



Rôle et place du riz pluvial dans les exploitations du lac Alaotra

E. Penot, R. Domas, H. Andriamalala, P. Hyac, B. Dupin, C. Durand, S. Nave, T. H. Rabenandro, J. Rasolomanjaka

► To cite this version:

E. Penot, R. Domas, H. Andriamalala, P. Hyac, B. Dupin, et al.. Rôle et place du riz pluvial dans les exploitations du lac Alaotra. Atelier national sur la recherche et le développement du riz pluvial à Madagascar, Oct 2009, Madagascar. pp.54-60. cirad-00768200

HAL Id: cirad-00768200

<https://hal.science/cirad-00768200>

Submitted on 21 Dec 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ATELIER NATIONALE SUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DU RIZ PLUVIAL A MADAGASCAR

Organisé par

Le FOFIFA, le CIRAD et l'Université d'Antananarivo

*Dans le cadre de l'Unité de Recherche en Partenariat
Sur les Systèmes de culture et Rizicultures durables (URP/SCRiD)*

Rôle et place du riz pluvial dans les exploitations du lac Alaotra.

14 et 15 OCTOBRE 2009

ANTSIRABE

Place et rôle du riz pluvial dans les systèmes de production du lac Alaotra .

E. Penot, CIRAD, UMR innovation/URP SCRID (penot@cirad.fr),

R. Domas, BRL/Madagascar (raphael.domas@gmail.com),

H. Andriamalala, BRL/Madagascar (brlato@moov.mg),

P Hyac, AVSF/Madagascar, (p.hyac@avsf.org)

B Dupin, AVSF/Madagascar, (b.dupin@avsf.org)

C. Durand, Agroparistech, (claire.durand34@gmail.com)

S; Nave, Agroparistech, (stefanienave@hotmail.fr)

T Heriniaina Rabenandro, AVSF/Madagascar

J Rasolomanjaka, GSDM/Madagascar.

Résumé

La région de l'Alaotra repose sur un plateau situé à 750 mètres d'altitude avec au cœur de la plaine le lac Alaotra. La surface cultivée en riziculture est estimée à 148 500 ha en 2000 (FAO/UPDR, 2000), dont 75-80 000 ha dans la cuvette du Lac et plus de 65-70 000 ha au sud et dans les zones en périphérie, qui constitue 10% de la surface rizicole nationale pour seulement 4% des riziculteurs malgaches. Cette région réalise 33% de la valeur ajoutée de l'ensemble de la filière nationale et 15% de la richesse générée par le secteur riz. Le climat irrégulier constitue une contrainte majeure pour tous les agriculteurs du lac Alaotra. Les relations agriculture-élevage sont au cœur de la problématique de développement et d'évolution des exploitations agricoles. Ainsi, avec la saturation des rizières irrigables ou à Mauvaise Maîtrise de l'Eau (RMME), la colonisation agricole des *tanety* anciennement dévolus aux pâturages extensifs depuis les années 1980 s'est accélérer, induisant la perturbation des activités d'élevage bovin traditionnel extensif à objectif de capitalisation qui évoluent aujourd'hui vers un élevage productif (embouche et production laitière) ou de trait.

Le diagnostic réalisé en 2007 a mis en évidence 7 types d'exploitations agricoles différents. Les différents systèmes de riziculture pluviale se retrouvent sur les plateaux sommitaux et les pentes des collines (en rotation jachère culture sur les sols très pauvres), les bas de pente et les *baiboho*, en rotation avec d'autres cultures pluviales (maïs, manioc, pois de terre...) avec ou sans jachère, ou en système SCV depuis leur introduction au début des années 2000. L'introduction de variétés composites poly-aptitudes de type Sebota a pu lever une contrainte majeure des zones ni totalement irriguées ni totalement pluviales mais intermédiaires dans les RMME (riziculture pluviale partiellement irriguée, selon l'accès à l'eau et les caractéristiques climatiques de la saison), Les systèmes SCV mis au point sur *baiboho* avec des successions culturales de type riz de saison / haricot de contre saison - maïs de saison ou riz de saison puis vesce de contre saison associée ou non à des cultures maraîchères montrent également un niveau de production et de sécurité par rapport aux aléas climatiques très proche voire supérieurs à ceux obtenus en riziculture irriguée. La part du riz pluvial dans la formation du revenu et la sécurité alimentaire a été analysée pour chaque type d'exploitation et varie de 20 à 30 % du revenu riz total (avant autoconsommation), et se révèle croissante en fonction du rapport *tanety* / rizière dans l'exploitation. Ainsi, sur certaines zones, le riz pluvial semble avoir de beaux jours devant lui.

Mots clés : Riz pluvial, exploitation agricoles, lac Alaotra, SCV, riz poly-aptitudes.

Place et rôle du riz pluvial dans les systèmes de production du lac Alaotra

Introduction : une région dominée par le riz.

La région de l'Alaotra repose sur un plateau situé à 750 mètres d'altitude avec au cœur de la plaine le lac Alaotra (200 km² en période d'été). En périphérie, on retrouve des zones naturelles plus ou moins exploitées composées de marais et marécages.

Les zones agricoles se composent de rizières inondables en bordure de Lac, de rizières à irrigation contrôlée puis de zones à irrigation aléatoire et enfin pluviales notamment au piémont des collines. En périphérie, une auréole de collines peu à peu cultivées (*tanety*) constituée de massifs latéritiques forme les bassins versants de la dépression. Ces reliefs de bordure délimitent la région et couvrent une surface d'environ 7000 km². A l'Est, les points culminants dépassent les 1500 m (sommet de l'Ankaraoka) tandis que du côté Ouest, les crêtes alignées le long de la faille de l'Angavo n'atteignent pas les 1400 m.

La surface cultivée en riziculture est estimée à 148 500 ha en 2000 (enquête FAO/UPDR ; 2000), dont 75 à 80 000 ha dans la cuvette du Lac et plus de 65 à 70 000 ha au sud et dans les zones en périphérie, ce qui constitue 10% de la surface rizicole nationale pour seulement 4% des riziculteurs malgaches. Cette région réalise 33% de la valeur ajoutée de l'ensemble de la filière nationale et 15% de la richesse générée par le secteur riz. La région se distingue de l'ensemble de la filière nationale avec des rendements moyens en riz qui dépassent de 25% la moyenne nationale (1902 kg/ha) avec 2632 kg/ha pour le riz aquatique¹ (derrière les Hauts plateaux à 3200 kg/ha), (FAO, 2000).

La surface rizicole par exploitation est 2,3 fois supérieure à la moyenne nationale (0,84 ha). 48% des paysans signalent la rareté des terres aménageables ce qui montre un niveau élevé de saturation foncière. La productivité du travail est la plus forte du pays avec 27,2 kg de paddy / jour contre 11,4 kg en moyenne nationale (tableau 1). A l'opposé, les Hauts Plateaux sont plus axés sur une stratégie de maximisation des rendements au détriment de la valorisation du travail familial. La région Alaotra- Mangoro² est la seconde région après les Hauts plateaux par le volume de riz local commercialisé hors zone de production avec 124 000 tonnes, ce qui en fait le premier fournisseur national approvisionnant 70% du volume de riz local commercialisé entre les différentes régions de Madagascar (177 à 178 000 tonnes).

La riziculture irriguée est importante au Lac (54% des surfaces de la région) et très performante avec en moyenne un rendement de 4460 kg /ha sur le lac Alaotra (FAO, 2000).

¹ On définit par riz aquatique les riz irrigués , en RMME et de décrue/

² La région Alaotra Mangoro est vaste. Le contexte de la zone du lac Alaotra et de la vallée de Moramanga sont différents mais il n'existe pas a notre connaissance de statistiques précises sur le lac seulement

Tableau 1 : principales caractéristiques de la filière riz au lac Alaotra

	Lac Alaotra	National
Paddy produit (tonnes)	353 893	2 782 000
% du vol. national	13%	100%
Surface en riz	148 544	1 450 319
% de la superficie. nationale	10%	100%
Nombre d'exploitations	76 017	1 721 310
% de l'ensemble national. des exploitations rizicoles	4%	100%
Rendement Moyen (kg/ha)	2 429	1 918
Surface par exploitation (ha)	1,95	0,84
Production par exploitation (tonnes)	4,75	1,62
Quantité moyenne de paddy produit /jour de travail (kg)	26,9	11,5
Volume de riz commercialisé par les producteurs	153 241	524 000
% du volume national de riz local commercialisé	29%	100%
Volume de riz vendu au détail (tonnes)	26 236	708 000
Degré de couverture des besoins du marché	584%	74%
Nombre d'autres opérateurs	4 874	31 160

1 La diversité des milieux au lac Alaotra

Comme le souligne A. Teyssier en 1994, « Compte tenu d'une pluviométrie caractérisée par l'irrégularité et de sols faiblement structurés sur les reliefs, les conditions propices au développement de phénomènes érosifs de surface sont réunis ». Deux phénomènes d'érosion co-existent ; le premier concerne le ruissellement superficiel ; le second, prend la forme de figures d'érosion d'envergure spectaculaire portant le nom de lavaka³. Les systèmes de culture traditionnels sur *tanety* accentuent les processus d'érosion et l'ensablement des plaines et des réseaux d'irrigation La région est (faiblement boisée) et de nombreux sommets de colline sont dégradés par les passages répétés des animaux.

Les cultures sur *tanety* sont donc le plus souvent mises en place sur des sols dégradés ou compactés. Lutte anti-érosive et techniques culturelles adaptées pour une exploitation durable sont donc des priorités pour garantir un usage non minier à moyen terme de ces terres.

Concernant les cultures pluviales, le climat irrégulier constitue une contrainte majeure pour tous les agriculteurs du lac Alaotra. C'est un des premiers facteurs de risque évoqué par les paysans. Chaque année, il faut adapter les calendriers en fonction du temps (par exemple, sur les zones a irrigation non contrôlée, le repiquage du riz est impossible avant l'arrivée des premières pluies permettant la mise en boue des rizières). En cours de cycle, une inondation ou une sécheresse prolongée peuvent faire chuter les rendements et peuvent même conduire à la perte de toute la production. Une sécheresse prolongée a également des conséquences sur les troupeaux. Suite à la saturation des terres irrigables et à irrigation aléatoire, la colonisation agricoles des terres de *tanety* depuis les années 1980 placent les relations agriculture-élevage au cœur de la problématique de développement avec notamment la transformation d'un élevage bovin traditionnel extensif à objectif de capitalisation en élevage productif ou de trait (voir tableau 1). La figure 1 montre le transect et les toposéquences au lac Alaotra.

³ Signifiant « trou » en malgache

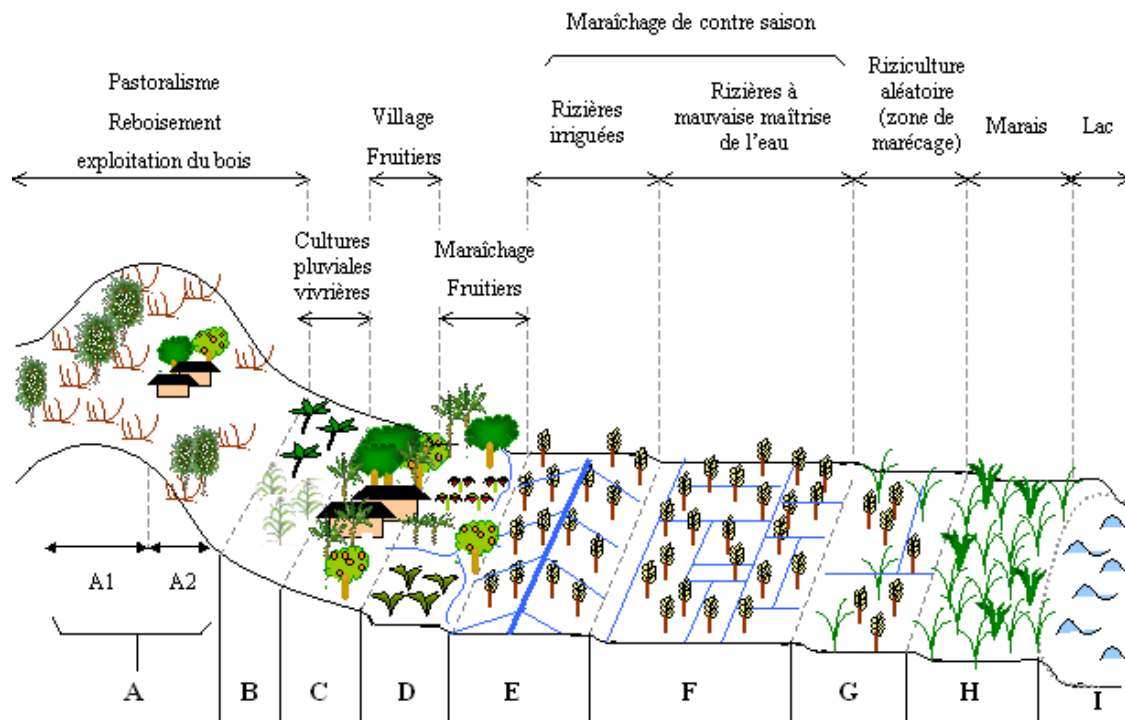


Figure 1 : Les toposéquences au lac Alaotra

L'unité A englobe ce que nous appellerons *tanety*⁴. **L'unité B** correspond au piémont des fruitiers et quelques rares jardins de case sont exploités. **L'unité D** se situe parfois à proximité directe du village avec des sols alluvionnaires nommés *baiboho*. (le plus souvent avec des cultures maraîchères en contre-saison). Les *baiboho* sont des unités de paysage à très fortes potentialités où les sols restent humides en saison sèche du fait de fortes remontées capillaires de l'eau de la nappe phréatique peu profonde. Le riz pluvial est potentiellement cultivé sur les unités A à D. **L'unité E** représente les zones cultivées en riz irrigué (*tanimbary*) dans lesquelles les agriculteurs parviennent à maîtriser l'eau correctement (*tsara rano* : bonne eau). **L'unité F**, bien que visuellement très proche de la précédente, s'en distingue sur un point fondamental : il est difficile voire impossible de contrôler l'eau à certains moments de l'année (rizières dites RMME rizières à mauvaise maîtrise de l'eau) ; « *sarodrano* ». Le riz pluvial et irrigué est également très utilisé dans ces zones en particulier les variétés polyaptitudes. **Les unités G et H sont des zones de marécage** appelée *zetra* ou la partie G peut être éventuellement cultivée en riz de saison froide ou de décrue.

Zone A : village et cultures pluviales de *tanety*, Zone B = bas de pente

Zone C = village et Zone D : et les cultures vivrières de *baiboho* (riz, manioc, maïs, etc....), maraîchage uniquement en CS

Zone E : RMME hautes (c'est leur position)

Zone F : zones irrigables

Zone G et H : RMME dites humides et zones de riz de décrue

Zone I : Zetra

Zone J : Lac

⁴ Les agriculteurs utilisent parfois le terme *tanety* en incluant les zones B de bas de pente, nous ferons systématiquement la distinction entre ces zones dont les systèmes de culture sont différents.

2 Evolution générale et typologie des exploitations agricoles

Trajectoires d'exploitation

Les mouvements de migrations et la croissance démographique ont eu un effet sur l'évolution des exploitations agricoles. C'est la pression foncière qui reste le moteur principal d'évolution des exploitations. Lorsque tous les espaces de rizières sont exploités, les nouveaux arrivants sont contraints d'exploiter progressivement les *tanety*. Ce phénomène n'est pas simultané dans tous les villages enquêtés dans la région du lac depuis 2007. Aux grandes et moyennes exploitations rizicoles, s'ajoutent alors des petites exploitations diversifiant les productions pluviales. N'étant plus autosuffisants en riz, ils cherchent à augmenter leurs sources de revenus. Ces petits agriculteurs mettent donc en place de nouvelles stratégies pour optimiser la mise en valeur de petites surfaces de *tanety* (systèmes de culture pluviaux, petit élevage...). De la même façon la croissance de population d'un village modifiera les types d'exploitation : les descendants d'une famille sont généralement nombreux et de génération en génération, les surfaces exploitées par les descendants sont de plus en plus petites (phénomène de morcellement).

La part de la riziculture extensive sur de grandes surfaces diminue au profit d'exploitations de plus petite surface adoptant un système de riziculture plus intensive, voire à des systèmes basés sur une priorisation des cultures pluviales. La figure 2 (Durand et Nave, 2007) et le tableau 2 (Penot et Garin, 2009) montre l'évolution des trajectoires d'exploitation depuis 1823). La riziculture a toujours été au centre des systèmes de production malgache. On estime que plus de 2 agriculteurs sur 3 sont directement impliqués dans la culture du riz (Devèse 2006). Si le riz constitue la base de l'alimentation malgache, il tient également une place importante dans les traditions, les coutumes, le langage... La période récolte du riz est importante socialement : elle déclenche des festivités et permet de resserrer les liens sociaux. Le riz, symbole social de richesse, est souvent décrit par les agriculteurs comme une culture sécurisante et irremplaçable, influençant les choix stratégiques des agriculteurs comme source majeure des revenus agricoles. Chaque année, plus de 100 000 ha de rizières, dont 10 à 15 000 bien irriguées et le reste en irrigation aléatoire (RMME : rizières à mauvaise maîtrise de l'eau.) sont cultivées au lac Alaotra ;.

Tableau 2 : Statistiques agricoles au Lac Alaotra de 1922 à nos jours (sources Garin 1998 à partir d'une synthèse bibliographique ; nos estimations pour 2009, Garin, Penot)

Variable	Année						
	1922	1943	1959	1973	1982	1989	2009
population totale estimée	45 000	44 000	111 100	170 000	269 000	357 000	> 700 000
Population agricole estimée	43 000	42 000	101 000	156 000	245 000	327 000	> 600 000
Nombre d'exploitations	8 000	8 000	17 000	27 200	43 900	52 000	?
Rizières irriguées ou à irrigation aléatoire (ha)	13 000	24 000	47 725	74 600	83 000	100 000	100-110 000
% rizières repiquées (« intensives »)	0		7	45-50	45-60	50-60	> 60 %
Cultures pluviales (ha)	3 250	7 000	11 870	9 800	11 000	12 000	>20 000
Cheptel naisseur	189 350		95 400	86 870	80 500	63 400	baisse constante
Bœufs de trait	100		26 444	65 000	82 500	92 000	?
Motoculteurs						13	> 4000
Rizières par exploitation (ha)	1.65	3.00	2.8	2.75	1.9	1.95	
Cultures. Sèches /exploitations (are)	41	88	70	36	25	23	

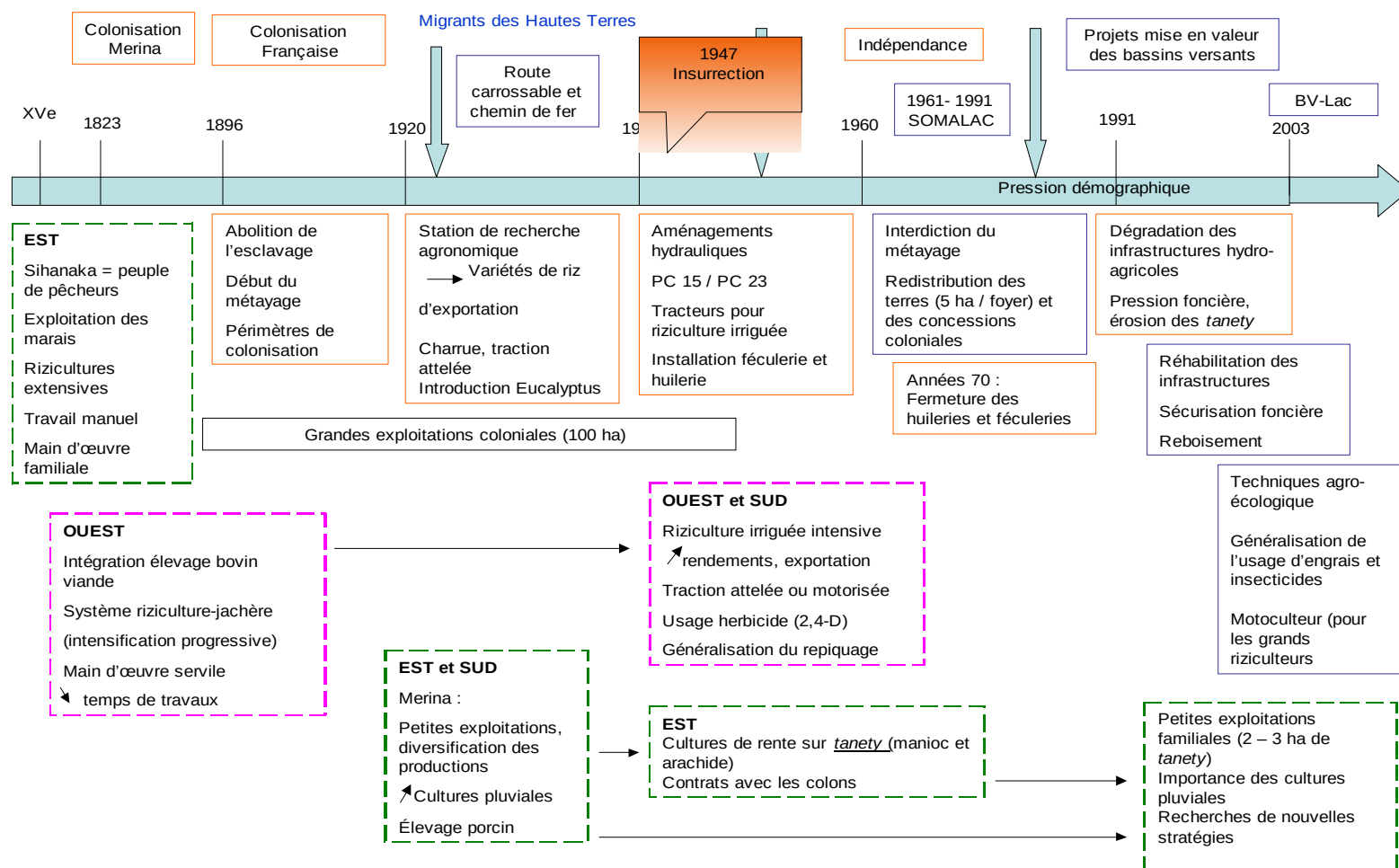


Figure 2 : trajectoires d'évolution des exploitations agricoles au lac Alaotra (Durand et Nave , 2007).

3 Typologie des exploitations agricoles

Le diagnostic réalisé en 2007 a mis en évidence 7 types d'exploitations agricoles (tableau 2). La figure 3 présente les indicateurs économiques principaux des exploitations et permet d'avoir une idée de la variation de revenu agricole entre les agriculteurs de la région.

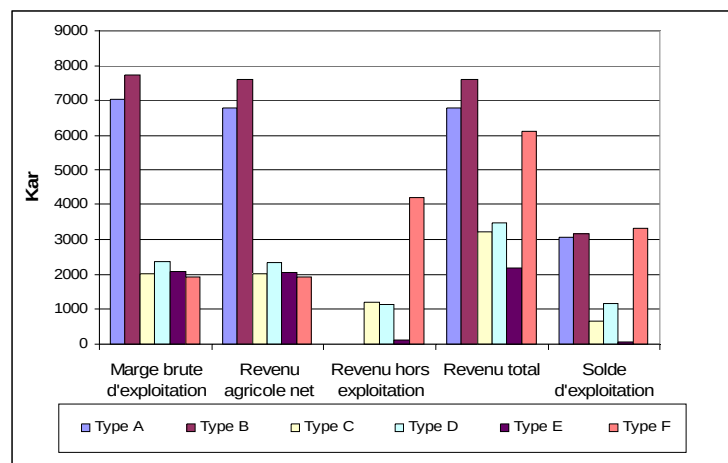


Figure 3 : principaux indicateurs économiques par type d'exploitation agricole au lac Alaotra, (Durand é Nave, 2007

Tableau 3 : synthèse sur la typologie

TYPES	CRITERE 1 : autosuffisance en riz lié aux types de rizières	CRITERE 2 : niveau de diversification avec d'autres productions	CRITERE 3 : type de main d'œuvre et activités off-farm
A : Grands riziculteurs	RI (5 ha) Autosuffisants en riz + vente	T (> 4 ha) Peu, voire pas cultivé Cultures extensives	MO temp > 300 H.j
B : Riziculteurs à rendements aléatoires	RMME décriue Autosuffisant en riz + vente	T/B (2-3 ha) : entièrement cultivés Moyennement intensif Objectif de vente	MO temp > 200 H.j
C : Autosuffisants exploitants les tanety	RI/RMME (2ha) Risque moyen Autosuffisant en riz	T/B (< 3ha) : entièrement cultivés Cultures intensives Objectif de vente	MO temp = 100 Off farm = services
D : Agriculteurs diversifiant leurs productions	RMME (1,5 ha) Risque ++ Autosuffisants (pas tous les ans)	T/B (1 à 2 ha) : entièrement cultivé Objectif de vente Élevage	MO temp = 100 Si 1 ha, off farm
E : Agriculteurs non autosuffisants, ouvriers agricoles	Peu ou pas de RI/RMME Risque +++ Non autosuffisants	T/B (< 1 ha) : Cultures très intensives Objectif de vente	MO temp = 0 Off farm = ouvrier agricole
F : Pêcheurs pratiquant l'agriculture	RMME (1 ha) Non autosuffisanst	T/B (< 0,5 ha) : Cultures intensives, vente et autoconsommation	MO temp = 0 Off farm = Pêche

G : Pêcheurs sans terre, sans activité agricole Susceptibles de devenir type F	Sans terre Non autosuffisants	Sans terre	Ouvriers agricoles : fournissent de la main d'œuvre aux autres types
---	----------------------------------	------------	---

4 .Les systèmes de culture à base de riz pluvial

Les différents types de rizières (identifiés en 2000)

Toutes les rizières ne présentent pas les mêmes caractéristiques. Il est possible de donner une classification des rizières, le principal critère de classification étant l'accès et le contrôle de l'eau. Voici les principales caractéristiques des rizières rencontrées au lac Alaotra :

- **les rizières irriguées** L'eau étant maîtrisée, les rendements sont plus faciles à maintenir et sont donc relativement constants ;
- **les rizières de décrue** : ces rizières sont constamment inondées pendant la période de culture classique (entre décembre et juillet).

Ces deux catégories sont cultivées avec des variétés de riz aquatiques.

- **les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau (RMME)** : ces rizières peuvent connaître des périodes de déficits hydriques plus ou moins importants et/ou à l'inverse, des périodes d'excès d'eau. Ces rizières n'ont en général pas bénéficié d'aménagement lourd ou bien ces aménagements se sont dégradés (entraînant une mauvaise redistribution des eaux d'irrigation, souvent due à un mauvais entretien du réseau hydrique ou à une mauvaise gestion du périmètre irrigué). On trouve différents niveaux de maîtrise de l'eau au sein des RMME allant de l'inondé au quasi pluvial en passant par une irrigation quasiment contrôlée. Les variétés poly-aptitudes pouvant être conduite sur un mode pluvial ou repiqué – irrigué sont particulièrement adaptées à ces situations caractérisées par le caractère fortement aléatoire de l'accès à l'eau (pluvial ou autre).

- **le riz pluvial** : le riz pluvial (ou riz de *tanety*) est cultivé sur les collines et dépend exclusivement des eaux de pluies. Le riz pluvial est longtemps resté marginal et apparu progressivement au lac avec l'augmentation de la pression foncière sur les rizières. Il est partie intégrante des rotations de système de culture pluviaux conventionnels ou sous couverture végétal (SCV).

- **Le riz de « tavy » ou culture sur défriche brulis** : Le riz de défriche brulis est également présent au Lac dans les zones périphériques et proches de la forêt et représente néanmoins 10 700 ha produisant 6660 tonnes de paddy avec un rendement moyen de 619 kg /ha (1 tonne/ha en première année puis chute brutale en seconde année, puis jachère) . Ce type de riziculture est peu développé dans la zone (régions forestières de Didy et Bedidy) et reste confinée à la frange Est de l'île.

On peut caractériser quatre systèmes de culture principaux en dehors du tavy et comparer leurs résultats avec la moyenne nationale (tableau 4) pour l'année 2000. Le riz irrigué amélioré domine les autres systèmes traditionnels. On notera ainsi que le Lac Alaotra présente les systèmes de culture les plus performants de Madagascar en termes rendement par jour de travail avec une moyenne régionale de 26,5 kg/ jour à comparer avec la moyenne nationale de 11,5 kg /jour de travail, expliquant partiellement la capacité régionale à approvisionner le marché.

Tableau 4 : rendements des systèmes rizicoles au lac Alaotra

Rendements en kg/ha	Hauts plateaux	Lac Alaotra	National
Riz aquatique traditionnel	3469	2790	2318
Riz aquatique amélioré	3915	3642	2563
Riz pluvial traditionnel	2649	2059	1510
Riz pluvial amélioré	2199	1898	1354

Performances en riz pluvial

Le Lac Alaotra, avec 1958 kg/ ha en 2000, arrive encore une fois en seconde position après les Hauts plateaux (2557 kg/ ha), avec des temps de travaux limités à 90 jours du fait de la traction et du labour attelé et de l'utilisation du 2,4 D pour le sarclage (412 hommes jours. sur les Hauts Plateaux en manuel) (tableau 4). Le Lac Alaotra fournit une illustration de la coexistence à Madagascar de deux rizicultures : i) une riziculture traditionnelle et assez performante qui privilégie le rendement et non la valorisation de la journée de travail (contexte de pression foncière énorme) et ii) une riziculture moderne avec une logique économique plus axée sur la rémunération du travail familial et le retour sur investissement où l'emploi d'intrants semble permettre de multiplier par 3,5 la productivité du travail et par 6 la marge brute par jour de travail familial (FAO, 2000) (tableau 5, monnaie en Fmg). On notera par ailleurs l'effort important de fertilisation réalisé sur le riz pluvial. Sur la région du Lac, 63% des surfaces de riz pluvial sont fertilisées (essentiellement en organique), soit plus que pour le riz irrigué (40%) d'après la FAO en 2000 (ce point reste à vérifier en 2009).

Tableau 5 : principaux résultats économiques par type de systèmes rizicoles (FAO, 2000).

	Rizièrè semi-direct	Rizièrè en Foule	Rizièrè SRA	Rizièrè SRI	Riz Pluvial	Riz Tavy
Rdt moyen (kg)	1 863	2 818	3 656	4274	1 958	619
Vol. net kg paddy / J trav.	39	31	38	18	20	3
Coût monét/kg net paddy	128	258	139	247	318	326
Marge brute /ha	1 340 674	1 796 772	2 806 440	2 875 248	1 090 074	343 116
Marge/ jour trav.fam.	74 482	78 121	70 161	23 376	29 461	2 079

En 2009, le riz pluvial est cultivé sur les collines sommitaux, les bas de pente et les baiboho, en rotation avec d'autres cultures pluviales (maïs, manioc, pois de terre...) et généralement sans jachère. Les variétés les plus utilisées sont B 22, IRAT, et Primavera... La plupart des agriculteurs enquêtés en 2007 sont encadrés par le projet BV- Lac et pratiquent le semis direct avec plantes de couverture (système riz pluvial de bas fond suivi de vesce ou maraîchage par exemple ou riz pluvial après maïs + légumineuse volubile). Les semences sont souvent traitées (mais mal du fait de doses non respectées) au Gaucho afin de lutter contre *Hétéronychus* sp., un insecte terricole. Une fertilisation est apportée au semis soit par poudrette de parc (de 2 à 5 T/ha) soit en engrais NPK (surtout pour les paysans encadrés par le projet) entre 50 et 150 kg/ha. Entre janvier et mars, deux sarclages sont réalisés (parfois intercalé avec des apports d'urée). La récolte se fait à partir de mars : les rendements sont très variables selon la technique utilisée.

Les agriculteurs tentent d'aménager du mieux possible les *tanety*. Le développement de systèmes durables sur ces collines implique des rotations incluant des céréales (maïs, riz pluvial) et des légumineuses (niébé, vigne unguiculata, arachide, haricot...), des tubercules au sens large du terme (pomme de terre, manioc), des plantes de services pour les systèmes SCV et éventuellement des pâturages temporaires ou du maraîchage de plein champ de saison. Le

riz pluvial s'inscrit donc dans des systèmes de culture pluriannuels. Le riz pluvial est très rarement cultivé plusieurs années du fait de l'enherbement, des maladies et de l'allélopathie du riz sur lui-même en culture pluviale. Le seul système où le riz pluvial est cultivé tous les ans est le système de type SCV basé sur riz et légumineuse volubile en contre-saison dans les baiboho et certaines RMME (zones proches de la nappe où les remontées capillaires permettent l'alimentation hydrique des plantes au cours de la contre-saison. Les rendements moyens tous types confondus sont de 3090 kg/ha en 2009 (tableau 8, Andriko, 2009).

Les cultures de contre saison

Mis à part le riz de décrue, il est théoriquement possible de faire des cultures de contre-saison quelque soit le type de sol si un accès à l'eau est permis. En pratique, on ne rencontre ces spéculations qu'en RMME ou sur baiboho. Les contre-saisons sont répandues dans certains villages (Ambohimiarina, axe Ambatondrazaka – Ambohitsilaozana, dans l'Est) et marginales dans d'autres (Maritampona dans l'Ouest). Ce sont le plus souvent des cultures maraîchères (tomate, aubergine, courgette, haricots...), cultivées dans une optique de vente, surtout dans les zones proches des villes importantes (Ambatondrazaka ou Amparafaravola). Le système riz suivi de haricot associé à la vesce en semis direct est particulièrement répandu.

Dans les zones les plus reculées (Morafeno, Ouest), des contre-saison de pommes de terre permettent de dégager un revenu conséquent et d'améliorer la trésorerie. Ces systèmes trop intensifs ont permis l'émergence et le développement de maladies très pénalisantes comme le mildiou. Dans la zone ouest de l'Imamba Ivakaka, quand l'irrigation est possible toute l'année (Ambatoharanana, Andriakely, Ambodimanga, ...) les paysans font du riz de contre saison avec des variétés locales (befaingo, manafimboa, ...) en août-septembre qui vont être suivi de riz de saison (repiqué en janvier-février avec du Dista).

Autres cultures pluviales en rotation avec le riz pluvial

Les cultures pluviales les plus fréquentes sur les bas de pente des *tanety* sont le maïs (qui est utilisé pour l'alimentation humaine et des volailles), le manioc (pour la période de soudure), les haricots (autoconsommation et vente), en rotation avec le riz, en particulier dans les systèmes SCV. Dans les zones de plaine, les *baiboho* sont mis en valeur sur de petites surfaces avec des cultures maraîchères (quelques carreaux) et des arbres fruitiers. L'objectif de ces cultures est soit l'autoconsommation, soit dégager un revenu supplémentaires pour les agriculteurs qui ne possèdent que très peu de rizières. Le pois de terre valorise bien les terres dégradées des plateaux sommitaux. La région du lac Alaotra présente grande diversité de systèmes de cultures et d'élevage. Les itinéraires techniques mis en oeuvre par différents agriculteurs pour une même culture sont relativement proches. Il existe des différences dans les doses d'intrants, les variétés de utilisées, les dates exactes de semis, mais ces différences sont faibles et ne sont pas le reflet de stratégies radicalement différentes.

Les RMME dites sèches (à dominante pluviale)

Beaucoup de RMME souffrent d'un déficit hydrique en début de saison des pluies (et/ou d'un excès d'eau ensuite). Il faut donc attendre les premières grosses précipitations pour mettre en boue et pouvoir repiquer. Le repiquage se fait généralement courant janvier, soit d'un à deux mois après le riz irrigué. Les risques de stress hydrique en cours de cycle sont importants et

les rendements sont très aléatoires : entre 2001 et 2006, on estime avoir eu 2 années moyennes (rendement 1 t/ha), une bonne année (rendement 3 t/ha) et 2 années sèches à rendement nul (SDMAD, TAFA, 2005). Compte tenu de ce risque, les agriculteurs ont plutôt tendance à moins investir en capital et en travail pour ces rizières (pas d'intrants chimiques, pas ou très peu de fumier, pas de sarclage...). Il est très fréquent de ne rien récolter sur ces rizières « loterie » que l'on rencontre surtout au Sud sur la rive Est du lac, surtout dans le cas des variétés traditionnelles irriguée photopériodique type Makalioka sont utilisées.

Certains agriculteurs (souvent ceux ne possédant pas beaucoup de rizières irriguées) ont choisi d'investir dans les RMME en utilisant des variétés sélectionnées poly-aptitudes et, éventuellement, des intrants. Les variétés poly-aptitudes d'origine brésilienne (SEBOTA ou FOFIFA) semblent être une réponse adaptée au caractère extrêmement aléatoire de ce type de riziculture. Les riz poly-aptitudes sont des riz ayant une souplesse d'utilisation très forte par rapport à la contrainte eau : ils peuvent commencer leur cycle en p)luvial et le terminer en irrigué et vice et versa (CIRAD, GSDM, SDMad et TAFA, 2005). Les agriculteurs exploitent des RMME situées également hors maille des périmètres irrigués ou installées dans les marais. Une partie seulement des RMME sont de type « sèches ».

De nouveaux savoirs hybrides ont débouché sur des pratiques nouvelles adaptées au caractère aléatoire et très varié des ces zones et sur une riziculture particulière où la gestion du risque est prioritaire (Penot et Garin, 2008). Le tableau 6 présente les rendements en SCV et celles avec travail du sol classique (labour charrue attelée) pour une très mauvaise année (2007/2008) où la vaste majorité des rizières n'ont pas produit. Les variétés Sebota en labour ont cependant permis de sauver une production minimale, associée à des pratiques culturales spécifiques (semis en sec et précoce), avec des rendements moyens de 1,9 t/ha (et une très forte variation), alors que les systèmes en SCV ne présentent cette année là qu'un rendement moyen que de l'ordre 1,2 t/ha (zone SD Mad). Paradoxalement, les rendements moyens obtenus en systèmes SCV en zone BRL étaient de 2595 kg / ha. Comparativement, en année favorable, les rendements sur labour sont de 2890 kg/ha et en systèmes SCV de 3300 Kg/ha avec une très forte réduction des aléas (données issues des bases de données parcelles BRL 2007/08 et 2008/09) (tableau 7).

Tableau 6 : rendements des variétés poly-aptitudes en SCV et travail du sol (campagne 2007-2008) Source ; Chabaud et al , 2009.

Mode d'installation	Nb de parcelles	Rdt moyen (kg/ha)	Rdt max (kg/ha)	Rdt min (kg/ha)	Ecartype	Coefficient de variation
Travail du sol	523	1872	7108	0	1071	57%
SCV année 1	10	1165	3000	0	1068	92%
SCV année 2	9	1297	2245	0	791	61%
Total général	542	1849	7108	0	1072	58%

Le faible nombre de parcelles encadrées en SCV dans la zone SDmad, ne peut pas permettre de tirer des conclusions sur ces techniques en RMME qui ont souffert de l'enherbement des parcelles, notamment en cas de mauvaise couverture, et en l'absence d'herbicide de pré-levée

sur labour (Chabaud et al, 2009). Les rendements en RMME sèches sont légèrement inférieurs aux RMME humides.

Tableau 7 : rendements de différentes variétés de riz selon le type de RMME au lac Alaotra en 2007/2008.

Type d'installation	Nb de parcelles	Rdt moyen (kg/ha)	Rdt max (kg/ha)	Rdt min (kg/ha)	Ecartype	Coefficient de variation
RIA sèche						
B 22	97	1826	3912	0	833	46%
Espadon	6	1842	3120	529	823	45%
F154	69	1629	5400	0	1136	70%
Primavera	66	1642	5259	0	986	60%
RIA mouillée						
Botamena	112	2493	7108	0	1282	51%
S 281	21	2196	3938	324	1001	46%
S 41	1	0	0	0	-	-
S 68	151	1568	4620	0	836	53%
S 69	4	985	1532	45	698	71%
S 70	15	1829	4176	102	1148	63%
Total général	542	1849	7108	0	1072	58%

Deux itinéraires techniques sont conseillés par SD-mad selon les conditions hydriques des parcelles, à savoir : i) le RMME avec repiquage, à privilégier selon les conditions hydrauliques car il génère des rendements nettement supérieurs pour des coûts de production inférieurs, et ii) les RMME avec semis à sec, que l'on ne proposera que lorsque les conditions hydriques de la parcelle ne sont pas favorables au repiquage (Chabaud et al, 2009) et qui s'apparente à du riz quasi pluvial.

Les résultats de la campagne de sondage des rendements pour la campagne 2008/2009 (Rapport Andriko, 2009, tableau 8), excellente année pour les RMME montre l'extrême variabilité des rendements d'une année sur l'autre : avec une moyenne de 3 t/ha en RMME tous types confondus et toujours une grande variabilité (rendements entre 970 et 5860 kg/ha). Paradoxalement, les rendements moyens obtenus en systèmes SCV en zone BRL étaient de 2595 kg / ha. Comparativement, en année favorable, les rendements sur labour sont de 2890 kg/ha et en systèmes SCV de 3300 Kg/ha avec une très forte réduction des aléas (données issues des bases de données parcelles BRL 2007/08 et 2008/09) (tableau 8). Ces données sont très proches de celles obtenues par la société Andriko lors du sondage de rendement 2009 et paraissent plus fiables.

L'avantage de récolter tôt implique d'une part des prix supérieurs et donc une marge brute accrue, et d'autre part, de pouvoir installer une contre-saison légumineuse ou de faire du maraîchage en primeur avec des créneaux rémunérateurs

Tableau 8 : rendements des variétés poly-aptitudes en système SCV ou travail (zone BRL) pour les campagnes 2007/08 et 2008/09

Mode d'installation	Nombre de Parcelles	Rdt Moyen (kg/ha)	Rdt Minimum (kg/ha)	Rdt Maximum (kg/ha)	Écartype	Coefficient de variation	VJT
Labour	49	2 737	101	5 000	886	32%	11 169
SCV Année 1	45	2 501	643	4 796	816	33%	10 160
SCV Année 2	14	2 601	1 538	5 027	996	38%	12 904
SCV Année 3	9	2 457	1 510	3 715	807	33%	11 228
Total	117	2 608	101	5 027	864	33%	10 990

Année 2007 – 2008

Mode d'installation	Nombre de Parcelles	Rdt Moyen (kg/ha)	Rdt Minimum (kg/ha)	Rdt Maximum (kg/ha)	Écartype	Coefficient de variation	VJT
Labour	304	2 884	160	4 850	977	34%	13 247
SCV Année 1	30	3 166	488	5 200	1 042	33%	16 702
SCV Année 2	21	3 312	2 350	4 314	508	15%	14 359
SCV Année 3	7	3 096	2 500	3 782	505	16%	13 081
SCV Année 4	5	4 268	2 731	6 000	1 545	36%	26 001
Total	367	2982	160	11200	1065	36%	13906

Année 2008 - 2009

Le tableau 9 présente les rendements obtenus par variété de riz utilisé et par type de RMME dans le cadre d'un sondage général sur les rendements autour du lac. Les rendements observés y sont plus proches de ceux observés en zone BRL..

Tableau 9 : sondage de rendements des systèmes rizicoles au lac Alaotra en 2009 pour le riz pluvial et les RMME

Sondage	RP	RMME
Nbre Plles sondées	107	49
Surfaces sondées (ha)	20	15
Superficie mise en valeur (ha)	541	232
Nbre de Parcelles Mises en valeur	2 219	495
Moyenne superficie des plles sondées	0,18	0,30
Rendement moyen estimé (kg/ha)	3 089	3 018
Rendement Maxi	6 160	5 864
Rendement Mini	606	973

Source : Andriko, 2009.

Evolution des trajectoires d'exploitation et importance accrue du riz pluvial

Le projet d'intensification des années 1980 (FOFIFA/CIRAD) et les autres projets (Projet Vallées du Sud Est...) ont tenté de développer des systèmes de cultures pluviaux performants sur les tanety (introduction de nouvelles variétés, traitement des semences, lutte anti-érosive, agroforesterie). Les années 90 ne connaîtront pas de changements importants dans le système agraire. Globalement, les surfaces exploitées augmentent (défriche du *zetra* ou des *tanety*), mais les façons de cultiver restent les mêmes. Le riz pluvial devient de plus en plus important pour ces villages n'ayant qu'un accès limité aux rizières de plaine. De nombreux villages de la rive Est ont connu une période de culture du manioc dans les années 1940/50 avec vente à des féculeries détenues par des colons. Le maïs et l'arachide étaient déjà cultivés (à petite échelle

et pour l'autoconsommation pour le maïs, à vocation industrielle pour l'arachide). Cette agriculture de rente va peu à peu prendre fin dans les années 1970 avec la fermeture des usines de féculerie. Au début des années 90, des épidémies de peste porcine africaine et de bilharziose génèrent des pertes telles que les agriculteurs préfèrent arrêter l'élevage porcin et réduisent fortement les cheptels de zébus (les familles conservent au maximum 2 ou 3 zébus). Les agriculteurs se concentrent alors sur le riz et cherchent à augmenter leurs surfaces en rizières.

Les enquêtes de caractérisation des exploitations en 2007 (Durand et Nave) puis 2008 (Terrier) nous ont permis de comprendre quelle était la place des systèmes de culture SCV et la place du riz dans ces systèmes. Le tableau 9 montre les stratégies autour du développement du riz pluvial et l'utilisation qui en est faite

Tableau 9 : Rôle du riz pluvial (Source : Duran et Nave , 2007)

Nombre de paysans enquêtes	%	
21	33	Ne produisent pas de riz pluvial
42	67	Produisent du riz pluvial
6	10	Vendent du riz pluvial
3	5	vendent du riz pluvial et dégagent une MB positive
3	5	vendent du riz pluvial et ne dégagent pas de MB positive
36	57	produisent mais ne vendent pas de riz pluvial (autoconsommation).

Les systèmes de culture en semis direct à couverture végétale (SCV).

Les SCV sont des systèmes de culture en semis direct sous couverture végétale permanente (morte ou vivante). Le non travail du sol développe l'activité biologique (micro et macrofaune,...). Cette couverture végétale est une protection permanente et totale du sol par une biomasse végétale (cultures principales, plantes associées, résidus de cultures, cultures en dérobé, plantes fourragères,...) que l'agriculteur doit gérer. Le semis direct se fait à travers le mulch (couverture morte ou vive). Les principaux systèmes actuellement diffusés et adoptés ont été décrits par Domas et al (2008). Les itinéraires techniques de type SCV proposés semblent répondre aux contraintes observées : nécessité d'une lutte anti érosive, maintien ou amélioration de la fertilité, diversification des productions (dont la production fourragère...). Une contrainte majeure concerne la tenure foncière. Les contrats de location ou métayage sont limités le plus souvent à une seule année limitant l'adoption potentielle des systèmes SCV aux seuls propriétaires ou locataires de terres ayant une stratégie à moyen terme

Ces systèmes doivent être bien adaptés à la situation socio-économique des agriculteurs qui privilégient une valorisation et un retour sur investissement rapide. Le projet BVlac (AFD) a axé une partie de ses activités de développement agricole sur la promotion de ces systèmes comme alternative aux systèmes traditionnels peu rémunérateurs et à tendance minière.

Le système basé sur les légumineuses volubiles (légumineuses volubiles comme la dolique ou les vigna unguiculata et umbellata) est proposé (et adopté) pour les paysans dont la fertilité du sol relativement riche permet la culture de maïs. Sur les sols plus pauvres, des systèmes à base de *Stylosanthes* sont proposés, soit en pur (culture fourragère), soit en association avec du pois de terre, de l'arachide ou du manioc, afin de rehausser la faible fertilité initiale du sol (le *stylosanthes* associe fixation de l'azote et amélioration de la structure du sol). Ceci permet alors une reprise en céréale deux à trois années plus tard. Les systèmes sur paillage sont de moins en moins adoptés sauf pour les cultures maraîchères. L'enherbement, par du *Brachiaria*

spp. est un autre type de couverture vive possible. Le *brachiaria* a une propriété restructurante du sol et remonte le taux de carbone du sol. Ce sont aussi des fourrages, riches en unités fourragères et en protéines.. Deux sont diffusées en 2009: le *Brachiaria ruziziensis* pour reprendre les parcelles en cultures vivrières (après deux ans environ), et le *Brachiaria brizantha* qui à long terme sert surtout de pâturages. L'utilisation de *Brachiaria* semble très adaptée en association, avec le manioc mais non adaptée avec le riz (effet de faim d'azote sur riz). Le riz pluvial ne peut être qu'une plante inscrite dans une rotation qui améliore la porosité et le contenu chimique des sols, notamment azoté. On constate d'ailleurs que dans une logique strictement SCV, le maïs est une plante bien plus souple, autorisant toutes sortes de combinaisons et d'associations que le riz pluvial qui est plus sensible à la compétition. On peut cependant l'associer avec du stylosanthes sans problèmes.

Les systèmes SCV sont réalisés sur les bas de pentes *tanety* et *baiboho*. Ils sont en général basés sur une rotation graminée / légumineuse. Les propriétés des sols que l'on retrouve sur la topographie sont différentes et on n'adoptera donc pas les mêmes systèmes (par exemple, les cultures de contre-saison ne sont pas possibles sur les bas de pente car elles n'ont pas accès à l'eau de la nappe contrairement aux cultures des zones de *baiboho*). Les systèmes les plus adoptés dans la région sont : i) sur les collines peu fertiles, les systèmes à base de stylo se développent rapidement malgré l'insuffisance de semences ii) sur bas de pente et collines plus fertiles, une année de maïs et dolique associés (ou maïs et niébé), suivi d'une année de riz. Ce qui permet un apport d'azote et de pouvoir à terme, limiter les apports extérieurs d'engrais et iii) sur *baiboho*, chaque année, la culture du riz est immédiatement suivie de cultures de contre-saison paillées (il s'agit souvent de cultures maraîchères et souvent de haricot) ou de légumineuses de couverture de développement en saison froide.

Les principaux systèmes de type SCV

Système SCV, maïs + légumineuses volubiles (dolique, niébé, *Vigna umbellata*, etc.) / Riz en rotation

La première année l'agriculteur sème un maïs en ligne, en association avec une légumineuse volubile qui constituera la plante de couverture. Le temps de semis en ligne, plus long que le semis traditionnel peut nécessiter jusqu'à 40 hommes/jour par hectare (avec la légumineuse). Les variétés de maïs diffusées sont les variétés IRAT 200, IRAT 112, CIRAD 412 ou OC 202. Au moment du semis du maïs, l'agriculteur apporte du NPK (il est recommandé 100 kg / ha mais la dose est souvent inférieure) et de l'urée en une fois (environ 50 kg) et très souvent de la poudrette de parc. Le niveau de fertilisation (NPK et urée) est déterminé selon les besoins de la parcelle et la trésorerie disponible et est décroissant d'année en année. Les semis de maïs et dolique (20 kg/ha de semences de maïs et 20 kg/ha de dolique) sont rarement espacés de plus de 15 jours. Après la récolte du maïs les cannes sont cassées et seront laissées sur le sol pour constituer une partie du mulch. Le maïs peut être soit séché sur pied soit séché après récolte. Il est difficile d'avoir une idée précise des temps de récolte du maïs. En effet, la période de récolte s'étale souvent sur un mois car c'est une culture avant tout autoconsommée et utilisée pour l'alimentation des volailles et porcs.

Globalement, la pratique du SCV permet d'augmenter les rendements, l'agriculteur peut donc vendre les surplus. La dolique mûrit plus tard, les graines peuvent être récoltées et sont parfois

vendues (700 Ar/kg) alors que les tiges et feuilles sont laissées sur la parcelle. La variété blanche de cette légumineuse est comestible, mais introduite très récemment, elle ne fait donc pas encore partie des habitudes alimentaires malgaches. L'échange ou le don de semence est une pratique très courante à Madagascar et peut être un moteur de diffusion spontané. Même si la dolique n'est que peu utilisée, les agriculteurs acceptent de la cultiver car ils la considèrent comme un « engrais gratuit » et espèrent augmenter les rendements des cultures suivantes. En culture traditionnelle extensive, le rendement du maïs est de 1 à 1,5 tonnes par hectare, il monte progressivement au fil des ans et peut aller jusqu'à 4 tonnes par hectare en SCV selon l'année d'adoption du système. Si la plante de couverture est le niébé et non la dolique, après la récolte qui a lieu en avril, le niébé est séché et battu à l'aide d'un bâton pour en récupérer les grains. Durant l'inter-saison les parcelles ne peuvent être pâturées par les zébus ou autres troupeaux et doivent donc être mises en défens physiquement ou par l'adoption de « *dina* » villageois (règles de bonne conduite).

C'est dès la deuxième année que le système a un intérêt. Lorsque la deuxième culture (riz) est mise en place, il n'y a plus de labour. À la place, la parcelle est éventuellement traitée au glyphosate (5 litres/hectare) pour éliminer les adventices résiduels. Le temps de travail est donc réduit (16 hommes.jour / ha pour un labour / hersage à la charrue, contre 1 homme.jour / hectare pour un traitement au glyphosate). Le riz pluvial (FOFIFA, B22, Primavera) est directement semé en ligne, à travers le mulch généré par la couverture vive. Bien qu'il existe des cannes planteuses (cannes tiko-tiko), ce semis se fait souvent grâce à une petite angady qui permet d'écarter le mulch et planter les semences dans le sol. Les semences sont fréquemment traitées au Gaucho et dans ce cas aucun autre insecticide ne sera utilisé. Il est possible qu'un ou deux sarclages manuels soient encore nécessaires la première année, en janvier et février. Mais le deuxième, voire le troisième sarclage manuel qui était effectué en culture traditionnelle n'est plus nécessaire grâce au mulch qui limite la pression des adventices. Dans tous les cas, la présence d'un mulch bien développé limite significativement les temps de sarclage. Une fois le riz récolté, il est battu à la main pour des petites surfaces, ou piétiné par des zébus. Les pailles sont récupérées et une partie permet de recouvrir la parcelle afin que le sol ne soit jamais nu jusqu'à la campagne suivante.

Système SCV, Riz + contre-saison

La date d'implantation du riz peut varier selon l'arrivée des premières pluies. La parcelle est labourée la première année, mais dès la deuxième année elle est traitée au glyphosate, uniquement si il y a présence d'adventices pérennes, pour préparer la parcelle avant un nouveau semis. Le riz pluvial (variété B22, FOFIFA, SEBOTA,...) est semé directement en ligne, à travers le mulch constitué des résidus des cultures précédentes. Certains agriculteurs pratiquent déjà le semis en ligne en culture traditionnelle. La parcelle est très fréquemment fertilisée avec de la poudrette de zébus (environ 4 t/ha) et du NPK (150 kg/ha). Selon l'épaisseur du mulch, ou l'intensité des pluies quelques adventices peuvent se développer et des sarclages peuvent être nécessaires, mais il s'agit de sarclages manuels très rapides. Après la récolte et le battage, les pailles de riz sont étalées sur la parcelle. Les rendements passent de 1 à 1,5 t/ha en culture traditionnelle à 2,7 t/ha en SCV. La culture principale peut être suivie d'une culture de contre-saison. La culture sera choisie selon l'objectif de l'agriculteur. Les légumineuses sont conseillées pour améliorer la fertilité des sols par restructuration et par apport d'azote, le maraîchage pour augmenter à court terme les revenus sur l'exploitation.

Le maraîchage se sème en ligne dans les résidus de riz pluvial précédemment récolté. Sur ce type de culture les traitements insecticides sont importants et commencent tôt, un mois environ après le semis. Ces systèmes sont de préférence initiés durant la contre-saison. Les enquêtes en 2008/2009 ont permis d'identifier 17 systèmes de type SCV à base de riz, en rotation avec maïs, niébé, haricot et dont les plantes de couverture sont principalement, la vesce, la dolique, le *Stylosanthes* et les brachiaria.

Adoption des systèmes SCV et stratégies paysannes

Proposer un système sans labour est intéressant pour les agriculteurs ne possédant pas de matériel avec une économie sur le coût de location du matériel ou d'embauche pour les travaux à façon (sarclages). Le coût de l'herbicide utilisé en 2007, le Glyphosate, est légèrement supérieure au coût du labour (30 000 Ariary / ha pour le labour contre 40 000 Ariary / ha pour un traitement au Glyphosate à 5 l/ha en 2007).

Le non respect des mises en défens pourrait entraîner des conflits entre éleveurs et agriculteurs. Pour les agriculteurs pratiquant l'élevage, le problème est moindre puisque le projet propose des systèmes basés sur des productions fourragères en association (manioc + *brachiaria*, manioc + *stylo*,...) pour une meilleure intégration agriculture-élevage. Le tableau 10 résume les systèmes possibles en fonction de la toposéquence.

Tableau 10 : Possibilités d'itinéraires applicables selon les milieux physiques

Type de sol	Niveau d'intensification	Types de systèmes
Sols de tanety moyennement riches	Tout niveau d'intensification	• Systèmes intensifs à base de céréales (rotation maïs + légumineuses / riz) • Systèmes extensifs à base de plantes fourragères ou sur flore spontanée
Sols de tanety pauvres	Niveau d'intensification faible	• Systèmes extensifs à base de plantes fourragères ou sur flore spontanée (riz sur jachère longue) • Mise en culture de légumineuses, notamment souterraines sur mulch ou flore spontanée
Sols de colluvions (exondés) ou sols d'alluvions sableux	Tout niveau d'intensification	• Systèmes intensifs à base de céréales (rotation maïs + légumineuses / riz) • Systèmes extensifs à base de plantes fourragères
Sols d'alluvions exondés	Niveau d'intensification fort	• Systèmes intensifs à base de céréales (rotation maïs + légumineuses / riz) • Systèmes intensifs rizicoles avec contre-saison (rotation riz / légumineuse ou maraîchage paillé de contre-saison) • Systèmes intensifs avec jachère d'un an de <i>stylosanthes</i>
RMME avec accès à l'eau en contre-saison	Niveau d'intensification variable selon le risque	• Systèmes intensifs rizicoles avec contre-saison (rotation riz / légumineuse ou maraîchage paillé)
RMME sans accès à l'eau en contre-saison	Niveau d'intensification variable selon le risque	• Systèmes intensifs rizicoles sans contre-saison • Systèmes avec jachère d'un an de <i>stylosanthes</i> (en cours d'essai)

Source : Domas et al , 2008

3 Innovation sur le riz pluvial et pratiques paysannes.

L'appropriation des techniques

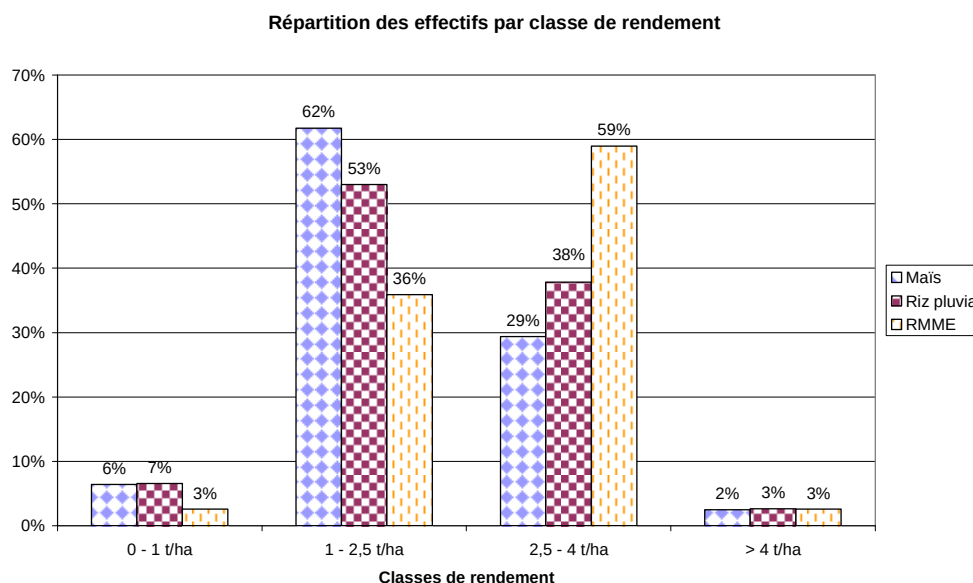
L'adoption de nouvelles techniques n'est en générale pas perçue comme un obstacle par les agriculteurs, bien formés et aidés des techniciens du projet BVlac, du moins dans la zone est et Sud du lac pour les SCV. Les systèmes fonctionnent bien tant que les agriculteurs sont encadrés mais qu'en sera-t-il à la fin du projet? Une partie importante des agriculteurs rencontrés sont encore dépendants de l'avis des techniciens. Les paysans ne se projettent pas et attendent systématiquement un conseil quant à la culture à mettre en place pour la prochaine campagne. Les analyses des itinéraires techniques des agriculteurs par les sessions API (séance d'analyse des résultats de campagne et d'auto-programmation appelée Accélération de la Propagation de l'Innovation mise au point par Belloncle, 2004) ont montré que certains d'entre eux ne comprennent pas entièrement la logique d'un système de culture SCV notamment sur la Rive Ouest (Flore St André, 2009). Des exploitants disent pratiquer le SCV alors qu'ils labourent leur parcelle chaque année ou ne laisse aucune couverture sur le sol. Intégrer un groupement de semis direct facilite l'accès au crédit. Ainsi beaucoup d'adoptants profitent de ces crédits pour acheter des intrants ou payer la main d'oeuvre préférentiellement pour les rizières (Enquete Rive Ouest sur des zones fortement irriguées).

Les effets du SCV sur les populations nuisibles, en particulier sur les insectes terricoles (comme *Heteronychus spp.*) sont encore mal connus et constitue un sujet de recherche prioritaire. Les résultats sur les effets positifs ou négatifs du SCV sont contradictoires et cela semble s'expliquer par la variabilité de la composition de l'entomofaune selon l'altitude et les conditions pédoclimatiques (rapport d'activité URP SCRID, 2001-2003). Les enquêtes et le fort taux d'utilisation des produits de traitement contre *Heteronychus spp.*, par exemple, rejette le problème à un niveau non prioritaire. La plupart utilisent des semences traitées au Gaucho (imidaclopride), mais souvent mal traitées à dose réduite ou n'ont pas suffisamment de connaissances sur les méthodes de lutte. La culture des céréales et du riz pluvial en particulier est très risquée sans traitement.

Productivité des systèmes à base de riz pluvial en 2007/2008

Ces résultats sont issus de sondages de rendements effectués sur l'ensemble des parcelles de riz et maïs chez l'opérateur BRL soit 1852 parcelles, sans distinguer les niveaux de toposéquence pour la campagne 2007/2008, RMME exceptées (graphique 3). Les résultats montrent des rendements corrects concernant les systèmes de culture à base de riz pluvial notamment, et ce malgré une saison des pluies très courte (de 60 à 75 jours). Sur RMME et baiboho, les variétés de riz de type SEBOTA atteignent de très bons niveaux de rendement. Le riz pluvial montre, lui aussi, des rendements satisfaisants alors que le maïs montre des rendements plus mitigés.

Graphique 3 : Répartition des effectifs par classes de rendements (maïs, riz pluvial et RMME), Domas & Andriamala, 2008



Les rendements minima, quant à eux, sont toujours plus faibles en labour qu'en SCV. Ces résultats mettent en évidence l'impact que peuvent avoir les SCV sur la gestion des aléas climatiques par leur effet tampon. Il sera à l'avenir intéressant de vérifier cette hypothèse forte et surtout capitale pour les producteurs étant donné le caractère aléatoire des pluies dans cette zone.

Productivité des systèmes par rapport à la toposéquence

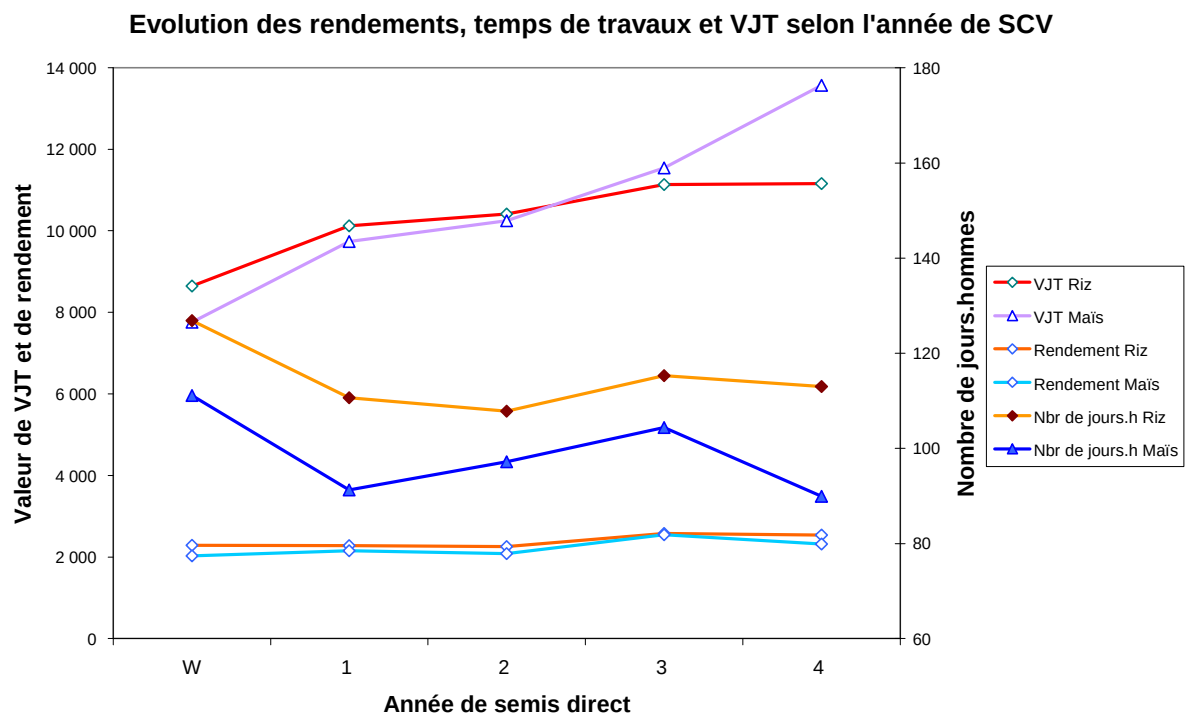
Les parcelles suivies par l'opérateur BRL sur la zone Est (Imerimandrosso) montre l'importance du riz pluvial et des productions obtenues en systèmes SCV. On observe, en moyenne, une grande différence de production entre les tanety et les parties basses (tableau 11); en effet, d'une part le potentiel chimique et hydrique des sols y est plus élevé, d'autre part, les paysans adaptent le niveau d'intensification sur leurs parcelles au niveau de risque, quasiment nul sur baiboho. Enfin, globalement, on observe de grande différence de résultats (écarts type importants) sur tous systèmes, conséquence de l'hétérogénéité des itinéraires techniques (niveau de fertilisation, désherbages, etc.).

Tableau 11 : Présentation des résultats globaux en fonction de la culture principale, du niveau de toposéquence et du système de culture, et de l'année d'ancienneté en SCV (indépendamment des variétés et niveaux de fertilisation)

Saison 2007 – 2008			Parcelle: Année d'ancienneté en SCV						
Culture principale	Topo-séquence		W	1	2	3	4	5	Total
Maïs	Tanety	Rendement	1 984	2 050	2 142	2 547	2 917		2 055
		Nombre de parcelles	163	57	56	12	1		289
	Bas de pente	Rendement	2 247	2 211	1 444	2 098			2 075
		Nombre de parcelles	22	5	8	4			39
	Baiboho	Rendement	2 096	2 481	2 322	3 488	1 723		2 247
		Nombre de parcelles	45	18	9	2	1		75
Moyenne de Rendement en Maïs			2 031	2 157	2 088	2 552	2 320		2 093
Nombre de parcelles de Maïs			230	80	73	18	2		403

Riz	Tanety	Rendement	1 947	1 778	1 850	2 657	4 032	1 927	
		Nombre de parcelles	232	60	47	8	1	348	
	Bas de pente	Rendement	2 156	1 817	2 402	1 862	1 690	2 110	
		Nombre de parcelles	71	19	11	2	1	104	
	Baiboho	Rendement	2 422	2 423	2 399	2 625	2 455	3 550	2 434
		Nombre de parcelles	513	210	89	45	19	2	878
	RMME	Rendement	2 737	2 501	2 601	2 457			2 608
		Nombre de parcelles	49	45	14	9			117
Moyenne de Rendement en Riz			2 291	2 283	2 257	2 582	2 533	2 930	2 303
Nombre de parcelles de riz			865	334	161	64	20	3	1 447

Graphique 4 : rendement, temps de travaux et VJT selon l'année de SCV



Domas & Andriamala, 2008

L'intensification des zones basses se révèle donc comme une priorité avec un retour sur investissement plus important et un risque beaucoup plus limité. A l'opposé, il semble préférable de mettre en valeur les tanety de manière beaucoup plus extensive. Il sera pertinent de n'intensifier les cultures sur tanety qu'au bout de plusieurs années de pratique (au minimum 3), le niveau de risque étant alors beaucoup plus faible (effet tampon, fertilité partiellement restaurée etc...). Le risque est un élément central de la gestion des facteurs de production pour la plupart des paysans locaux.

Les tableaux 12 et 13 montrent les valorisations de journées de travail (VJT) par type de systèmes, par culture en fonction de l'année SCV. Les VJT du riz pluvial sont particulièrement intéressantes et parmi les plus élevées avec le maïs et le manioc (attention avec la rentabilité de la terre).

Tableau 12 : VJT (valorisation de journée de travail) par systèmes de culture et par année de pratique du SCV pour la campagne 2007/2008 (1 euro = 2500 Ar).

Culture principale saison 2007 2008	en Ar / ha	Moyenne Semis Direct	Parcelle Année SCV					
			Moyenne Travail du sol	1	2	3	4	5
Manioc	Moyenne de VJT	23 802	17 483	23 706	23 995			
	Population	9	33	6	3			
Riz	Moyenne de VJT	10 356	8 648	10 123	10 415	11 132	11 162	11 377
	Population	567	851	327	155	63	19	3
Maïs	Moyenne de VJT	10 188	7 757	9 739	10 245	11 545	13 571	
	Population	172	225	79	73	18	2	
Arachide	Moyenne de VJT	9 152	7 583	8 913	9 438	9 779	9 535	
	Population	45	46	26	16	2	1	
Pois de terre	Moyenne de VJT	7 800	6 834	7 812	7 788			
	Population	10	51	5	5			
Haricot	Moyenne de VJT	7 464	5 034	7 387	7 429	7 762		
	Population	13	27	5	6	2		
Niébé	Moyenne de VJT	3 740	3 471	3 480	4 493	3 263		
	Population	17	58	9	5	3		

Tableau 13 : résultats de VJT pour le riz pour l'année 2007/2008 en fonction de la position sur la toposéquence et de l'année d'ancienneté en semis direct de la parcelle

	Topo-séquence	Parcelle Année SD				
		W	1	2	3	4
Riz	Tanety	7 444	7 619	8 923	11 659	
	Bas de pente	8 527	6 832	9 893	10 420	
	Baiboho	8 978	11 095	10 839	11 049	10 559
	RMME	11 169	10 160	12 904	11 228	
Moyenne de VJT Riz		8 648	10 123	10 415	11 132	11 162
Nombre de parcelles		851	327	155	63	19

Les systèmes de cultures « maïs + légumineuses / riz pluvial » couvrent une proportion importante des surfaces mises en valeur en SCV (tableau 9). Les revenus procurés sont en effet importants, dès les premières années de mise en valeur et le riz reste une priorité pour nombre de paysans. Les systèmes à bas niveau d'intrants à base de *S. guianensis* offrent de la même manière de belles perspectives d'évolution. Le tableau 14 rappelle les perspectives d'avenir pour les différents systèmes et en particulier ceux à base de riz.

Tableau 14 : Perspectives d'évolution des systèmes SCV au Lac Alaotra

Système de culture	Origine	Avantages recherchés	Contraintes	Vitesse de diffusion	Perspectives d'avenir
Riz / vesce + haricot / riz /...	TAFA puis Paysans + techniciens	Systèmes intensifs très rémunérateurs, faciles à mettre en place	Divagation animale	+++	+++
Systèmes sur <i>Stylosanthes guianensis</i>	TAFA puis Paysans + techniciens	Systèmes extensifs mais très rémunérateurs Production de fourrage	Nécessité d'un an de jachère pour un résultat optimal	+++	+++
Maïs + légumineuses / Riz	TAFA	Systèmes intensifs très rémunérateurs	Sols de bonne qualité Intensifs en main d'œuvre et en intrants Niveau de risque assez élevé	+++	+++
Maïs + légumineuses / légumineuses souterraines	TAFA + paysans	Si les moyens du paysan sont limités, permet de cultiver la légumineuse souterraine sans un gros investissement	Une plante de couverture doit être implantée avec la légumineuse souterraine, au risque de ne pas générer de biomasse	++	++
Systèmes sur brachiaria	TAFA	Systèmes extensifs et rémunérateurs Production de fourrage	Utilisation d'herbicides Manque de ressource fourragère	+	++
Systèmes sur <i>Cynodon dactylon</i>	TAFA	Systèmes extensifs et rémunérateurs	Utilisation d'herbicides Manque de biomasse disponible	+	++
Systèmes sur couverture vive	TAFA	Systèmes extensifs et rémunérateurs Pour éleveurs principalement	Utilisation d'herbicides Peu de place pour la culture du riz	-	++
Systèmes complexes	TAFA	Très productifs en produits et biomasse	Trop difficiles à mettre en œuvre	-	-

Domas et Penot, 2008

4 Analyse part du riz pluvial dans la formation du revenu

Cette analyse se base sur les résultats 2007 issu du réseau de fermes de références de BVlac composé de 45 exploitations (Penot, 2008), modélisé avec le logiciel Olympe et utilisant les définitions économiques prévues pour ce logiciel (Penot, 2008). Les résultats sont analysés par type d'exploitation de A à F (tableau 15 en annexe) en considérant les exploitations les plus représentatives (2 exploitations particulières ont été enlevées en A et F). Les variables économiques utilisées et représentés dans le tableau 9 sont les suivantes :

- la marge brute agricole ou revenu brut agricole (avant frais financiers dus aux emprunts. Devant la faiblesse des emprunts (nombre et assiette), la marge brute est le plus souvent équivalente à la marge nette de l'exploitation (soit le résultat issu du Compte d'exploitation général ou revenu agricole net). Cette marge brute est calculée avant autoconsommation (considéré ici comme un rachat d'une partie de sa production par le paysan et mis dans les consommations familiales).
- Le revenu total composé du revenu agricole net +revenu off-farm.

Marge brute et revenu total sont donc « calculés » avant autoconsommation ce qui permet de mesurer et comparer l'efficacité économique de l'activité agricole au sein des ménages

On peut donc aussi voir la part de l'activité agricole dans le revenu total et la part de la marge brute agricole issue de la culture du riz. On ne présente dans ce tableau simplifié que les marges brutes réalisées pour tous systèmes riz (y compris SCV), pour le riz pluvial et pour le riz irrigué. Le solde étant constitué des riz de décrue et RMME.

Les exploitations de type A sont principalement axées sur la riziculture irriguée qui procure 80 % du revenu. Le riz pluvial ne représente que 13 % de la marge riz avec des variations importantes entre 0 et 38 %. On constate très peu de travail off farm et l'activité agricole procure 97 % du revenu total. Ces exploitations, les plus riches du lac, ont constitué la cible privilégiée des projets de développement centré sur la riziculture irriguée et les infrastructures type SOMALAC. La superficie rizicole de ce type d'exploitation sur le lac se situe entre 10 et 15 000 ha.

Les exploitations du type B sont centrées sur les RMME avec une production pour le moins aléatoire et très variable d'une année sur l'autre. 1 ferme seulement sur les 8 pratique des activités off farm. La part du riz dans la marge brute agricole, en moyenne de 71 % avec des fortes variations entre 27 et 100 % montrant ainsi une diversification assez prononcée. Le riz irrigué 'sécurisé' ne représente que 33 à 53 % pour 2 exploitations et 0 % pour les 6 autres. La production est essentiellement issue des RMME. Pour la part du riz pluvial : on constate 4 situations : pas ou très peu de riz pluvial (5/8) et entre 36 et 100 % pour 3 exploitations, essentiellement utilisant des variétés poly-aptitudes dans les RMME les plus sèches de type pluviales. La majorité de ces exploitations ne fait donc pas de riz pluvial ou de façon très marginale et leur système repose principalement sur les RMME. Quand la topologie et la situation hydrologique le permet, les systèmes basées sur les variétés poly-aptitudes, partiellement pluvial, avec ou sans SCV sont donc majeurs pour ces exploitations. Les rizières RMME concerne 70 000 ha + 15 000 ha dans les périmètres irrigués qui ne le sont plus correctement. Le véritable enjeu d'une révolution rizicole concerne ces RMME et en particulier les plus sèches ou peuvent être adoptés les variétés de type Sebota et Fofifa permettant la sécurisation de la production d'une année sur l'autre et une augmentation significative des rendements sur le long terme : 20 tonnes sur 10 ans au lieu de 10 en moyenne en système traditionnel. On est ici à la limite des systèmes strictement pluviaux mais l'enjeu est tel, avec des systèmes intégrant des variétés de type pluviales et des techniques partiellement pluviales, qu'il n'est plus possible de le négliger. Le succès de l'adoption rapide hors projet des variétés poly-aptitudes conforte d'ailleurs la tendance des producteurs à tenter de sécuriser la production extrêmement aléatoire de ces zones.

Les exploitations du type C font appel à l'activité off-farm (la moitié entre 10 et 50 % du revenu total) pour compléter les revenus. Le riz constitue 81 % en moyenne de la marge brute agricole dont 76 % par le riz irrigué et 21 % pour le riz pluvial dont l'importance augmente du fait d'une intensification sur les zones de *tanety*s. 1/3 des exploitations voit

même la part du riz pluvial monter entre 30 et 40 % de la marge brute riz ce qui montre une nette tendance à la valorisation des *tanetys* via le riz pluvial, intégré dans des rotations variées.

Les exploitations du type D renforce la tendance précédente : la moitié des exploitations ont des activités off-farm représentant en moyenne 53 % des revenus. Le riz contribue en moyenne à 63 % du revenu agricole avec des variations importantes : Sur 17 exploitations : 2 exploitations n'ont pas de production rizicole ce qui montre une intense diversification et rareté des terres potentiellement rizicoles : 3 sont à 100 % marge brute agricole provenant du riz (mais avec beaucoup de off-farm) : 3 entre 14 et 23 % et 9, soit la moitié des exploitations, à 80 % de la marge brute agricole issue du riz. On adonc des situations très contrastées où la diversification est importante : maraîchage, élevage, autres cultures pluviales et off-farm. Dans ces conditions, la part du riz pluvial est également en moyenne de 21 % de la marge brute riz avec 1/3 des exploitations ne pratiquant pas de riz pluvial, 2 exploitations à moins de 10 % et 7 exploitations sur 17 entre 20 et 60 %. Le riz pluvial apparaît clairement comme un complément d'autant plus important que ces exploitations ne sont pas autosuffisantes en riz. En fait, pour la majeure partie de ces exploitations, le riz est autoconsommé. Le riz peut être partiellement vendu au moment de la récolte pour obtenir du cash indispensable à certaines dépenses incompressibles ce qui implique de racheter ensuite du riz. Le riz pluvial sur les *tanetys* ou *baiboho* constitue alors une culture contribuant à la sécurité alimentaire, à la valorisation des *tanetys* éventuellement sous utilisée (ou réservée historiquement au cheptel bovin). La demande est alors très forte pour des systèmes durables et intensifs permettant de compléter la production issue des rizières irriguées ou RMME insuffisantes en surface et dont on sait que globalement la superficie est maintenant figée.

Pour l'unique exploitation E du réseau : Le riz ne contribue qu'à hauteur de 10 % de la marge brute agricole dont 97 % issue du riz pluvial : le manque de rizières irriguées est flagrant. E l'absence d'activité off-farm, la diversification sur *tanetys* dont l'élevage apparaît comme la seule alternative possible.

Les exploitations F sont parmi les plus pauvres du lac avec une activité off-farm importante (40 % du revenu total). Le riz contribue à hauteur de 61 % en moyenne à la marge brute agricole comme pour les exploitations D mais la part du riz pluvial augmente à 29 % en moyenne avec de fortes disparités. Dans cette classe d'exploitation, les *tanetys* constituent quelque fois les seules réserves foncières et les seules possibilités de production avec une stratégie nettement orientée sur l'intensification et la diversification, limitée par la faiblesse des revenus annuels.

On voit donc globalement une part croissante de la part du riz pluvial au fur et à mesure que les classes de revenus diminuent (voir figure 4).

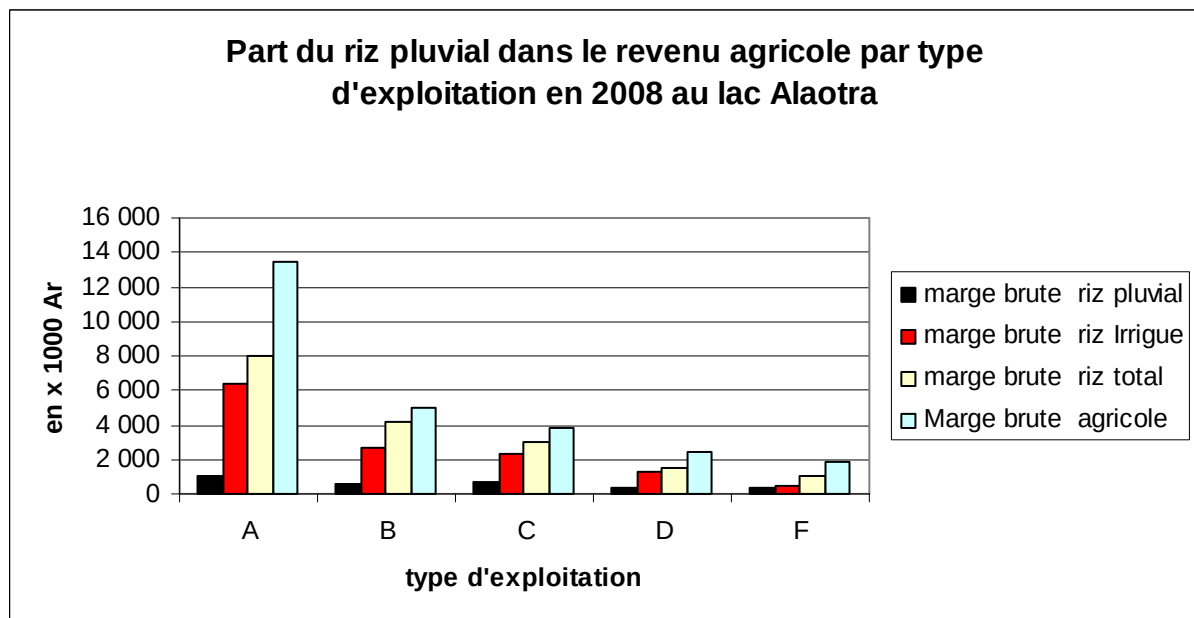
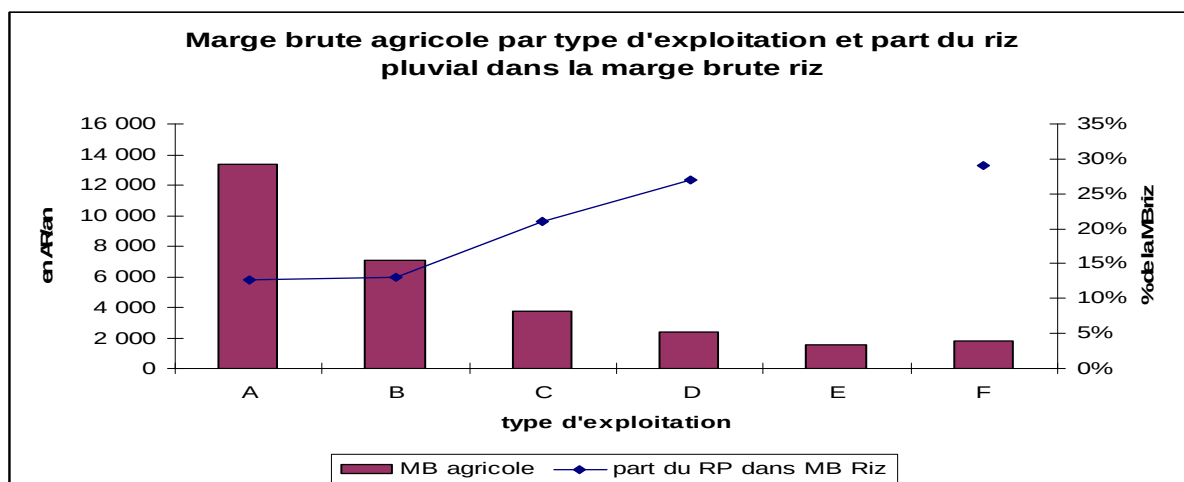


Figure 5 : principaux indicateurs économiques par type d'exploitation en 2008 et part du riz pluvial dans le revenu.

Figure 4 : marge brute exploitation (revenu agricole brut) et part du riz pluvial.



Source : données RFR/Olympe, 2007.

Conclusion

Les exploitants du type A ont comme priorité l'exploitation des rizières irriguées. Le riz leur suffit pour leur consommation et pour en obtenir un revenu. S'ils cultivent les *tanety*, ce n'est que de façon secondaire et complémentaire, en particulier sur la rive ouest du lac. Les agriculteurs du type B sont ceux potentiellement le plus intéressés par les variétés de type polyaptitudes et en particulier dans les conditions les plus « pluviales des RMME. Ils ont peu adopté les techniques SCV pour l'instant car leurs priorités sont plus tournées vers la sécurisation de la production rizicole avant le caractère durable sur ce type de rizières. Les exploitations de type D ils cultivent suffisamment de surfaces de *tanety* et *baiboho* pour développer des systèmes à rotation riz/maïs et autres cultures et pouvoir essayer les techniques SCV soit pour intensifier de façon sécurisée (*baiboho*) ou produire de façon durable sur *tanetys*. Adopter les techniques SCV serait pour eux un moyen de pérenniser les conditions de culture actuelles, de limiter les risques d'érosion des sols (car ils commencent à les cultiver de façon intensive), de dégager un revenu supplémentaire et surtout de mieux intégrer le riz pluvial dans des rotations intégrant des plantes de services permettant la lutte anti-érosive et des cultures diversifiées (maïs..) elles-mêmes génératrices de diversification et valorisation par l'élevage par exemple.

Les agriculteurs non autosuffisants et ouvriers agricoles (type E) ou pêcheurs (type F) sont intéressés par les techniques SCV et le riz pluvial pour les mêmes raisons. Mais adopter ces systèmes de culture représente un risque plus important étant donné leurs faibles revenus. En effet ils ont de très petites surfaces et peu de moyens, et la plupart sont réticents à l'idée de tester de nouvelles techniques. Si le système proposé leur semble ne pas fonctionner comme

ils le souhaitent la première année, ils abandonnent aussitôt. Cependant, les SCV restent la seule alternative viable pour intégrer sur le moyen terme le riz. Ils sont souvent confrontés à une insécurité foncière, de même que les agriculteurs métayers, quelque soit le type auquel ils appartiennent, limitant les possibilités d'extension ou d'intensification..

Finalement, ce sont les types C et D qui semblent être les « meilleurs clients » potentiels pour l'adoption des systèmes SCV incluant les rotations riz/maïs ou le riz pluvial représente déjà en moyenne 20 % de la marge brute riz. Leurs surfaces disponibles en rizières leur permettent de tester de nouveaux systèmes de culture, plus performants et surtout plus durables. Les éleveurs du type D sont intéressés car ils valorisent déjà leurs productions (maïs) à travers l'engraissement et pourraient continuer à le faire par des systèmes à base de céréales sur couverture vive (maïs-dolique par exemple) tout en produisant du riz pluvial une année sur 2. Par contre, les éleveurs ont encore l'habitude de laisser pâturer leurs animaux sur les résidus de culture et ces surfaces diminuent avec l'adoption croissante du SCV. Le foncier est saturé dans la plupart des villages, qui ne sont donc pas « extensibles ». En général toutes les terres cultivables ont déjà été défrichées et mises en valeur. Il faut donc appréhender les systèmes à l'échelle des territoires.

Dans tous les cas, on observe que le riz pluvial n'est plus une culture isolée de *tanetys* ou de *baibohos* (idem en RMME sèche) mais une culture devant s'intégrer dans des rotations pour un système plus durable ou les techniques SCV apportent des externalités significatives (lutte antiérosive, maintien ou amélioration de la fertilité et valorisation par l'intensification). Si le riz pluvial n'est certainement pas la plante la plus adaptée dans les systèmes SCV par rapport au maïs (avec l'exception notable du système riz/vesce en *baiboho*), car il ne permet pas l'implantation rapide d'une plante de service pouvant supporter la saison sèche, la part croissante du riz pluvial et dans le temps et pour les exploitations de type C à F montre que la complémentarité du revenu ou la sécurité alimentaire reste primordiale pour nombre d'exploitations. De culture de complément à haut risque sur *tanetys*, le riz pluvial est devenu une culture dominante avec le maïs dans des systèmes renouvelés à rotation multiples.

Les systèmes SCV mis au point sur *baibohos* avec riz/haricot - maïs/ ou riz - vesce montre également un niveau de production et de sécurité par rapport aux aléas climatiques très proche de ceux obtenus en riziculture irriguée. De plus la précocité du système amène les paysans à vendre leur riz très tôt dans la saison à des prix extrêmement rémunérateurs (600/700 Ar le kilo de paddy contre 450 au plus fort de la récolte). Le riz pluvial a de beaux jours devant lui au lac Alaotra : en effet : si il sera difficile de faire passer les rendements en riziculture irriguée de 4,5 à 6 tonnes sur un périmètre comme celui du PC 15, il apparaît beaucoup plus facile de faire passer les rendements de riz pluvial de 1000 à 2 ou 3000 Kg/ha sur *tanetys* et a fortiori sur *baibohos*. Enfin l'utilisation des variétés poly-aptitudes dans les RMME sèches pourra contribuer fortement à sécuriser les productions sur plus de 70 % des rizières du lac.

Bibliographie

- BEDOIN, F., 2006. Étude des systèmes agraires de la petite région de Marololo, rapport de stage 3^{ème} année INA-PG, CIRAD, ONG TAFA, 81 p + annexes.
- Chabaud François-Xavier, Ravanomanana Eddy, 2009. Appui technique pour la diffusion des

variétés de riz polyaptitude sur les Rizières à Irrigation Aléatoire auprès des paysans de la région du Lac Alaotra. Rapport de Campagne de la saison 2007-2008. 3-p.

- Chabierski S, Penot E & Husson, Domas R.: O. "Determinants of DMC technologies adoption among smallholders in the lake Alaotra area, Madagascar". Séminaire SCV Laos, Octobre 2008.

CIRAD, GSDM, SDMad et TAFA. 2005. Intérêts et contraintes de mise en culture des nouvelles variétés de riz brésiliens poly-aptitudes appelées SEBOTA.

- Domas R. Penot E, Andriamalala H., Chabiersky S. « Quand les tanetys rejoignent les rizières au lac Alaotra ». diversification et innovation sur les zones exondées dans un contexte de foncier de plus en plus saturé. Séminaire SCV Laos, Octobre 2008.

Domas R, Andriamala H. 2007, 2008. Rapports de campagne de saison BRL 2006 – 2007, 2007 – 2008 et de contre-saison 2007.

- COLLETTA, M., ROJOT, C., 2006. Caractéristiques agraires de deux zones du Lac Alaotra, condition et impact de l'adoption des systèmes de culture à base de couverture végétale, rapport de stage 2^{ème} année INA-PG, CIRAD, 114 p.

- DEVEZE, JC., 2006. *Réflexions sur l'avenir des agricultures familiales du lac Alaotra Madagascar*, document de travail provisoire, s.l., 38 p.

- Durand C., Nave S. 2007. « Etude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra ». Mémoire SUP-AGRO-IRC, CIRAD, Madagascar.

- Ducrot R. 1996. Régulation d'une production en situation d'incertitude et de fortes contraintes : exemple des systèmes rizicoles du lac Alaotra (Madagascar). INA Paris Grignon / CIRAD.

- GSDM. Manuel SCV Madagascar Vol. I, II, Vol III. Stratégie du GSDM pour la diffusion des techniques agro-écologiques.

- GARIN, P., 1998. *Dynamiques agraires autour de grands périmètres irrigués : le cas du lac Alaotra à Madagascar*, thèse de géographie, université de Paris X-Nanterre, 374 p + annexes.

- OGIER, J., 1989. Zonage du lac Alaotra PRD. 142 p.

- PENOT, E., *Rapport de mission BV lac, août 2007: Appui au volet « Professionalisation des organisations de producteurs » du projet BV/lac.*

- Penot E, Garin P & ANDRIATSITOHAINA T. Des périmètres irrigués aux tanetys : savoirs et innovations au lac Alaotra (Madagascar). Prévu pour le numéro spécial irrigation de CA. Accepté avec révision.

- Penot Eric, Dabat Marie-Hélène, Andriatsitohaina Tsito, Grandjean Philippe. Lac Alaotra : Les méandres du développement agricole au Lac Alaotra, Madagascar. Entre inconstance politique et innovation technique. Pour Afrique contemporaine, 2009, soumis.

- Penot E, Dèze, Ratsimba J. AndriaTsitohaina, Randriamanalina JM, (2008). BV-lac. Collection Document de travail/AFD/BV-lac n° 1 : les sessions API : méthodologie.

- Penot E. (2008) Collection Document de travail/AFD/BV-lac n° 4 ; les réseaux de fermes de références (RFR).. BV-lac

- Penot E, 2008. Mise au point d'outils et d'approche pour l'aide à la décision technico-économique et organisationnelle dans les projets de développement agricole à Madagascar. Séminaire international

sur la capitalisation des expériences pour l'apprentissage social et le développement. Hotel Carlton, Antananarivo, 10-12 novembre 2008 , ICRA.

- RAUNET M., 1984. *Le milieu physique de la région du lac Alaotra – Système et structure*. IRAT, 226 p.

- RICHAUD J., 1990. *La recherche-développement au lac Alaotra (Madagascar) de 1980 à 1989, Synthèse et évaluation rétrospective*, , 125 p.

- SDMAD, TAFA, 2005. *Opération rizières à mauvaise maîtrise d'eau, lac Alaotra saison 04/05. Petit historique illustre d'une installation mouvementée*, s.l., 24 p.

- SEGUY, L., 1999, Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en semis direct. CIRAD-CA/GEC, 65 p.

Séguy L, Taillebois J et Bouzinac S (date ???). Création de riz poly-aptitudes et de riz hybride dans les systemes de culture pluviaux en semis direct (SCV) ? Document de travail.

- TEYSSIER, A., 1994. *Contrôle de l'espace et développement rural dans l'ouest Alaotra : de l'analyse d'un système agraire à un projet de gestion de l'espace rural*, Thèse de géographie, université Paris I Panthéon Sorbonne. 473 p + annexes

- WILHELM, L., RAVELOMANANTSOA, O., 2006. *Première approche de la problématique famille/genre/jeunes ruraux pour appréhender le devenir des agricultures familiales autour du Lac Alaotra*, AFD, 48 p.

Zone	Situation sur la toposéquence et stratégie de mise en valeur	Diversité des systèmes de culture et d'élevage	Accès au marché et aux services	Type de peuplement	Niveau de structuration des producteurs
Maritampona	- périmètre irrigué aménagé Imamba Ivakaka (faiblement entretenu, ensablé à 70%) - <i>tanety</i> à sols acides très dégradés - zones de pâturage (<i>kijana</i>) → priorité de mise en valeur des rizières irriguées, exploitation des <i>tanety</i> dans un deuxième temps.	- riziculture, cultures vivrières (manioc, maïs...), haricots, pois de terre, - élevage bovin, volaille (oie et poules), peu d'élevage porcin	- zone non enclavée (bordure de route goudronnée) - proximité de la ville d'Amparafaravola (accès aux marchés services) - proximité des services de collecte et décorticage et	- population Sihanaka - vagues de migration Merinas (originaires des Hauts Plateaux, essentiellement Antananarivo).	- mauvaise gestion des périmètres irrigués par les Associations de Usagers de l'Eau - OP (GSD, OP féminines)
Morafeno	- rizières irriguées en fond de vallée et RMME - <i>kijana</i> proche - <i>tanety</i> à sols acides très dégradés → mise en valeur équilibrée des <i>tanety</i>, rizières et <i>kijana</i>	- riziculture, cultures vivrières, haricots, pommes de terres, fruitiers, caféiers... - élevage bovin important, volaille (oie, poule, dindons), - élevage porcin	- zone enclavée - accès difficile à la collecte, décorticage, au marché et services	- village de migrants (originaires d'Ansirabe) - forte parenté entre les habitants	- ACCS - OP (GSD...)
Amparihimaina et Andoasahabe (zone PC 15)	- <i>tanety</i> : sols bruns de qualité moyenne (substrat basique) - RMME hors maille → Valorisation importante des <i>baiboho</i> et <i>tanety</i>	- systèmes de SCV sur les <i>tanety</i> et RMME (beaucoup de cultures de contre-saison) - fruitiers (mandarines) - cultures vivrières (manioc, maïs), haricots, pois de terre, riziculture	- zone non enclavée (proche d'une piste) - villages proches d'Ambatondrazaka	- villages de migrants des Hautes Terres. (rachat d'une ancienne concession coloniale)	- groupements de crédits - OP (GSD...)
Ambokimiarina et Ambodivoara	- RMME, bon niveau de fertilité - <i>Tanety</i> à sols dégradés → mise en valeur des <i>baiboho</i> (sols alluvionnaires riches)	- SCV sur <i>baiboho</i> et RMME (importance de la contre-saison, surtout la tomate) - cultures vivrières, et de rente (maraîchage, arachide) - élevage bovin (traction, lait), pêche et artisanat	- zone non enclavée : 15 km d'Ambatondrazaka	- Population <i>sihanaka</i> - Village de pêcheurs - Pas de migration	- associations de pêcheurs - OP
Ambaniala et Ambavahadiromba	- peu d'accès rizières irriguées - RMME, bon niveau de fertilité → recherche d'alternatives et mise en valeur des <i>tanety</i>	- bonne dynamique SCV - importance culture de rente (arachide, tabac) + pêche	- zone non enclavée Proche d'Imerimandroso	- population Merinas - pas de migration	- associations de pêcheurs - GSD - association de protection du <i>zefra</i>

Annexe 1 : Justification du choix des villages

Tableau 15 : analyse des sources de revenus par type d'exploitation : part du riz, du riz irrigué et du riz pluvial

Paysan	Operateur	type	revenu total	Marge brute agricole	%	marge brute riz pluvial	% sur marge brute riz	marge brute riz Irrigue	% sur marge brute riz	marge brute riz total	% sur marge brute agricole
M201	AVSF	A	15735	15735	88%	917	9%	8060	81%	9902	63%
M202	AVSF	A	15885	15885	100%	920	10%	8206	90%	9126	57%
M204	AVSF	A	14208	14208	100%	3935	38%	6379	62%	10314	73%
M1601	AVSF	A	12866	12866	100%	1180	30%	2803	70%	3982	31%
M2702	AVSF	A	8273	8273	85%		0%	6540	100%	6540	79%
moyenne			13 393	13 393	97%	1 007	13%	6 398	80%	7 952	59%
M103	AVSF	B	7966	7966	100%	106	2%	3741	56%	6702	84%
M301	BRL	B	4584	2686	59%	736	100%		0%	736	27%
M2003	BRL	B	5221	5221	100%	73	2%	1524	33%	4592	88%
M2002	BRL	B	4734	4734	100%	1721	36%		0%	4734	100%
M2301	BRL	B	11656	11656	100%	2706	59%		0%	4605	40%
M2303	BRL	B	15060	15060	100%	126	1%		0%	10523	70%
M2401	non encadré	B	2932	2932	100%		0%		0%	2526	86%
M2501	non encadré	B	6073	6073	100%		0%		0%	5430	89%
moyenne			5 895	7 041		911	18%	2 633	53%	4 981	71%
ecart type			3 026	4 341		1 084		1 568		2 885	
moyenne corrigée			5 104	4 935	97%	552	13%	2 633	63%	4 189	85%
M203	AVSF	C	3559	3559	100%	380	13%	2547	87%	2926	82%
M1603	non encadré	C	2800	2800	100%		0%	2682	100%	2682	96%
M1701	AVSF	C	4931	4931	100%	1369	40%	1871	55%	3421	69%
M1602	AVSF	C	3534	3495	99%	86	3%	1841	72%	2558	73%
M1302	BRL	C	5875	1881	32%	544	30%		0%	1801	96%
M901	BRL	C	3060	2931	96%	188	9%	1542	74%	2086	71%
M2001	BRL	C	6612	6612	100%	1521	36%	1766	42%	4178	63%
M1902	BRL	C	8544	4195	49%	395	9%	3801	91%	4195	100%
M2601	non encadré	C	3566	3519	99%		0%	2366	67%	3519	100%

moyenne paysan	Operateur	type	4 602 revenu total	3 769 Marge brute agricole	86% %	640 marge brute riz pluvial	21% % sur marge brute riz	2302 marge brute riz Irrigue	76% % sur marge brute riz	3 041 marge brute riz total	81% % sur marge brute agricole
M101	AVSF	D	5276	5276	100%		0%	1694	37%	4630	88%
M1001	AVSF	D	2081	2081	100%	131	17%	618	83%	749	36%
M1201	AVSF	D	1642	1642	100%	55	5%	1123	95%	1178	72%
M1101	AVSF	D	3715	3715	100%		0%	3244	100%	3244	87%
M105	non encadré	D	1726	1726	100%		0%	234	100%	234	14%
M104	non encadré	D	3256	1488	46%					0	0%
M1401	non encadré	D	2416	2416	100%	648	27%	1337	55%	2416	100%
M1402	non encadré	D	1804	919	51%					0	0%
M1404	non encadré	D	5166	3667	71%		0%	290	34%	857	23%
M2701	AVSF	D	2677	2677	100%	297	12%		0%	2392	89%
M1301	BRL	D	3595	3595	100%	236	7%	3235	93%	3471	97%
M801	BRL	D	1912	1601	84%	299	26%	839	74%	1138	71%
M2302	BRL	D	1483	791	53%	161	20%	630	80%	791	100%
M1901	BRL	D	4325	1070	25%		0%		0%	1051	98%
M2202	BRL	D	4779	4779	100%	295	28%		0%	1045	22%
M704	BRL	D	1843	1282	70%	855	67%		0%	1278	100%
M2402	non encadré	D	7912	2079	26%		0%		0%	1792	86%
moyenne moyenne corrigée			3 271	2 400	73% 53%	331	21%	1 324	86%	1 545	64%
M1801	BRL	E		1546	100%	138	87%		0%	159	10%
M701	BRL	F	4378	2774	63%	404	27%	688	46%	1498	54%
M703	BRL	F	1811	818	45%	234	100%		0%	234	29%
M2101	BRL	F	2746	1802	66%		0%	331	21%	1540	85%
moyenne corrigée				1 798	60%	319	29%	510	47%	1 091	61%