁸. Le « riz avec stomp » consiste à implanter du riz pluvial sur un sol nu après un labour et un traitement d'herbicide de prélevé. Ce type de système a permis aux paysans de démarrer les techniques SCV sans avoir recours à un import de biomasse qui coûte cher. Pourtant, ce type de système ne s'est pas beaucoup développé, il ne concerne que 8% des parcelles installées en SCV pour la campagne 2004-2005 et 2% en 2005-2006. L'utilisation obligatoire d'un herbicide de prélevé avec un coût élevé limite l'adoption de ce système. Pour la campagne 2004-2005, le stomp, avec une dose moyenne de 3,2 l/ha (sur 5 parcelles), a été l'herbicide le plus utilisé avec un coût moyen de 69 120 Ar/ha. Les paysans ont eu également des difficultés pour l'application

⁵ Graminée fourragère, appelée communément brachiaria.

⁶ Légumineuse pérenne appelée communément « stylo ».

⁷ Herbicide de prélevé, sélectif du riz, matière active : PENDIMETHALINE, nom commercial : Stomp 500 EC et Alligator 400 EC.

⁸ Herbicide de post-levée sélectif du riz et du maïs, matière active : GLYPHOSATE, nom commercial : Round Up, Glyphader.

de l'herbicide, notamment en raison des conditions d'humidité du sol⁹ limitant ainsi l'adoption de ce type de système. Le système sur cynodon a été préconisé pour l'ouverture de jachère en SCV. Le système a également l'avantage de maintenir une couverture vive de cynodon en permanence. Il peut être reconduit d'une année à l'autre sans avoir recours à l'import de biomasse et à la réinstallation des plantes de couvertures. Cependant à cause de son exigence technique dans le traitement afin de contrôler suffisamment sans tuer les cynodons, aucun paysan n'a adopté le système continu sur couverture vive de cynodon.

Système fourrager, le devenir du système à couverture vive de brachiaria.

Le système fourrager, essentiellement la culture pure de brachiaria, a été surtout vulgarisé pour la ré-végétalisation des parcelles incultes. L'augmentation annuelle des surfaces destinées aux parcelles fourragères entre les campagnes 2005-2006 et 2007-2008 est de 18 à 37% des parcelles installées en SCV sur *tanety* (cf. tableau 3). Cela est dû particulièrement à l'abandon progressif par les paysans des systèmes à base de brachiaria (manioc associé au brachiaria) à la culture pure de brachiaria. La baisse entre 2008-2009 et 2009-2010 est due à la remise en cultures vivrières de certaines parcelles.

Adoption progressive du système à base de stylosanthes.

Entre 2005-2006 et 2007-2008, juste après la première année de sa vulgarisation, le système à base de stylosanthes a été étendu de 1% à 11% (cf. tableau 3). Cependant le taux d'adoption est resté plus ou moins stables au cours des deux dernières campagnes. Ce système est, entre autre, apprécié sur *tanety* par les paysans grâce à sa faible exigence en apport d'engrais : il s'agit d'un système à bas niveau d'intrant, avec une forte production de biomasse. C'est un système « pérenne » mais une année de jachère de stylosanthes est nécessaire sur *tanety* pour avoir une quantité suffisante de biomasse pour servir de plantes de couverture. La préparation des parcelles doit être effectuée avant la saison de pluie parce que le stylosanthes est difficile à tuer en cas de retard. Les paysans utilisent le cocktail de 2,4-D¹⁰ (1 l/ha) et du glyphosate (de 5 à 6 l/ha) pour traiter le stylosanthes en fin de saison sèche. Un simple fauchage au ras du sol en saison sèche avec un faible recours aux herbicides suffit. Mais le besoin important en main d'œuvre (de 200 à 300 h.j/ha) pour le fauchage limite cette pratique sur les parcelles à petite surface.

Retour au système conventionnel.

18% parcelles pérennisées ont été ré-labourées lors de la campagne 2009-2010. Les principales causes d'abandon sont d'ordre social (54%), de divagation sur les parcelles pérennisées (26%) et de problème financier pour l'achat des intrants au moment de l'installation (21%). Certains paysans ont abandonné les techniques SCV tandis que d'autres ont innovés suivants les contraintes auxquelles ils sont confrontés.

Les adaptations et les innovations paysannes sur les systèmes diffusés sur *tanety*.

Au cours des deux premières années d'adoption des SCV, l'encadrement technique a été affiné au niveau de l'exploitation. Des suivis et propositions du Programme de Travail Annuel (PTA) ont été encore effectués par les techniciens. Mais à partir de la troisième année, les

⁹Il faut que le sol soit bien humide (en 5cm de profondeur) afin que les graines des mauvaises herbes soient imbibées d'eau pour augmenter l'efficacité de l'herbicide, après 2 nuits de pluies. Le traitement doit être fait avant la levée de soleil.

¹⁰ Herbicide de poste-levée sélectif des graminées, matière active : 2,4-D, nom commercial : herbextra,...

paysans sont considérés comme autonomes. Ils choisissent les systèmes à installer et le système est donc ouvert. Au bout de sept années d'intervention du projet BV Lac (depuis 2003-2004), des adaptations et des innovations sur les grands systèmes préconisés ont apparus.

L'évolution et les innovations sur le système à base de paillage.

Le système à base de couverture morte importée a été quasiment-bandonné vers la campagne 2006-2007. Seul un adoptant, dans la Vallée du Sud Est, continue à faire ce type de système sur *tanety*. Il cultive du brachiaria sur une parcelle juste pour servir de couverture pour les autres parcelles. Ce système lui permet de diversifier les cultures avec des valeurs ajoutées importantes sans produire de biomasses en système continu: maïs + légumineuse volubile // riz CM¹¹ // arachide CM // pomme de terre CM // arachide CM¹². L'évolution du système avec biomasses produites sur place a été intégrée aux autres systèmes (production de biomasse sur la parcelle, souvent couverture vive, suivie du système à base de paillage in-situ l'année suivante). Les objectifs des paysans sont surtout d'augmenter la biomasse sur les parcelles, de bien protéger le sol en saison sèche et de réduire les travaux supplémentaires pour l'épandage des mulch. Cette innovation a commencée à se propager sur les parcelles environnantes dans la Zone Nord Est.

L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes avec couverture vive de légumineuse en culture pure et/ou associés au maïs sur *tanety*.

La figure 1 synthétise les changements des pratiques paysannes sur le système « légumineuse volubile en culture pure » et « maïs + légumineuses volubiles ». Le nombre de parcelles, nombre de paysans et la surface totale concernés par la figure 1 est résumé dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 4 : Evolution des surfaces des parcelles ayant été débutées par « maïs + légumineuses volubiles » ou « légumineuse volubile en culture pure » sur *tanety*.*

Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	0,45	4,92	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47
Nombre de parcelles	2	19	77	77	77	77	77
Nombre des adoptants	2	14	39	39	39	39	39

¹¹Sous couverture morte.

¹²Selon les conventions du GSDM : « / » désigne une succession intra-annuelle de cultures, la deuxième culture étant semée quelque jours ou quelques semaines après la récolte de la première (ou quelque jours avant, en relai), « // » désigne une succession interannuelle de cultures, les différentes années de cultures et « + » désigne une association de cultures dont le semis se fait en même temps ou décalé (culture en dérobée).

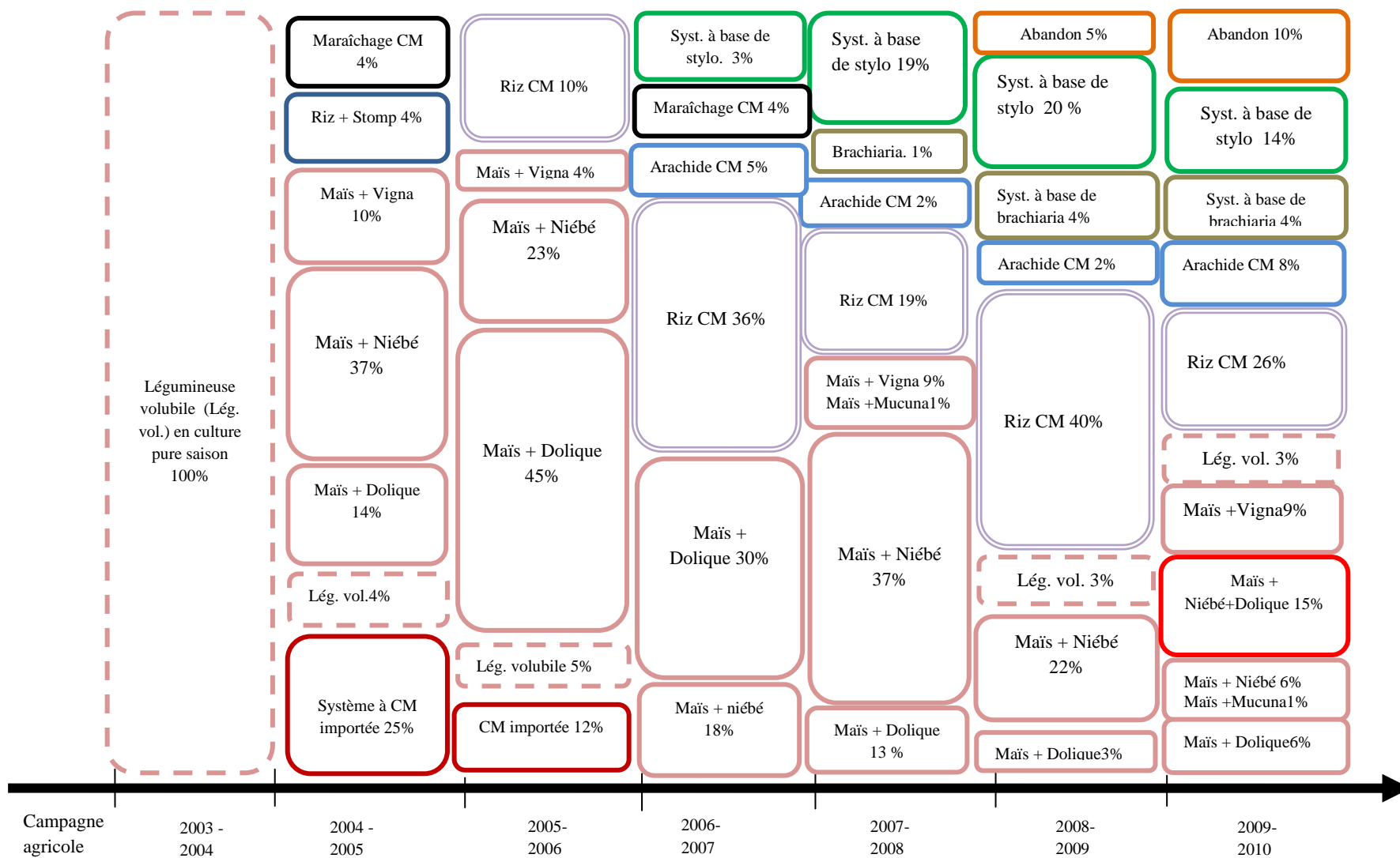


Figure 1 : Evolution des systèmes à base de couverture vive de légumineuse volubile en culture pure ou associée au maïs sur tanety.

La culture pure de légumineuse volubile, le premier système à base de couverture vive adopté mais pas très développé.

La première installation des systèmes à couverture vive a eu lieu en 2003-2004. Il s'agissait d'une simple culture pure de légumineuse volubile : 100% en culture pure de niébé (*Vigna unguilata*). Mais ce système ne s'est pas aussi bien développé au niveau des agriculteurs que l'association « maïs + légumineuses volubiles » : de 3 à 5% des parcelles entre 2004-2005 et 2009-2010 (cf. figure 1). Les principaux avantages cités pour ces systèmes sont : i) deux récoltes sur le même cycle, ii) biomasse importante, iii) pression de mauvaises herbes réduite, et iv) moins de traitement par rapport à la culture pure des légumineuses. Les avantages agronomiques ressentis directement sont l'amélioration de la fertilité et de la structure du sol.

L'association « maïs + niébé » initialement très développée a été remplacée progressivement par « maïs + dolique ».

Le maïs associé au niébé a été très adopté lors de la campagne 2004-2005 : soit 37% des parcelles installées en couverture vive de légumineuses ou associé au maïs (cf. figure 1). Le niébé n'était pas une plante nouvelle au Lac Alaotra. Cette légumineuse volubile annuelle à cycle long (de 4 à 5 mois) a été ainsi facilement adoptée par les agriculteurs par rapport aux autres plantes de couvertures proposées tels que la dolique (*Lablab purpureus*), le vigna (*Vigna umbellata*) et le mucuna (*Mucuna pruriens*). L'apport protéique (graines comestibles) et les revenus supplémentaires procurés par le niébé sont aussi parmi les éléments importants de son adoption. Le niébé finit son cycle en saison sèche et bénéficie d'un prix intéressant sur le marché local (700Ar/kg prix moyen pour la campagne agricole 2004-2005).

L'association « maïs + niébé » (23%) a été remplacée progressivement par « maïs + dolique » (45%) lors des deux campagnes suivantes. Le niébé a été délaissé par les adoptants en raison de sa biomasse annuelle moins importante que celle de la dolique, qui conduit à des travaux de sarclage plus importants. La dolique se décompose moins rapidement que le niébé ou le vigna à cause de ses tiges plus ligneuses et assure ainsi une meilleure couverture du sol.

Pour avoir des semences de niébé, le traitement insecticide est obligatoire. L'insecticide le plus utilisé par les paysans est la Cyperméthrine¹³ à une dose de 0,25 à 0,28 l/ha avec 3 à 4 traitements pendant la période de floraison jusqu'à la formation des gousses. Une maladie virale¹⁴ sur les niébés, pendant la campagne 2005-2006, a réduit considérablement le nombre d'effectif des parcelles de « maïs + niébé » au profit de « maïs + dolique ».

La dolique est appréciée par les paysans pour les qualités suivantes : biomasse annuelle importante qui retient beaucoup plus d'humidité au sol, cycle long qui protège le sol en saison sèche, tolérance à la sécheresse grâce à son système racinaire puissant. Les semences de dolique étaient achetées par l'opérateur Semis Direct de Madagascar (SD-MAD) pour la campagne 2004-2005, ce qui a encouragé aussi les paysans à l'adopter.

¹³ Insecticide de contact, matière active : CYPERMETRINE, nom commercial : Cypercal 240 EC, Cypercal 50 EC, Agrimétrine 50 EC.

¹⁴ Selon TAFA, la variété la plus touchée est le SPLMA.

Les associations « maïs + *Vigna umbellata* » et « maïs + *mucuna* » n'ont pas été très adoptées par rapport aux autres itinéraires.

Les adoptions de l'association « maïs + *Vigna umbellata* » et « maïs + *mucuna* » ont été plus lentes malgré leur taux de couverture du sol important : « maïs + vigna » de 4 à 10% entre 2004-2005 et 2009-2010, « maïs + *mucuna* » 1% entre 2007-2008 et 2009-2010 (cf. figure 1). Le vigna et le *mucuna* étaient des cultures nouvelles pour les paysans. Le vigna supporte mal une forte sécheresse en fin de saison de pluies sur *tanety*. Le risque de ne pas avoir de biomasse suffisante est élevé en cas de semis retardé. Par contre, les paysans ont tendance à faire la culture en dérobée des légumineuses (de 10 à 15 jours après le semis du maïs) pour donner de avance au maïs et pour faciliter le semis des légumineuses. Le vigna commence, à revenir sur les parcelles en SCV depuis les trois dernières campagnes à cause de son prix intéressant, son bon goût par rapport aux autres légumineuses volubiles à graines consommables et avec l'appui du projet BV Lac par distribution des kits¹⁵ de semence de *Vigna umbellata*. Le *mucuna* n'est intéressant que pour les exploitations qui font de l'élevage porcin (aliment complémentaire des porcs).

Les innovations paysannes sur l'itinéraire « maïs + légumineuses volubiles ».

Les adoptants reconnaissent l'importance du rôle de la biomasse sur les techniques SCV, mais leur objectif est aussi de produire des grains consommables qui valorisent bien leurs parcelles. L'itinéraire « maïs + légumineuses volubiles » a été transformé par un exploitant. La combinaison des légumineuses à forte production de biomasse qui recouvrent les parcelles en saison sèche (la dolique) et de légumineuse à graine comestible (niébé) a été effectuée (« maïs + dolique + niébé »). Le maïs a été installé en un simple rang avec un interligne de 0,50 m et un écartement de 2 m entre deux lignes de maïs. Le niébé a été installé en deux rangs intercalés par un simple rang de dolique entre deux lignes de maïs. L'écartement a été conçu pour faciliter le traitement des légumineuses.

Adoption et innovation paysanne sur le système à base de stylosanthes.

Les adoptants ont commencé à introduire progressivement le stylosanthes dans la rotation lors de la campagne 2006-2007. Son intégration est pourtant lente par rapport aux autres systèmes à couverture vive (de 3 à 20% entre 2006-2007 et 2009-2010, cf. figure 1). La production suffisante de biomasse n'est obtenue qu'en deuxième année. Sa croissance est assez lente durant les premiers mois (temps nécessaire pour le développement des nodosités) ; il faut laisser alors en jachère les systèmes à base de stylosanthes la deuxième année d'installation pour avoir plus de biomasse. Or la mise en jachère des parcelles n'est possible que si l'exploitation a des réserves en terre cultivable. Un paysans dans la ZNE ne veut pas laisser sa parcelle en jachère la deuxième année, il a ainsi installé du maïs dans le stylosanthes après le « riz + stylosanthes », ce qui donne : « riz + stylosanthes // maïs + stylosanthes ». Pour ne pas gêner le maïs, le stylosanthes a été contrôlé par fauche sur les lignes de semis. Ce type de système a permis de cultiver en système continu de stylosanthes et de réduire les doses d'herbicides éventuellement utilisées, sans ressemer les plantes de couverture.

De même, les adoptants ont rencontré des difficultés pour démarrer le système à base de stylosanthes par l'itinéraire « riz + stylosanthes ». Les travaux de sarclage ont été difficiles avec ce type d'itinéraire. La concurrence en lumière entre le riz et le stylosanthes limite le développement du stylosanthes en première année de son installation. Or le stylosanthes a du

¹⁵ Les kits de semences proviennent de l'achat de semences aux agriculteurs. La distribution des kits a été pour objectif de fournir aux paysans les semences des plantes de couvertures difficiles à se procurer.

être exploité comme plante de couverture pour l'année suivante bien que son taux de recouvrement soit faible. Un paysan dans la ZNE a adapté le système en installant un itinéraire à base de « arachide + stylosanthes » pour démarrer le système à base de stylosanthes. L'arachide à port érigé relativement court réduit la concurrence en lumière avec le stylosanthes et l'utilisation éventuelle de sarclage chimique (2,4-D) a rendu faisable. L'année suivante, le paysan a installé du maïs dans le stylosanthes en première année suivi de riz pluvial sous couverture morte de stylosanthes : « arachide + stylosanthes // maïs + stylosanthes // riz pluvial ».

L'évolution et les innovations paysannes sur les systèmes à base de brachiaria sur tanety.

Le système à base de brachiaria le plus adopté a été le manioc associé au brachiaria. L'arachide ou le pois de terre associé au brachiaria n'est pas très développé en milieu paysan en raison de son exigence technique : semis tardif du brachiaria pour éviter la concurrence en lumière entre les deux plantes mais avec enracinement dans le sol avant la saison sèche. Malgré le fait que le système à base de brachiaria soit un système pérenne, il commence à disparaître dans les itinéraires paysans au profit de la culture pure de brachiaria (cf. tableau 5 et figure 2).

Tableau 5 : Evolution des surfaces initialement installées en « manioc + brachiaria » sur tanety.

Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale	0,65	4,12	4,12	4,12	4,12	4,12
Nombre de parcelles	5	14	14	14	14	14
Nombre des adoptants	4	10	10	10	10	10

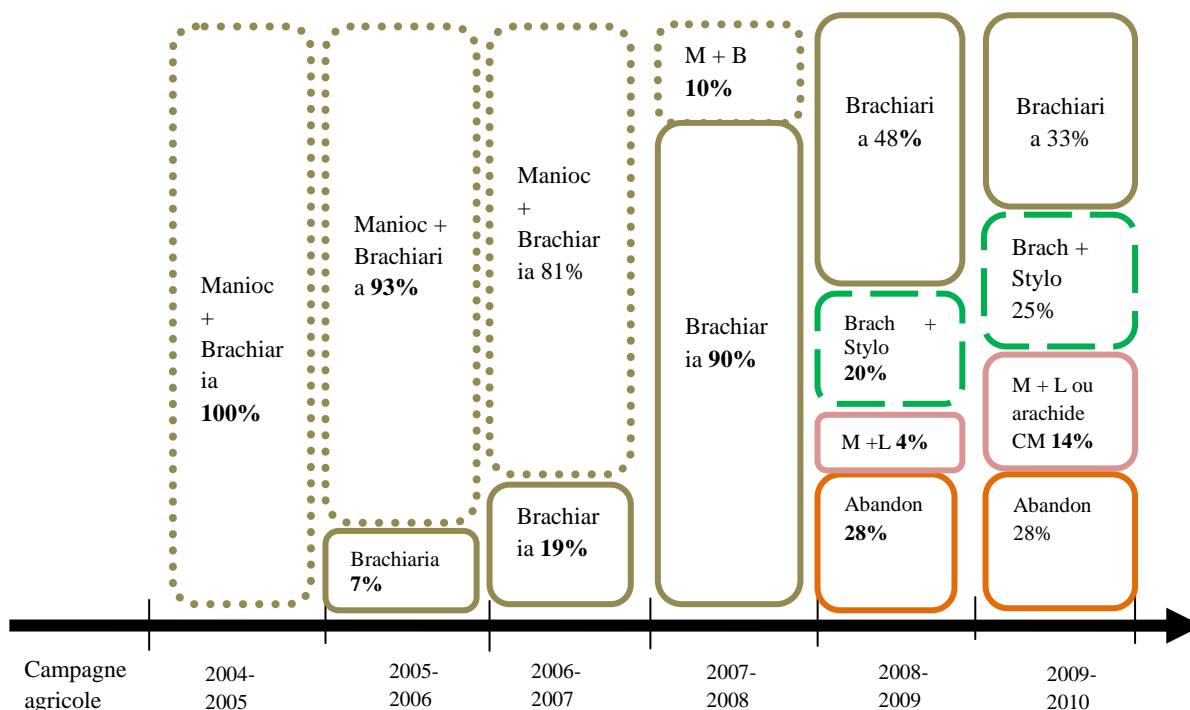


Figure 2 : Evolution de l'itinéraire manioc associé au brachiaria sur tanety.

L'itinéraire manioc associé au brachiaria a été abandonné par les paysans et les parcelles sont valorisées en culture de fourrage (46% en 2008-2009, cf. figure 2) ou en d'autres cultures vivrières (10% en 2008-2009) : « mais + légumineuses » et arachide sur paillage de brachiaria. Ce qui justifie la surface considérable des parcelles de fourrage pérennisée en SCV pendant les trois dernières campagnes. L'itinéraire « manioc + brachiaria » n'a pas été très développé chez les adoptants à cause de leur exigence en travaux supplémentaires. La coupe régulière du brachiaria est obligatoire en saison sèche pour qu'il n'y ait pas de concurrence hydrique entre les deux plantes. En outre, la vente de manioc sur pied pendant la saison sèche est l'une des stratégies paysannes dans la zone du Lac Alaotra. Souvent les acheteurs refusent de déraciner les maniocs associés au brachiaria sous prétexte de la difficulté de récolte. Les paysans adoptants ont alors des difficultés pour vendre leur manioc aux champs ou bien ils doivent mobiliser de la main d'œuvre pour la récolte au moment des ventes.

Les avantages du « manioc + brachiaria » sont: rendement élevé (14.632 kg/ha en moyenne pour la campagne 2008-2009), meilleure décompaction du sol grâce au système racinaire puissant du brachiaria,... Pourtant, lors de la première année de son installation sur *tanety*, le sol n'est pas bien couvert avec ce type de système. La reprise des parcelles avec le système à base de brachiaria en culture vivrière exige aussi une forte dose d'herbicide (Glyphosate 360 g/l à la dose de 3 à 7 l/ha selon les espèces)¹⁶. Les parcelles de « manioc + brachiaria » ont été ainsi laissées en parcelle de fourrage ou abandonnées (remise en labour : 46% en 2008-2009).

L'évolution et l'innovation paysanne sur le système à base d'herbicide sur *tanety*.

La figure 3 représente l'évolution des systèmes sur les parcelles de *tanety* ayant débuté par le système à base d'herbicide. Le tableau 6 représente le nombre de parcelles, nombre des adoptants et surface totale concernés par la figure 3.

Tableau 6 : Evolution des parcelles conduites en systèmes sur herbicide l'année d'entrée en SCV.

Campagne agricole	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	0,26	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Nombre de parcelles	3	10	10	10	10	10
Nombre des adoptants	3	8	8	8	8	8

¹⁶ Dose recommandée par BLR Madagascar.

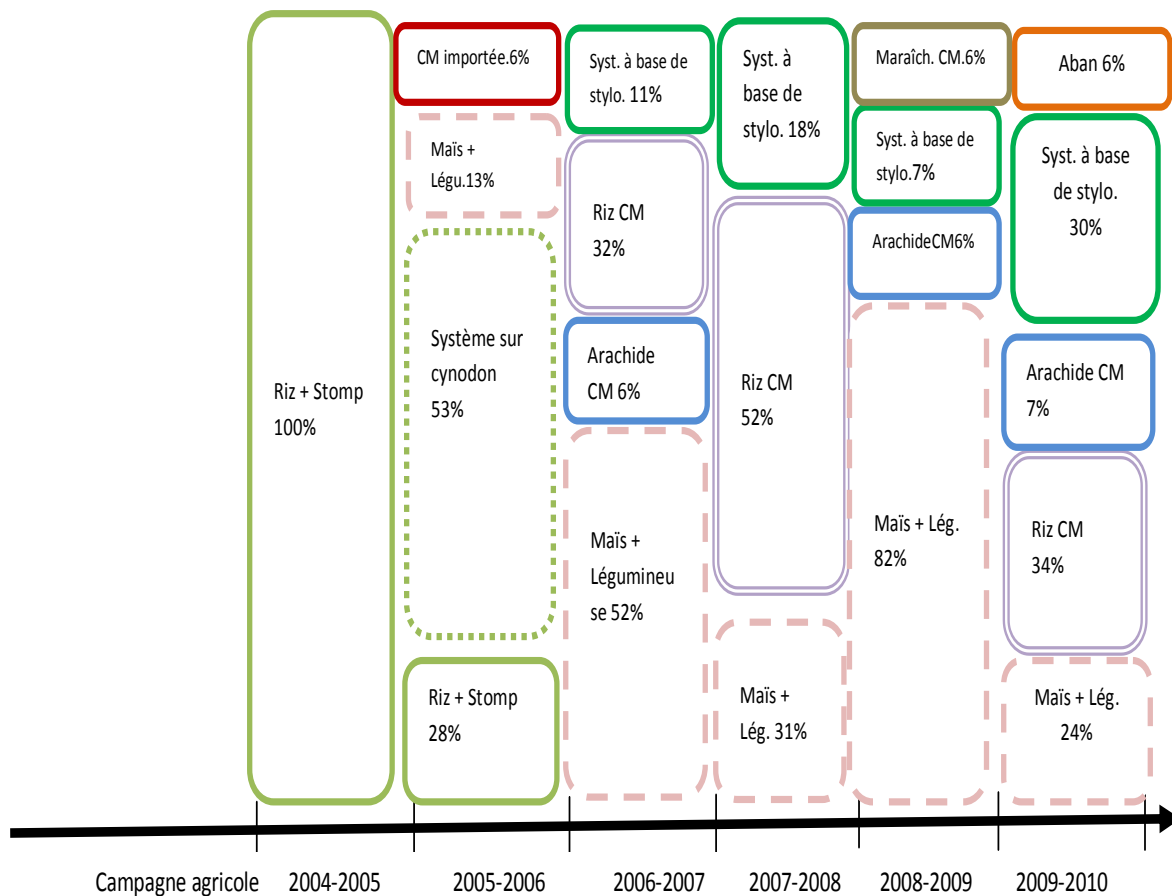


Figure 3 : Evolution des systèmes sur herbicide en pourcentage de surface sur tanety.

100% de parcelles installées avec des systèmes à base d'herbicide pendant la campagne 2004-2005 ont été conduites en « riz + stomp ». Pour la campagne suivante, 28% des parcelles ont été conduite en « riz + stomp » et 53% en culture sur cynodon desséché à l'herbicide total (cf. figure 3). Les systèmes sur cynodon ont pu être reconduits l'année suivante mais les paysans ont préféré utiliser la dose forte d'herbicide totale de 5l/ha¹⁷ (Glyphosate) dès la première année pour tuer les cynodons et les parcelles ont pu ainsi recevoir des systèmes à couverture vive notamment l'association « maïs + légumineuses » à partir de l'année suivante. L'itinéraire « riz + stomp » n'a pas été très développé. Il a été pourtant transformé et adapté par les paysans. Dans le cas où la biomasse sur les parcelles est faible et le risque de ne pas maîtriser les mauvaises herbes est important, au lieu de remettre en labour les parcelles pérennisées en SCV, les paysans ont reconduit le système sur stomp. Les parcelles ont été traitées avec du stomp avant la mise en place des cultures (même principe que du Glyphosate pour le nettoyage de parcelle).

¹⁷ Dose recommandée par BRL Madagascar.

Les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur les bas de pentes.

Les tendances des pratiques paysannes sur bas de pente, tendances similaires que celles de *tanety*.

Les parcelles sur les bas de pente ont été étudiées séparément à cause de la fertilité plus élevée du sol (sol colluvionnaire) par rapport aux autres niveaux de *tanety* (cf. tableau 7).

Tableau 7 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface de parcelles pérennisées sur bas de pentes.

Grands systèmes (%)	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous couverture morte importée	100						
Maïs + légumineuses volubiles		67	64	49	48	26	71
Système à base de brachiaria		17	7				
Système sur herbicide		16	5				
Système à base de paillage			13	39	26	26	19
Système à base de stylosanthes			6	6	20	29	4
Légumineuses volubiles en culture pure			5				
Riz CM / Légumineuse volubile				5	5		
Riz CM / Maraîchage CM					1	6	5
Retour en système conventionnel						13	1
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100

L'évolution des grands systèmes au niveau des bas de pentes ressemble à celle sur les *tanety*: elle passe du système sous couverture morte importée vers le système à base de couverture vive de maïs associé aux légumineuses et de stylosanthes. La différence entre les systèmes installés sur *tanety* et bas de pente est la forte proportion de « maïs + légumineuses volubiles » sur les bas de pente: de 67% à 71% des parcelles entre 2004-2005 et 2009-2010.

Les adaptations et innovations paysannes sur bas de pente.

Les innovations sur les grands systèmes diffusés sur les bas de pente sont similaires que celles des *tanety*. Seulement, la présence de source d'eau disponible près de certaines parcelles rend la culture de contre saison possible. Certains adoptants ont alors adapté les grands systèmes préconisés sur les parcelles *baiboho* en installant sur les parcelles des bas de pente : la rotation intra-annuelle « riz / légumineuses volubiles ou maraîchage sur paillage ».

Les tendances des pratiques et innovations paysannes sur *baiboho*.

Une tendance vers l'adoption de deux grands types de systèmes sur *baiboho*.

Tous les systèmes installés pendant la campagne agricole 2002-2003 sont à base de couverture morte de paille de riz importé. Ce type de système n'a pas posé beaucoup de problèmes car les *baiboho* se situent près des parcelles des rizières (niveau de toposéquence).

Pourtant ce type de système a été abandonné progressivement au profit des systèmes avec une production de biomasse sur la même parcelle (production de biomasses in-situ) (cf. tableau 8).

Tableau 8 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles pérennisées SCV sur baiboho.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système sous CM importée	100	21	3					
Légumineuse volubile		22	6	3			1	
Maïs + Légumineuse volubile		15	10	10	6	9	8	15
Maraîchage CM/Maraîchage CM		14	9	5	1			3
Système fourrager		12	5	13	13	10	6	3
Riz CM / Maraîchage CM		12	61	58	57	36	35	23
Riz CM / Légumineuse volubile		5	3	6	4	3	2	3
Riz CM / vesce ou maraîchage + vesce			3	5	16	39	37	27
Système à base de stylosanthes				1	2	3	4	4
Système à base de brachiaria							1	
Système conventionnel (retour)							5	23
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100

Le tableau montre une tendance vers l'adoption de deux grands types de systèmes sur *baiboho* : la rotation intra-annuelle de riz pluvial suivi de maraîchage sur paillage (riz CM / Maraîchage CM) et le système à base de vesce (riz CM / vesce en culture pure ou maraîchage + vesce).

Une faible adoption des systèmes à base de couverture vive de légumineuses volubiles, pas assez rémunérateur sur *baiboho*.

La culture pure des légumineuses en saison sur *baiboho* a été abandonnée en 2005-2006 (cf. tableau 8). Seul 6 à 15% de la surface totale des parcelles sur *baiboho* ont été emblavées de maïs associés aux légumineuses entre 2003-2004 et 2009-2010. La culture intra-annuelle « riz pluvial/ légumineuse volubile » n'a pas dépassée les 6% des parcelles pérennisées en SCV entre 2003-2004 et 2009-2010. Le système avec couverture vive de légumineuses volubiles a une forte production de biomasse. Pourtant, il ne permet pas l'installation de maraîchage de contre saison puisque la parcelle est occupée par la plante de couverture jusqu'à la fin de la saison sèche. Or le revenu procuré par les cultures maraîchères est plus élevé que celui des graines de légumineuse volubile: marge brute¹⁸ de 416.521 Ar/ ha pour le niébé (la légumineuse volubile la plus cultivée), contre 1.362.035Ar/ha pour le haricot associé à la vesce en 2008-2009. Le marché des graines de *Vigna umbellata* et de *mucuna* n'est pas encore assuré.

Cultures maraîchères sur paillage en saison et en contre saison : une stratégie de secours.

Certains paysans ont installé des cultures maraîchères en saison et en contre saison, mais ce type de système tend à disparaître à cause de sa durabilité limitée dans le temps (cf. tableau 8). Il ne permet pas de fournir de biomasse pour la culture suivante, l'apport de biomasse de l'extérieur est alors obligatoire pour l'année suivante. En fait, la rotation « maraîchage CM /

¹⁸ Marge brute = produit brute – consommations intermédiaires, résultats BRL Madagascar 2008-2009.

maraîchage CM » n'a pas été adoptée en système continu. Les paysans ont eu comme stratégie d'adopter ce système lorsqu'ils ont manqué de moyens financiers au moment de l'installation du riz pluvial en saison ou lorsqu'il y a eu un retard de la première pluie nécessaire qui a entraîné un chevauchement des travaux agricoles. Ils ont alors changé le PTA en intégrant une culture maraîchère au mois de janvier-février sur *baiboho*.

Les systèmes à base de brachiaria et culture fourragère délaissés sur les *baiboho* à faible niveau de risque.

Les systèmes fourragers n'ont pas été très adoptés sur *baiboho*, passant de 12 à 3% des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho* entre 2003-2004 et 2009-2010. Vu les faibles risques sur *baiboho* (moins d'inondation, moins de risque de sécheresse), les paysans ont valorisé les parcelles de *baiboho* en culture vivrière, notamment en riz pluvial.

La rotation intra-annuelle « riz en saison / maraîchage sur paillage en contre saison » bien diffusée depuis ses origines sur *baiboho*.

La succession de culture « riz pluvial / maraîchage paillé » a intéressé fortement les paysans dès la campagne 2004-2005. Grâce à son installation facile liée aux savoirs-faire des anciennes pratiques des paysans au Lac Alaotra, plus de 50% des parcelles pérennisées sur *baiboho* ont été conduites en riz en saison et maraîchage sur le mulch de riz en contre saison lors des campagnes 2004-2005 à 2006-2007(cf. tableau 8). Le revenu fourni par les cultures maraîchères en contre saison est considérable et permet d'alimenter l'exploitation en période de saison sèche. Entre 2003-2004 et 2005-2006, les cultures de haricots et de pommes de terre sur mulch de riz, avec des marges brutes¹⁹ respectives de 157.800Ar/ha et 1.788.150 Ar/ha en 2005, sont les itinéraires les plus adoptés. Les cultures de tomates, concombres, et pois de terres sur mulch de riz sont marginales. La baisse tendancielle d'adoption du système à base de paillage depuis la campagne 2006-2007 est due essentiellement au développement du système à base de vesce.

Un développement massif des systèmes à base de vesce facile à maîtriser.

Depuis la campagne 2006-2007, le système sur un an « riz / vesce en culture pure ou vesce + maraîchage » a commencé à se développer sur *baiboho* (de 16% à 37% entre 2006-2007 à 2009-2010, cf. tableau 8). Les agriculteurs s'intéressent à la vesce pour ses qualités de production de biomasse : taux de couverture importante en une année, tiges fines facilitant le traitement avant l'installation de la culture suivante. Ce type de système a permis à la fois aux paysans de produire de la biomasse et des cultures maraîchères en contre saison. Il a permis également la pratique de système en continu, sans avoir à réinstaller la vesce annuellement. La vesce est une légumineuse annuelle. Pendant la saison des pluies, les graines de vesce tombées au sol sont en dormance, ce qui ne gêne pas la culture du riz. Dès le mois d'avril (après la récolte du riz) les graines de vesce commencent à germer naturellement et à recouvrir la parcelle et ainsi de suite.

Une adoption lente des systèmes à base de stylosanthes.

Seul de 1 à 4% des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho* ont été installées en système à base de stylosanthes entre 2005-2006 et 2009-2010 (cf. tableau 8). L'installation des cultures maraîchères est impossible en contre saison avec ce type de système. Les surfaces dédiées au système à base de stylosanthes sur *baiboho* sont alors limitées malgré une légère progression. Ils sont installés en priorité sur *baiboho* sableux avec risque un peu plus fort.

¹⁹ Résultats BRL Madagascar en contre saison 2005.

Les abandons des parcelles pérennisées en SCV sur *baiboho*.

23% des parcelles pérennisées sur *baiboho* ont été abandonnées lors de la campagne 2009-2010. Sur ce total, 23% des parcelles ont été ré-labourées à cause du chevauchement des temps de travaux, 20% des problèmes de trésorerie au moment de la mise en place, 21% de la pratique de « tour de culture »²⁰ ou le transfert de gestion des parcelles en héritage commun entre les héritiers, 17% des échecs des plantes de couvertures, 12% des reprises des parcelles par les propriétaires en métayages et 7% de l'installation de *Metharizium*²¹. Parmi les parcelles abandonnées, 44% ont été reprises en SCV pour la contre saison 2010 avec l'installation de maraîchage sur le mulch de riz ou cultures maraîchères associée à la vesce.

Les adaptations et les innovations paysannes sur *baiboho*.

Des transformations marquées des systèmes sur *baiboho* en rotation intra-annuelle « riz/maraîchage ».

Le système « maïs + légumineuses volubiles » a évolué en rotation intra-annuelle « riz / maraîchage » sauf sur quelques parcelles où la culture de contre saison était impossible. Sur ce type de parcelle, les paysans ont effectué la rotation sur deux ans « maïs + légumineuses volubiles // riz ». De même, le système à base de couverture morte importée suivi de maraîchage sur paillage, celui à base de culture pure de légumineuse volubile en saison et celui à base de « maraîchage CM/ maraîchage CM » ont été évolués en « riz / maraîchage ». Malgré une faible proportion, certaines parcelles commencées en « riz/ maraîchage » ont évolué en systèmes à base de stylosanthes les deux dernières campagnes. Le système à base de stylosanthes développé sur *baiboho* s'est transformé en « manioc + stylosanthes » sur deux ans suivi de riz pluvial.

Une fusion et réorganisation des systèmes « riz / légumineuse volubile », « riz/ maraîchage sur paillage » et « riz/ vesce » pour les adapter aux contraintes locales.

L'évolution de trois grands systèmes diffusés sur *baiboho* a été intégrée l'une de l'autre. L'objectif des paysans adoptants sur *baiboho* est de produire à la fois du riz et de la biomasse chaque année. La figure 4 montre le changement des pratiques et les innovations paysannes réalisées sur le système « riz / légumineuse volubile » et « riz / maraîchage sur paillage » avec l'émergence et le progrès rapide du système à base de vesce. Le tableau 9 synthétise le nombre de parcelles, nombre de paysans et surface totale concernés par la figure 4.

Tableau 9 : Evolution des surfaces des parcelles ayant débutée l'itinéraire « riz/ légumineuse volubile » et « riz/ maraîchage sur paillage ».

Campagne agricole	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Surface totale (en ha)	1,47	4,48	7,51	7,51	7,51	7,51	7,51
Nombre de parcelles	13	34	57	57	57	57	57
Nombre des adoptants	11	25	35	35	35	35	35

²⁰ Cette pratique ne concerne que les parcelles en héritage non-partagé.

²¹ Essai sur le traitement biologique des insectes terrioles.

pour la campagne 2005-2006 (cf. figure 4). Pourtant à cause de l'effet d'ombrage de la vesce, des travaux d'éclaircissement de la culture de haricot nécessitant de 15 à 20 h.j/ha supplémentaires ont du être effectués avant la floraison et après la formation des gousses. D'autres paysans ont installé le petit pois associé à la vesce en contre saison (2% en 2006-2007 « riz / petit pois + vesce », cf. figure 4). Mais ce dernier ne s'est pas développé et reste marginal jusqu'à cette dernière campagne (2% en 2009-2010) en raison de son exigence en travail pour le tuteurage et la demande au marché reste encore limitée.

La collaboration entre projet BV Lac / opérateur / technicien / paysan dans la VSE a pu mettre en place le système riz pluvial en saison et « maïs + vesce » en contre saison. Les rendements obtenus ont été satisfaisants. Pour la campagne 2008-2009, sur une parcelle de 0,12 ha et en 4ème année de SCV, le riz pluvial en saison a donné 5.400 kg/ha avec un apport de fumure organique (F.O) de 2.571 kg/ha et sans apport d'engrais minéraux. En contre saison avec un apport de 2.571 kg/ha de F.O et de 50 kg/ha de NPK, le rendement de maïs a été de 2.000 kg/ha et 50 kg/ha de vesce. Vu que le maïs est très sensible aux stress hydrique, le paysans l'a installé dès le début du mois d'avril, juste après la récolte du riz pour bénéficier de plus d'eau et pour donner de l'avance au maïs par rapport à la vesce. Le maïs, suffisamment haut n'est alors pas gêné par le développement important de la vesce, grâce à son port érigé. Cependant l'inconvénient constaté du système « riz / maïs + vesce » est son exigence en engrais. L'apport des éléments fertilisants est obligatoire.

Les tendances des pratiques paysannes sur les RMME pérennisées en SCV.

Des unités agronomiques à haut risque avec une faible pérennisation des SCV.

Seulement 5% des parcelles suivies sont des RMME pérennisées en SCV. Parmi les 9 parcelles étudiées, 35% ont été ré-labourées lors de la campagne 2009-2010, en raison essentiellement des ensablements et à la reprise des parcelles par les propriétaires. Une de ces parcelles est pourtant en sixième année des SCV pour la campagne agricole 2008-2009. Le premier système installé sur les RMME était à base de couverture morte importée. Le système « riz/maraîchage sur paillage » a été remplacé progressivement par le système à base de vesce qui est passé de 3 à 53% des parcelles entre les campagnes agricoles 2005-2006 à 2008-2009 (cf. tableau 10).

Tableau 10 : Evolution d'adoption de grands systèmes en pourcentage de surface des parcelles conduites en SCV sur les RMME.

Système de culture (%)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système avec CM importée	100	100	12					
Riz CM/Maraîchage CM			53	78	53	28	28	36
Maïs + Légumineuses volubiles			35			19		7
Riz CM/Légumineuse volubile				19				
Riz CM/Vesce ou maraîchage + Vesce				3	38	53	53	22
Légumineuse volubile					9			
Système conventionnel (retour)							19	35
Total (en %)	100	100	100	100	100	100	100	100

Les adaptations et innovations paysannes sur les RMME en SCV.

Des systèmes spécifiques ont été diffusés sur les RMME depuis 2003-2004. Les SCV ne sont qu'une portion de paquets techniques préconisés sur RMME. L'innovation majeure sur les RMME a été l'introduction de la variété flexible ou plastique SEBOTA et la culture de contre saison de la vesce. Les innovations paysannes sur les SCV en RMME ont été surtout la culture maraîchère associée à la vesce en contre saison : « haricot + vesce », « petit pois + vesce » et « poivron + vesce ».

Synthèse sur les tendances des pratiques et des innovations paysannes sur les grands systèmes et les itinéraires préconisés.

Le tableau ci-après synthétise l'évolution d'adoption des grands systèmes préconisés et les adaptations/ innovations paysannes depuis l'introduction des SCV au Lac Alaotra.

Tableau 11 : Tableau synthétique des tendances des pratiques et des innovations paysannes.

Toposéquence	Grand système	1ère campagne de diffusion	1ère campagne d'adoption	Evolution d'adoption	Innovations/adaptations
<i>tanety</i> et bas de pente	Système sous couverture morte importée	2000-2001	2002-2003	abandonné	
	Légumineuse volubile en culture pure de saison	2003-2004	2003-2004	quasi-abandonné	
	Système à base de brachiaria	2000-2001	2004-2005	régression	
	Maïs + légumineuses volubiles	2000-2001	2004-2005	varié	+++
	Système à base de paillage produit in-situ	2003-2004	2003-2004	varié	++
	Système à base d'herbicide	2003-2004	2004-2005	sans évolution	+
	Système fourrager	2000-2001	2005-2006	en progrès	
	Système à base de stylosanthes	2005-2006	2005-2006	en progrès	+++
<i>Baiboho</i> et RMME	Système sous couverture morte importée	2000-2001	2002-2003	abandonné	
	Légumineuse volubile en culture pure de saison	2003-2004	2003-2004	quasi-abandonné	
	Maraîchage CM/ Maraîchage CM	2003-2004	2003-2004	régression	+
	Système fourrager	2000-2001	2003-2004	régression	
	Riz CM / Maraîchage CM	2003-2004	2003-2004	régression	
	Riz CM / Légumineuse volubile	2003-2004	2003-2004	régression	
	Maïs + Légumineuse volubile	2000-2001	2003-2004	varié	
	Riz CM / vesce	2004-2005	2004-2005	en progrès	+++
	Système à base de stylosanthes	2005-2006	2005-2006	en progrès	
Système à base de brachiaria	2000-2001	2008-2009	quasi-nul		

Certains systèmes ont été facilement adoptés tandis que d'autres nécessitent des années d'acquis de « savoir » avant d'être adopté. Certains entre ces systèmes étaient déjà appropriés par les paysans. Le système « maïs + légumineuses volubiles » et le système à bas de stylosanthes ont été les systèmes les plus innovés sur *tanety*. Le système à base de vesce a été le système le plus modifié sur *baiboho* et RMME.

Les adaptations sur les « grands systèmes » préconisés et les itinéraires sont encore relativement marginales et peu d'adaptation par rapport au modèle préconisé ont été observées. Elles sont surtout liées (i) aux gestions de mauvaises herbes : récolte à la panicule de riz pluvial sur *tanety*, association de la dolique et niébé avec le maïs sur *tanety*, reconduit

du traitement de l'herbicide de prélevé sur les parcelles pérennisées en SCV sur *tanety*, (ii) aux objectifs des paysans : introduction de maïs dans le stylosanthes en première année, introduction de la culture de haricot dans la culture pure de vesce en contre saison (iii) et aux contraintes techniques : installation de l'itinéraire « arachide + stylosanthes » pour démarrer le système à base de stylosanthes sur *tanety*,... Les innovations paysannes observées ont été surtout sur les successions/rotations culturales.

Rendement moyen par systèmes de cultures sur *tanety* et *baiboho*.

Les tableaux ci-après synthétisent les rendements moyens par type de spéculation sur 5 à 6 campagnes successives par type de systèmes de culture sur *tanety* et sur 5 à 8 campagnes successives par grands type de systèmes sur *baiboho*.

Variation de rendement suivant le type de systèmes de culture sur *tanety* :

Système de culture	SC T1	SC T31	SC T32	SC T33	SC T34	SC T41	SC T42	SC T5	SC T6
Maïs (kg/ha)	2 454	2 748	2 591	2 436	2 618	2 484	2 455	2 564	2 000
Nombre d'observation ²²	90	7	12	6	4	16	24	25	1
Riz paddy (kg/ha)	2 622	2 191	2 888	3 600		2 715	2 286		3 066
Nombre d'observation	77	6	4	2		4	6		2
Arachide graine (kg/ha)		1 122	1 033	1 103	948				
Nombre d'observation		3	4	2	1				
Manioc frais (kg/ha)									14 200
Nombre d'observation									1
Production brute (Ar/ha)	1 256 658	1 147 359	1 207 599	1 256 381	1 095 458	1 245 380	1 188 044	1 256 448	3 397 250

Variation de rendement du riz pluvial par grand type et type de système sur *baiboho* :

Rendement du riz pluvial par système de culture (kg/ha)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système continu de « riz/ maraîchage sur paillage »	1 800	2 185	2 535	2 754	2 789	2 690	4 459	2 949
Nombre de parcelles	1	5	11	21	44	40	26	18
Système continu de « riz/ légumineuse volubile »			2 478	2 545	2 798	2 639	3 614	2 745
Nombre de parcelles			4	2	14	11	9	10
Systèmes continu de « riz/ maraîchage + vesce ou vesce en culture pure »				2 887	3 172	2 724	3 339	3 188
Nombre de parcelles				1	4	15	31	18

²² Nombre de rendement observé sur 5 à 6 campagnes successives. C'est différent au nombre de parcelle suivie car une parcelle peut avoir de 2 à 6 rendements d'une spéculation pour un type de système de culture étudié.

Rendement du riz pluvial par système de culture (kg/ha)	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Système de culture B3		2 150	3 040	2 640	3 136	2 666	4 308	6 140
Nombre de parcelles		1	1	5	3	5	3	4
Système de culture B4			2425	2577	2734	2039	2172	3042
Nombre de parcelles			1	5	7	7	2	6

CONCLUSION.

La reconstitution de l'historique des parcelles de plus de 3 ans en SCV montre des changements des pratiques paysannes, des adaptations et des innovations sur les systèmes SCV sur tout le niveau de toposéquence.

Sur tanety et bas de pente :

Le système sous couverture morte importée de *bozaka* (*Aristida*) et de paille de riz a été le premier système adopté sur *tanety*. A cause de son exigence en travail pour la fauche et le transport des mulch sur *tanety*, de 30 à 50 hj/ha, et/ou le coût de botte de *bozaka*, de 60 000 à 120 000 Ar/ha entre 2002-2003 et 2004-2005, ce système a été quasiment abandonné lors de la campagne 2005-2006 au profit du système à base de maïs associé aux légumineuses volubiles par son installation facile. Malgré une diversification des systèmes installés sur *tanety*, les agriculteurs se sont orientés progressivement vers le système extensif et le système à base de stylosanthes depuis la campagne 2008-2009.

Plusieurs systèmes de culture innovants avec production de culture pluviale continue ont été identifiés sur *tanety* (5) et bas de pente (4). Les systèmes de culture recensés ont été classifiés suivant leur importance en surface. La rotation biennale « maïs + légumineuses volubiles // riz pluviale » (SC T1), le système de culture préconisé, a été le plus adopté sur *tanety*. Le système introduisant l'itinéraire manioc associé au stylosanthes à cycle long dans le système de culture préconisé (SC T6) est largement rentable par rapport aux autres systèmes de culture sur *tanety* grâce à la récolte du manioc, mais cette innovation reste encore marginale. Par contre, la rotation triennale de « maïs + légumineuses volubiles // maïs + légumineuses volubiles // riz pluvial » (SC BP2) est le système de culture le plus performant sur les sols riches des bas de pente. Le système introduisant la culture d'arachide dans la rotation standard (SC BP1) a été le système de culture le plus développé.

Sur baiboho et RMME :

Les adaptations paysannes sur *baiboho* et RMME sont surtout centrées sur l'ajustement et réorganisation des systèmes permettant de produire annuellement du riz en saison et de biomasse et des cultures maraîchères en contre saison. Une tendance marquée de l'adoption des systèmes à base de vesce a été identifiées vers la campagne 2006-2007: du système à base de paillage à systèmes à base de vesce (SC B1 et SC RMM1).

La rotation intra-annuelle « riz pluvial / maraîchage + vesce » est le plus performant par rapport aux autres grands systèmes préconisés sur *baiboho* et certaines RMME.

La durabilité des systèmes de culture est vérifiée sur 5 à 6 campagnes successives compte tenu des variations aléatoires de pluviométrie et malgré la baisse tendancielle des apports en fumure organique et minérale sur *tanety*. Les rendements de riz pluvial (rendement moyen de 2555 ± 296 kg/ha dans la ZNE et 2694 ± 622 kg/ha dans la VSE) et de maïs (rendement moyen de 2499 ± 146 kg/ha dans la ZNE, 2576 ± 318 kg/ha) sont stables sur *tanety* quelque soit le type de système de culture. Ce qui semble confirmer globalement l'hypothèse de régularité des productions par effet tampon des variations climatiques et des variations d'apport en élément fertilisant avec les techniques SCV.

Par contre l'introduction des systèmes SCV au niveau d'exploitation n'est pas de même ampleur. Le dynamisme des exploitations agricoles a été mesuré par (i) l'évolution dans le temps et dans l'espace des surfaces mises en valeurs en SCV, (ii) le pourcentage des surfaces en SCV par rapport surfaces totales potentiellement cultivables en SCV au niveau de l'exploitation, (iii) la part des surfaces en SCV par rapport aux surfaces totales cultivées et (iv) les stratégies des paysans. Sept types de comportement des paysans adoptants ont été identifiés. Le dynamisme d'adoption des systèmes SCV est inversement proportionnel à l'accès aux surfaces irriguées, l'accès à la traction attelée et/ou mécanisé. L'inaccessibilité d'appui au crédit agricole et l'environnement géographique sont les deux variables non-structurelles les plus déterminants du dynamisme d'adoption des techniques SCV des paysans. Les pratiques paysannes sur les parcelles pérennisées sont liées au dynamisme d'adoption des systèmes SCV. Les systèmes préconisés sont plus modifiés pour les exploitations les moins « dynamiques » ou jugées comme telles par le projet en regard à leur adoption ou non des systèmes SCV.

Les innovations paysannes prouvées durables peuvent être diffusées à grande échelle. Pour une adoption pérenne des systèmes SCV au niveau des paysans au Lac Alaotra, les contraintes et les facteurs de blocage à court et à moyen terme doivent clairement identifiés pour adapter les systèmes à leurs contraintes incluant la prise en compte des modifications paysannes sur les systèmes initialement préconisés. La création d'un environnement socio-économique favorable s'avère indispensable pour qu'il y ait un mécanisme de la continuation d'adoption à long terme des techniques SCV avec en particulier un effort sur la structuration paysanne et

l'animation au sein des GSD (Groupement Semi Direct) par le biais du conseil de gestion, incluant le conseil technique. L'élargissement des échanges entre opérateurs/paysans et paysans/paysans devrait à terme pouvoir favoriser la diffusion latérale des techniques SCV qui reste actuellement extrêmement limitée.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

ANDRIANJAKA F. T. 2008. Etude des séries évolutives des systèmes agraires en relation avec les changements climatiques dans la région d'Ambatondrazaka. *Mémoire de fin d'étude, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département agriculture, Madagascar* 90 p.

ANDRI-KO. 2010. Evaluation de la production agricole par le sondage de rendement, pour la campagne 2008-2009, dans la région Lac Alaotra, lot n°2, estimation des productions des cultures pluviales en Semis direct sous Couverture Végétale et Rizières à Irrigation Aléatoire (RIA). *Rapport de sondage de rendement, campagne 2008-2009*, 108 p.

BRL Madagascar. 2003-2004 à 2005-2006. Diffusion des techniques de Semis direct sur Couverture végétale, Zone des Vallées du Sud-Est et d'Imamba Ivakaka. *Rapport de campagne saison*, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra.

BURESI J. M. 2006. Mission pour l'évaluation de la diffusion des SCV par les membres du GSDM. *Rapport de mission Madagascar, Evaluation diffusion GSDM-09/2006*. 43 p.

BVLac II. 2008. Terme de référence BRL Madagascar. *Document de travail BVLac*. 46 p.

CHABIERSKI S. et al. 2005. Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agro-écologiques au lac Alaotra. *Communication au IIIème congrès mondial Conservation Agriculture : Linking Production, Livelihoods and Conservation, 3 au 7 octobre 2005, Nairobi, Kenya*, 8p.

CHARPENTIER H. et al. 2001. Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. *Rapport de campagne 2000-2001 et synthèse des 3 années du projet*. p.12 à p.59.

CHARPENTIER H. et al., 1999. Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar. *Rapport de campagne saison 1998-1999, TAFE, Madagascar* 103 p.

CHARPENTIER H. et al., 2000. Rapport de campagne 1999-2000. *Rapport de campagne 1999- 2000, Projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar, TAFE Ambatondrazaka, Madagascar* 123 p.

CIRAD, CRET. 2002 ; Le Mémento de l'Agronome.

DEMERINGO H. 2005. Les techniques rizicoles au Lac Alaotra à Madagascar: analyses et propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture sous couvert végétal hors périmètre irrigué. *Mémoire de fin d'étude en Diplôme d'Etude Supérieure Spécialisé en Gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale* 80 p. + annexes.

DEVEZE JC. 2007. Evolution des agricultures familiales du Lac Alaotra, Madagascar. 13 p.

Direction Régionale de Développement Rural, 2008. Monographie de la région Alaotra Mangoro. *Plan Régional de Développement*, 73 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2009 ; Quand les *tanety* rejoignent les rizières au lac Alaotra : diversification et innovation sur les zones exondées dans un contexte foncier de plus en plus saturé, *Regional workshop on conservation agriculture, CIRAD/AFD, Phonsavan Xieng Khouang Laos PDR*, 31p.

DOMAS R., RAVONINJATOVO J. M. 2009. Projet de développement agricole incluant la diffusion des techniques agro-écologiques, Lot 2: Zone Nord Est. *Rapport de campagne saison 2008-2009, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra Phase II, BRL Ambatondrazaka, Madagascar* 66 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2007-2008 à 2009-2010. Diffusion des techniques de Semis direct sur Couverture Végétale, Zone de Vallée du Sud-Est, Imamba-Ivakaka et Rive Est. *Rapport de campagne saison, Projet de mise en valeur et de protection des Bassins Versants au Lac Alaotra, BRL Ambatondrazaka, Madagascar* 83 p.

DOMAS R., ANDRIAMALALA H. 2008. Bilan sur les activités entreprises par BRL au cours de la première phase du projet BV-Lac. Quelles perspectives à court et moyen terme ? *Document de travail n°11, BRL/ Projet BV-Lac*, 18p.

DURAND C., NAVE S. 2007. Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et *tanety*. Etudes des dynamiques agraires et stratégies des paysans dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra. *Rapport de stage ESAT 1, IRC SupAgro, Montpellier* 121 p. + Annexes.

FABRE J. 2011. Evaluation technico-économique des effets systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du Lac Alaotra, Madagascar. *Mémoire de fin d'étude, Institut des Régions Chaudes, Montpellier SUPAGRO*. 97 p, + annexes.

FAO. 2000. L'historique des interventions et politiques sur la filière riz, *article*. 1 p.

GROSCLAUDE J. Y. et al. 2006. Le semis direct sur couverture végétale permanente, une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud. *Dossier AFD/CIRAD*. 29 p.

HUSSON O. et al. 2009. Le choix des cultures, associations et successions adaptées aux contraintes agro-climatiques. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume II. Chapitre 1*. 24 p.

- MARTIN. J. E. 2004. Etude économique des effets obtenus par l'adoption des techniques agro-écologiques. *Rapport de stage à l'ENGREF 2004*. 16 p.
- OLIVIER D. 2000. Analyse de l'adoption du système de culture avec semis direct sous couverture végétale au Lac Alaotra, à Madagascar. *Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse*. 94 p.
- PENOT E. 2008. Bilan synthétique des activités menées 2003-2008, BVLac I. *Document de travail BVLac I*, 7 p.
- PENOT E. 2007. Mise en place de réseau de fermes de références avec les opérateurs du projet, BV Lac, Lac Alaotra. Document de travail BVLac 40 p.
- PENOT E. 2009. Des savoirs aux savoirs faire: l'innovation alimente un front pionnier, le lac Alaotra de 1897 à nos jours. *Document de travail BVLac N°27* 37 p.
- PENOT E., ANDRIATSITOHAINA R. 2010. Savoirs, pratiques et changement de paradigme: de l'agriculture irriguée à la colonisation des *tanety*. Mythe, espoirs et réalités pour un développement durable au Lac Alaotra. *Communication Innovation and sustainable development in agriculture and food, 28 juin-1 juillet 2010, France, Montpellier* 12 p.
- RABEZANDRINA R. 2000. Manuel de pédologie Malagasy. *Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département agriculture, Antananarivo, Madagascar*. 68 p.
- RAKOTONDRAMBOLA V. Mai 2007. Bilan critique des quinze années de construction des systèmes de culture sur couverture végétale à Madagascar, rôle de l'ONG Tafa. *Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département Agro-mangement*. 55 p + annexes.
- SEGUY L. et al. 2009. Principe et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente. *Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume 1. Chapitre 1*. 31 p.
- BVLac I. 2006. Protection des bassins versants : des résultats probants et intégré dans le Lac Alaotra. *La gazette de la grande Ile, article paru le 16/06/2006*. http://www.lagazette-dgi.info/index.php?option=com_content&task=view&id=8940&Itemid=27.
- CIRAD. 2010. Groupement semi-direct de Madagascar : les 15 membres du GSDM, <http://www.cirad.mg/fr/anx/gsdm.php>. mars 2011.
- CIRAD. 2010. Unité de recherche en partenariat "Systèmes de culture et rizicultures durables" http://www.cirad.mg/?pg1=urp_scid. mars 2011.
- FOFIFA. 2010. Pôles de compétence et partenariat sur les « Systèmes de culture et rizicultures durables » (PCP / SCRID). http://www.fofifa.mg/pcp_scid.htm. mars 2011.