



l'agro-écologie à Madagascar

Analyse des conditions d'adoption paysanne
de diverses techniques agro-écologiques
à partir des expériences de coopération d'AVSF

Brice Dupin

Mai 2011



L'auteur remercie Thierry Rabenandro, Paulin Hyac, Njaralalaina Razonarisoa, Mamy Rajaonarisoa, Herifidy Rajaobelina, Sandra Mondy, Eric Andriantavy, Cédric Martin, Stefano Linguanotto, et Marcel Voriandro pour avoir contribué à la rédaction de ce texte à partir des expériences développées au Lac Alaotra, à Vohipeno, Manakara et Tulear.

Merci également à Valentin Beauval et à Frédéric Apollin pour la qualité et la continuité de leurs conseils aussi bien sur le fond que sur la forme de ce document.

Enfin, l'auteur remercie René Billaz et Didier Richard pour les dernières lectures et commentaires.

Le présent document est issu de l'analyse d'expériences engagées par AVSF dans le cadre de plusieurs projets de développement rural menés en partenariat avec **le Ministère Malgache de l'Agriculture, le Centre International de recherche agronomique pour le Développement (CIRAD) et le WWF.**

Ces programmes ont été soutenus par l'**Agence Française de Développement, l'Union Européenne, la Ville d'Annecy et le WWF.**



Sommaire

1	L'agro-écologie, une alternative prometteuse à madagascar ?	8
1.1	Une île menacée par de fortes dégradations environnementales et la paupérisation de la majorité des ruraux	8
1.1.1	Des écosystèmes particulièrement fragiles	8
1.1.2	L'agriculture malgache des temps anciens à nos jours (d'après Raison, 1986)	9
1.1.3	Les innovations paysannes et du développement les plus récentes	10
1.1.4	Quelques données fondamentales et récentes sur Madagascar et son agriculture	11
1.1.5	Les problématiques agricoles actuelles	11
1.2	Concept, dynamique et intervention d'avsf en agro-écologie	12
1.2.1	Que signifie le terme agro-écologie ?	12
1.2.2	Agro-écologies paysannes ou/et SCV ?	13
1.2.3	Les paysans malgaches pratiquent déjà l'agro-écologie	14
1.2.4	Rappels concernant la coopération d'avsf dans le domaine de l'agro-écologie à madagascar	14
1.2.5	Evolution récente de l'agriculture dans les trois régions de coopération	17
2	De l'analyse des terroirs et des exploitations agricoles aux propositions	18
2.1	Une approche terroir ou bassin versant	18
2.2	Organiser un véritable conseil à l'exploitation	19
2.3	Diffuser et évaluer une gamme diversifiée de systèmes agro-écologiques	20
2.3.1	Le semis sur couverture végétale permanente (SCV), et les associations et successions de cultures	21
2.3.2	Les systèmes de riziculture intensive (SRI) et améliorée (SRA)	22
2.3.3	La riziculture à irrigation aléatoire (RIA).	23
2.3.4	L'intégration agriculture-élevage (IAE)	23
2.3.5	L'agroforesterie et les bandes enherbées	25
2.3.6	Les associations de techniques et de systèmes agro-écologiques	26
3	Des adoptions paysannes assez variables des techniques agro-écologiques	27
3.1	Les résultats de la diffusion des techniques d'associations culturales et SCV	27
3.1.1	L'adoption des associations culturales et des SCV	27
3.1.2	Les points forts de l'adoption des SCV et des associations culturales	29
3.1.3	Des contraintes à l'adoption des SCV	29
3.1.4	Quelques observations sur la pérennité des SCV et des associations de cultures	32
3.1.5	Conclusion sur les scv et associations culturales et propositions	33
3.2	Les résultats de la diffusion des cultures de contre-saison sur les sols de bas-fonds	35
3.2.1	L'adoption des cultures de contre saison	35
3.2.1	Les points forts de l'adoption des cultures maraîchères et plantes de couverture de contre-saison	35

3.2.2	Les contraintes à l'adoption des cultures maraîchères et plantes de couverture de contre-saison	36
3.2.3	Des observations sur la pérennité des cultures maraichères et plantes de couverture de contre-saison	36
3.2.4	Conclusion sur les cultures maraichères et les plantes de couverture de contre-saison	36
3.3	Les résultats de la diffusion des techniques de SRI/SRA	37
3.3.1	L'adoption des techniques de SRI/SRA	37
3.3.2	Les points fort de l'adoption des techniques de SRA	37
3.3.3	Les contraintes des techniques de SRA	38
3.3.4	Quelques observations sur la pérennité des techniques de SRA	38
3.3.5	Conclusion sur le sra et solutions envisagées	39
3.4	Les résultats de la diffusion des techniques de culture de RIA	39
3.4.1	L'adoption des techniques de culture de RIA	39
3.4.2	Les points forts de ces techniques de RIA diffusés	40
3.4.3	Les contraintes des techniques de RIA	40
3.4.4	Quelques observations sur la pérennité des techniques de RIA	41
3.4.5	Conclusion sur les techniques de RIA et propositions	41
3.5	Les résultats de la diffusion des techniques d'intégration d'agriculture et d'élevage (IAE)	42
3.5.1	L'adoption des techniques d'IAE	42
3.5.2	Les points forts des techniques d'IAE au Lac Alaotra et à Vohipeno	43
3.5.3	Les contraintes des techniques d'IAE	44
3.5.4	Quelques observations sur la pérennité des techniques d'IAE	44
3.5.5	Conclusion et propositions sur l'IAE	45
3.6	Les résultats de la diffusion des techniques d'agroforesterie et de bandes enherbées	45
3.6.1	Adoptions de l'agroforesterie et des bandes enherbées	45
3.6.2	Les points forts de l'agroforesterie et des bandes enherbées	46
3.6.3	Les contraintes à l'agroforesterie et aux bandes enherbées	47
3.6.4	Quelques observations sur la pérennité de l'agroforesterie et des bandes enherbées	47
3.6.5	Conclusion et propositions sur l'agroforesterie et les bandes enherbées	48
4	Les effets de l'intégration de l'agro-écologie dans les exploitations et terroirs	49
4.1	Des modifications du fonctionnement des exploitations agricoles encore insuffisamment analysées	49
4.1.1	Les performances technico-économiques des différents modes de culture du riz au Lac Alaotra	49
4.1.2	Une ébauche d'évaluation économique dans les systèmes d'exploitation du Lac Alaotra	52
4.1.3	Des effets socio-économiques sur les exploitations en cours d'estimation	52
4.2	Des modifications du fonctionnement des terroirs concernés	53
4.2.1	Effets socio-économiques et environnementaux dans les terroirs	53
4.2.2	Des prémices d'évaluation des effets environnementaux sur les paysages et la captation de carbone	53

5	Pour une appropriation paysanne de techniques agro-écologiques adaptées	54
5.1	Une analyse croisée des conditions de diffusion des techniques agro-écologiques	54
5.2	Une analyse du potentiel des différentes techniques pour renforcer l'agriculture familiale	56
5.2.1	Le potentiel des associations et rotations de culture et des engrais verts	56
5.2.2	Le potentiel des pratiques d'intégration agriculture-élevage	57
5.2.3	Le potentiel des SCV	57
5.2.4	Le potentiel des techniques de SRA et SRI	58
5.2.5	Le potentiel des techniques de RIA	58
5.2.6	Le potentiel de l'agroforesterie et des bandes enherbées	58
5.3	Des orientations méthodologiques pour une meilleure diffusion et adoption paysanne de nouvelles pratiques agro-écologiques	59
5.3.1	Renforcer les connaissances des techniciens sur l'évaluation des sols et des couverts végétaux	59
5.3.2	Mieux tenir compte des dynamiques agricoles locales et des perceptions paysannes	60
5.3.3	Une approche participative et intégrée sur plusieurs années en partenariat avec des communautés locales	60
5.3.4	Renforcer la formation des techniciens et des paysans sur les principes de l'agro-écologie	61
6	Conclusion	61

Lexique :

A0 : Association de culture vivrières et de plante de couverture pour préparer des SCV

A1 : Cultures vivrières installées en SCV

AFD : Agence Française de Développement

ANAE : Agence Nationale d'Actions Environnementales

AVSF : Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières

BVLac : Bassin Versant Lac Alaotra (Projet)

BVPI-SEHP : Bassins Versants Périmètres Irrigués Sud Est Hauts Plateaux (Projet)

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DRDR : Direction Régionale du Développement Rural

F.O. : Fumure organique

FOFIFA : FOibe Flkaroana ampiarina amin'ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra
(Centre National de la recherche appliquée au Développement Rural)

F.M. : Fumure Minérale

GSDM : Groupement Semis Direct de Madagascar

IAE : Intégration Agriculture et Elevage

MAE : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

PC : Plante de couverture

SCV : Semis direct sur Couverture Végétale

SRA : Système de Riziculture Améliorée

SRI : Système de Riziculture Intensive

RI : Riziculture irriguée

RIA : Riziculture à Irrigation Aléatoire

RP : Riz pluvial

TAFA : Tany sy Fampanandrosoana (Terre et Développement, association chargée de la mise au point des systèmes SCV)

Taux de change de l'Ariary malgache par rapport à l'Euro : 1 Euro = 2837,3 Ariary (04/03/2011)

Liste des illustrations :

Tableau 1 : Comparaison des systèmes agraires des zones de coopération	16
Tableau 2 : Evolution du prix des produits agricoles utilisés sur la rive ouest du Lac Alaotra	31
Tableau 3 : Principales activités d'élevage conduites avec des techniques d'IAE en 2010	42
Tableau 4 : Analyse des conditions d'application des techniques agro-écologiques	53
Figure 1 : Fonctionnement des systèmes agro-écologiques	12
Figure 2 : Localisation des zones de promotion de l'agro-écologie	15
Figure 3 : Structure des exploitations d'Amparafaravola au Lac Alaotra (N=802)	17
Figure 4 : Organisation des travaux d'aménagement d'un bassin versant (Vohipeno)	19
Figure 5 : Paysans impliqués dans l'aménagement d'un bassin versant (Lac Alaotra)	19
Figure 6 : Vannage du riz paddy	20
Figure 7 : Paysan et technicien sur une exploitation gérée agro-écologiquement (Vohipeno)	20
Figure 8 : Association Maïs + Niébé (Lac Alaotra)	21
Figure 9 : Semis de riz sur les résidus de Maïs + Dolique (Lac Alaotra)	21
Figure 10 : Riz semé sur les résidus d'une jachère de stylosanthes (Lac Alaotra)	21
Figure 11 : Haricot blancs + Vesce v. semé à travers la paille de riz sur rizière (Lac Alaotra)	21
Figure 12 : Repiquage en ligne de plants jeunes de 10 jours (Lac Alaotra)	22
Figure 13 : Paysan et technicien devant des rizières gérées en SRA (Vohipeno)	22
Figure 14 : Paysan et techniciens devant des essais de variétés de riz (Vohipeno)	23
Figure 15 : Riz poly-aptitude sur une RIA (Lac Alaotra)	23
Figure 16 : Parc amélioré avec fosse fumièr (Lac Alaotra)	24
Figure 17 : Fourrages de <i>brachiaria h.</i> et Manioc + <i>brachiaria h.</i> (Vohipeno)	24
Figure 18 : Zone de dépôt du fumier où le riz s'est mieux développé (Lac Alaotra)	24
Figure 19 : Battage du riz par piétinement de zébus sur une bâche (Lac Alaotra)	24
Figure 20 : Pépinière d' <i>acacia m.</i> (Vohipeno)	25
Figure 21 : Haie brise vent d' <i>acacia m.</i> (Tulear)	25
Figure 22 : Jardin de case composé d'arbres fruitiers, girofliers et caféiers sous des <i>Gliricidia s.</i> (Manakara)	25
Figure 23 : Jachère de <i>cajanus c.</i> et haie de Vetiver (Lac Alaotra)	25
Figure 24 : Riz + stylosanthes délimités par une haie de <i>Cajanus c.</i> (Lac Alaotra)	26
Figure 25 : Riz récolté + stylosanthes avec une bande d' <i>hypparhénia r.</i> (Vohipeno)	26
Figure 26 : Principaux résultats de diffusion des SCV et associations culturales sur collines	27
Figure 27 : Larve d' <i>Heteronychus</i>	30
Figure 28 : Attaque de pucerons sur du Niébé	30
Figure 29 : Riz en SCV attaqué par des <i>heteronychus</i> alors que le riz sur labour à côté est quasi-indemne (Lac Alaotra)	30
Figure 30 : Principaux résultats de diffusion des cultures maraichères et de PC de contre-saison	35
Figure 31 : Principaux résultats de diffusion des techniques de SRA/SRI	37
Figure 32 : Principaux résultats de diffusion des techniques de RIA	39
Figure 33 : Principaux résultats de la diffusion des techniques d'IAE	42
Figure 34 : Principaux résultats de la diffusion de l'agroforesterie et des bandes enherbées	46
Figure 35 : Comparaison de la productivité du travail des techniques de culture du riz (Lac Alaotra)	50
Figure 36 : Comparaison des performances économiques des techniques de culture de riz	51

1 L'agro-écologie, une alternative prometteuse à Madagascar ?

1.1 Une île menacée par de fortes dégradations environnementales et la paupérisation de la majorité des ruraux

1.1.1 Des écosystèmes particulièrement fragiles

Dans cette grande île où les conditions écologiques permettaient aux forêts de recouvrir la plupart des régions (Humbert, 1927 ; Morat, 1973), la faible étendue du couvert forestier des Hautes Terres dès 1875 met en évidence que le plus gros de la déforestation a eu lieu lors de périodes antérieures durant lesquelles les pressions anthropiques sur le milieu étaient faibles (Burney, 1997). L'origine aurait été de multiples stress (changements climatiques, répétitions des brûlis des couverts végétaux, invasions biologiques) agissant en synergie sur les aires les plus sensibles, car aucun individuellement n'aurait suffi (Burney, 1997).

De nos jours, les reliques des massifs forestiers naturels couvrent près de 10% du territoire et prennent la forme de couloirs quasi-parallèles aux côtes (Serpantié et al., 2007). Sur les hauts plateaux, seuls quelques lambeaux de forêt claire constitués de tapia (*Uapaca bojerii*), une espèce utilisée comme refuge pour le ver à soie, subsistent sur des versants pentus ou sur des croupes rocailleuses à l'abri

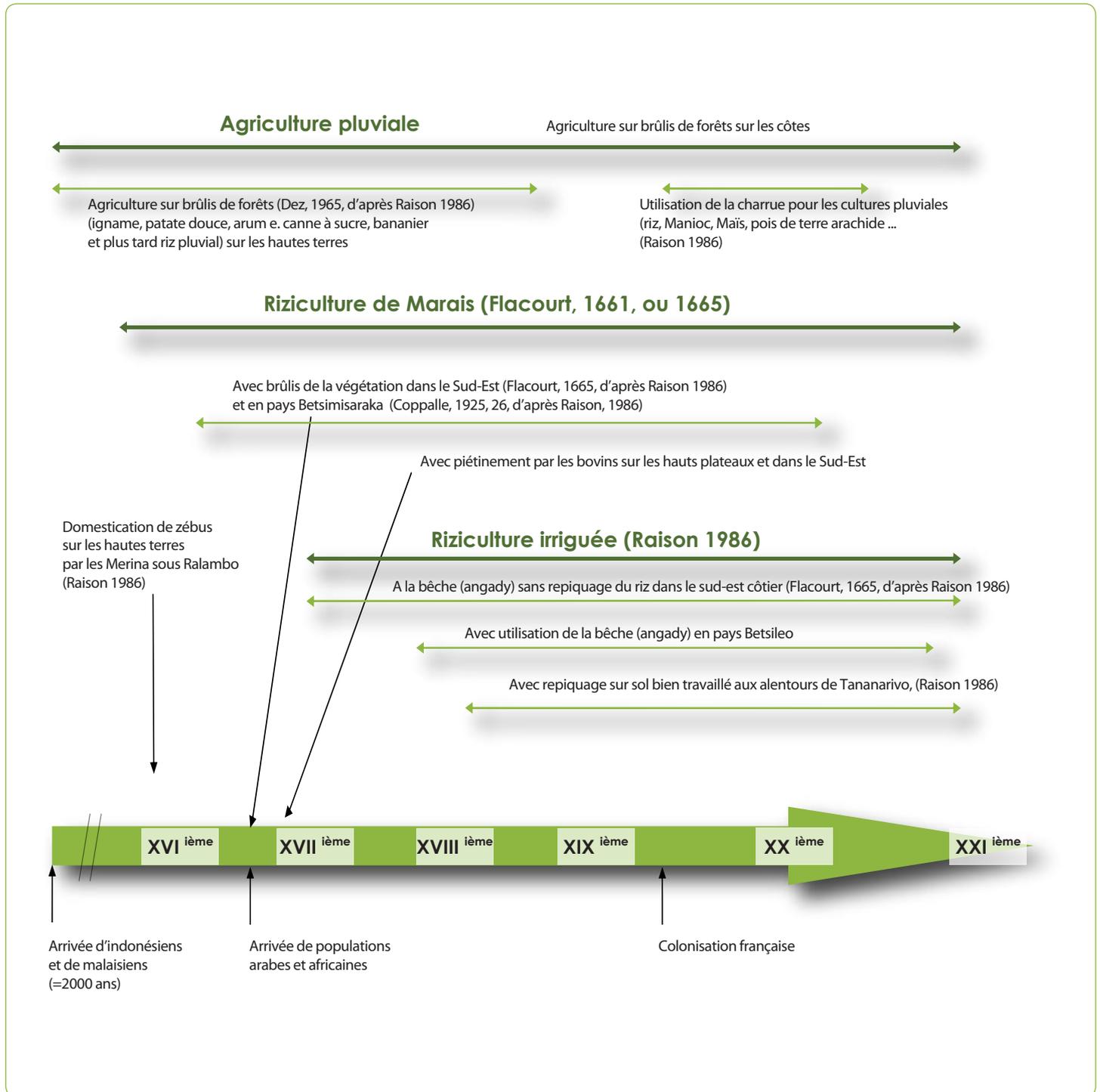
des vents et des feux. La majeure partie des sols sont profondément altérés, de couleur rouge, fortement acides, compacts, avec une faible teneur en éléments fertilisants, une forte teneur en silice et en alumine. La déforestation suivie de l'érosion, a entraîné un décapage des horizons superficiels, les seuls contenant de la matière organique et ayant une potentielle fertilité. Actuellement, le territoire malgache est principalement recouvert de savanes dégradées d'*Aristida m.*, d'*Hyparrhenia r.*, d'*Heteropogon c.*, d'*Imperata c.* ou s'installent parfois des arbustes de type *Lantanae c.* et goyaviers sauvages et ravenala (Bossier et Razafindrakoto, 1969).

Certains modes d'exploitation agricole et forestière, les mines et l'importation d'espèces animales et végétales envahissantes ne font que renforcer les menaces qui pèsent sur les ressources naturelles et par conséquent sur les conditions de vie des communautés paysannes.

1.1.2 L'agriculture malgache des temps anciens à nos jours (d'après Raison, 1986)

L'histoire de Madagascar est basée sur la colonisation de diverses populations dans des terroirs. Il y a environ 2000 ans, les premiers habitants d'origine indonésienne et malaisienne sont installés sur les hauts plateaux relative-

ment fertiles et protégés des envahisseurs. Depuis, la gestion des terroirs a été influencée par des facteurs naturels et sociaux, dont les interactions ont entraîné les transitions agricoles suivantes.



De l'agriculture sur défriche brûlis de couverts forestiers à la riziculture irriguée, l'agriculture malgache a toujours évolué pour s'adapter aux nouvelles contraintes. La comparaison des dynamiques agraires de différents

villages des hauts plateaux montre que les **conventions sociales** et les **systèmes de pouvoir** influencent tout autant les **systèmes d'exploitation** que les **potentialités agronomiques** des terroirs (Raison 2006).

1.1.3 Les innovations paysannes et du développement les plus récentes

Depuis le début du siècle, les politiques agricoles et les interventions directes de l'État dans l'aménagement du territoire ont favorisé l'expansion de la riziculture dans les plaines. A partir du début des années soixante-dix, l'innovation paysanne la plus spectaculaire est l'expansion rapide de la **culture du riz** pluvial avec la **charrue attelée**, laquelle était conventionnellement utilisée pour la riziculture de bas-fond et promue pour le développement agricole, notamment dans les zones pionnières (cuvette du Lac Alaotra et Moyen Ouest, Raison, 1986). Cette culture, pratiquée plus intensément par les paysans ayant peu d'accès à la riziculture irriguée, permet à certains d'étendre leurs cultures et de faire fructifier leur capital foncier. Enfin, le repiquage en ligne a largement été diffusé dans les années 1960 et 70.

Depuis le début des années 1990, les systèmes de **riziculture intensive** et **améliorée** (SRI et SRA, cf. § 2.3.2) sont promus car ils permettent, **quand l'eau peut être maîtrisée**, d'obtenir des rendements de deux à trois fois supérieurs aux deux tonnes/ha généralement obtenues. Les rendements obtenus varient cependant très fortement en fonction des rizières et des niveaux d'intensification en main d'œuvre et en intrants. Depuis la découverte à Madagascar par le Père De Laulanié de ces techniques déjà pratiquées au **Vietnam** et en **Chine** sous le nom de « **dapog** » et **étudiées** au **Japon** par Katayama, elles sont vulgarisées dans plusieurs régions avec l'appui de divers organismes (ONG Tefy Saina et groupement SRI Madagascar). Si ces techniques ont rencontré un franc succès dans les **rizières bien aménagées** des pays Betsileo, très peu de riziculteurs malgaches les ont adoptées dans leur totalité : exigeantes, elles requièrent en effet une **gestion régulière de l'eau**, l'utilisation de fertilisations organiques, le repiquage de plants

jeunes en ligne, des sarclages manuels... A Madagascar, l'adoption de ces techniques pertinentes mais plus contraignantes est principalement confrontée aux **faibles superficies de rizières sur lesquelles les paysans peuvent maîtriser les niveaux d'eau**, mais aussi à des habitudes de culture de sociétés rurales fortement influencées par **le respect des anciens et des traditions** (Tefy Saina, 2009). De plus, le SRI avec repiquage de petits plants de deux ou trois feuilles est **risqué** quand survient un cyclone ou de fortes précipitations dans des **rizières mal drainées**.

Enfin, les **systèmes de culture sous couverture végétale** (SCV, cf. §1.3.1) ont été diffusés dans la région d'Antsirabé depuis 1988 puis dans d'autres régions depuis 1998. En comptabilisant des parcelles où les paysans labourent les sols pour entrer ou revenir dans une gestion SCV et des jachères de plantes de couverture (PC), les surfaces totales sont estimées en 2009 à plus de 5000 hectares répartis chez plus de 8000 exploitants dont la plupart sont de petits paysans appuyés par des projets (Rakotondramanana et al., 2010). Il semblerait que le **Moyen Ouest, suivi du Lac Alaotra** représentent deux régions où les adoptions paysannes de ces techniques sont les plus fortes. Ces **zones de migrations récentes** sont caractérisées par des terres de cultures pluviales relativement fertiles et abondantes. Les paysans du Moyen Ouest ne possédant que très peu de rizières et constatant que les plantes de couverture telles que le *stylosanthes g.* limitent les dégâts d'un redoutable parasite (*Striga asiatic*) sur le riz pluvial et le maïs, semblent répondre très positivement à l'offre des SCV. Dans tous les cas, l'extension de ces innovations dépend des caractéristiques environnementales et socio-économiques locales, conjuguées aux modalités de diffusion utilisées.

1.1.4 Quelques données fondamentales et récentes sur Madagascar et son agriculture

Superficie : 587 000 km²

Population : 19 000 000 avec d'importantes concentrations sur les hauts plateaux et dans les grandes villes de l'île

Densité : 31 hab/km² (3 ha/hab.)

Accroissement démographique : (2,7%/an)

IDH : 0,533, (143^{ième} position sur 177 pays)

PIB/hab : 320 dollars/an/hab

Nombre de ruraux : 13 870 000 (2010)

Nombre d'exploitations : 2 774 000

Territoire exploité : 20% car beaucoup de zones sont incultes et/ou utilisées comme pâturages

Surfaces cultivées : 5% (2006)

Part agriculture/PIB : 25%

L'agriculture malgache est encore souvent caractérisée par des techniques de production traditionnelles et rudimentaires, l'inexistence de surplus, une faible commercialisation et valorisation des produits et des sous-produits agricoles (Razafindraibe, 2001). En milieu rural, où 70% des paysans vivent au dessous du seuil de pauvreté, la population vit principalement d'une agriculture d'autosubsistance. Malgré l'interdiction de l'abattis-brûlis (*Tavy*), cette technique culturale fait toujours partie intégrante des systèmes de production des agriculteurs du corridor forestier de Madagascar. Dans cette région, la stratégie des paysans repose notamment sur l'augmentation de la force de travail familiale afin de sortir de leur état actuel de pauvreté par une exploitation

plus soutenue des ressources naturelles disponibles (Bertrand, 2003, Styger, 2007). Dans la plupart des régions de l'île, l'augmentation de la pression démographique conjuguée à des pratiques de culture et d'élevage devenues aujourd'hui inadaptées à la fragilité des sols latéritiques, entraînent des dégradations considérables des ressources naturelles (sols, eau, forêts) et une stagnation ou une diminution de la productivité du travail agricole. L'absence de politique agricole sérieuse depuis des décennies en matière d'appui au monde rural (accès aux crédits et aux marchés, aménagement du territoire, vulgarisation technique) ne contribue pas à améliorer la situation agricole.

1.1.5 Les problématiques agricoles actuelles

Que ce soit en forêt ou en savane, la répétition des cycles de culture après le brûlis ou le labour de jachères de plus en plus courtes avec de faibles fertilisations organiques et/ou minérales, provoque l'interruption des processus biologiques en jeu dans la production de biomasse végétale (Pfund, 2000, Rahajaharito, 2004). Ces processus conduisent souvent à l'installation de couverts herbacés peu denses et à l'augmentation du ruissellement et de l'érosion sur les bassins versants. Cette extension des savanes provoque la diminution de la productivité du travail agricole des paysans et entraîne la colonisation de nouveaux espaces. Dans ces conditions, **la mise en va-**

leur de terres de tanety¹ ou de bas-fonds inondables caractérisées par de fortes contraintes biophysiques (pluviosité, pauvreté des sols, régime hydrique, pentes...) et/ou socio-économiques (pauvreté de la population, faible accès aux marchés et aux services de développement, manque d'infrastructures...) représente un enjeu de plus en plus considérable pour augmenter la production agricole. Etant donné les flux migratoires et l'extension agricole en milieu rural, la **sécurisation foncière** est une question de premier plan pour la gestion durable des ressources naturelles. Dans un contexte d'agriculture familiale dépourvue de ressources financières, l'intensification agricole

1 - *Tanety* : Terres de collines auparavant peu valorisées dans beaucoup de régions car fortement appauvries par les brûlis et l'érosion. Leur végétation herbacée est régulièrement brûlée en fin de saison sèche pour obtenir des repousses appréciées des bovins et favoriser le ruissellement et l'alimentation en eau des rizières.

est difficilement envisageable via des intrants chimiques dont les coûts déjà forts élevés dans cette île, augmentent régulièrement en milieu rural. De plus, au niveau mondial, les principales réserves de phosphore (P), voire de potasse (K), risquent d'être épuisées d'ici 50 à 60 ans et la fabrication et le transport des engrais azotés consomment beaucoup d'énergie fossile. Par ailleurs, sur la plupart des **sols ferallitiques pauvres** soumis à un climat sud-hu-

mide ou tropical humide, **l'utilisation des seuls engrais minéraux est peu efficace du fait des pertes élevées** par **érosion** et/ou de l'absorption du phosphore par les sols, un des éléments limitant les productions agricoles sur les collines (Rahajaharitombo, 2004). Dans ce contexte, il devient urgent de **renforcer et développer des pratiques agricoles accessibles aux paysans, performantes et moins consommatrices de ressources naturelles.**

1.2 Concept, dynamique et intervention d'AVSF en agro-écologie

1.2.1 Que signifie le terme agro-écologie ?

Selon Gliessman, 1998, l'agro-écologie s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels et des formes traditionnelles d'agriculture. Dans ces systèmes, la productivité de la végétation est importante due à l'efficacité des organismes vivants dans le recyclage des nutriments (Altieri, 1998). Les concepts et principes de l'écologie appliqués à l'agriculture sont :

- ▶ Recyclage de la matière organique dans un système fermé pour limiter les pertes de nutriments
- ▶ Diversité d'espèces liées par des relations à bénéfices mutuels (symbiose, complémentarité)
- ▶ Forte productivité de biomasse du milieu

Dans la pratique, le fonctionnement des systèmes agro-écologiques repose souvent sur les cinq composantes et fonctions suivantes :

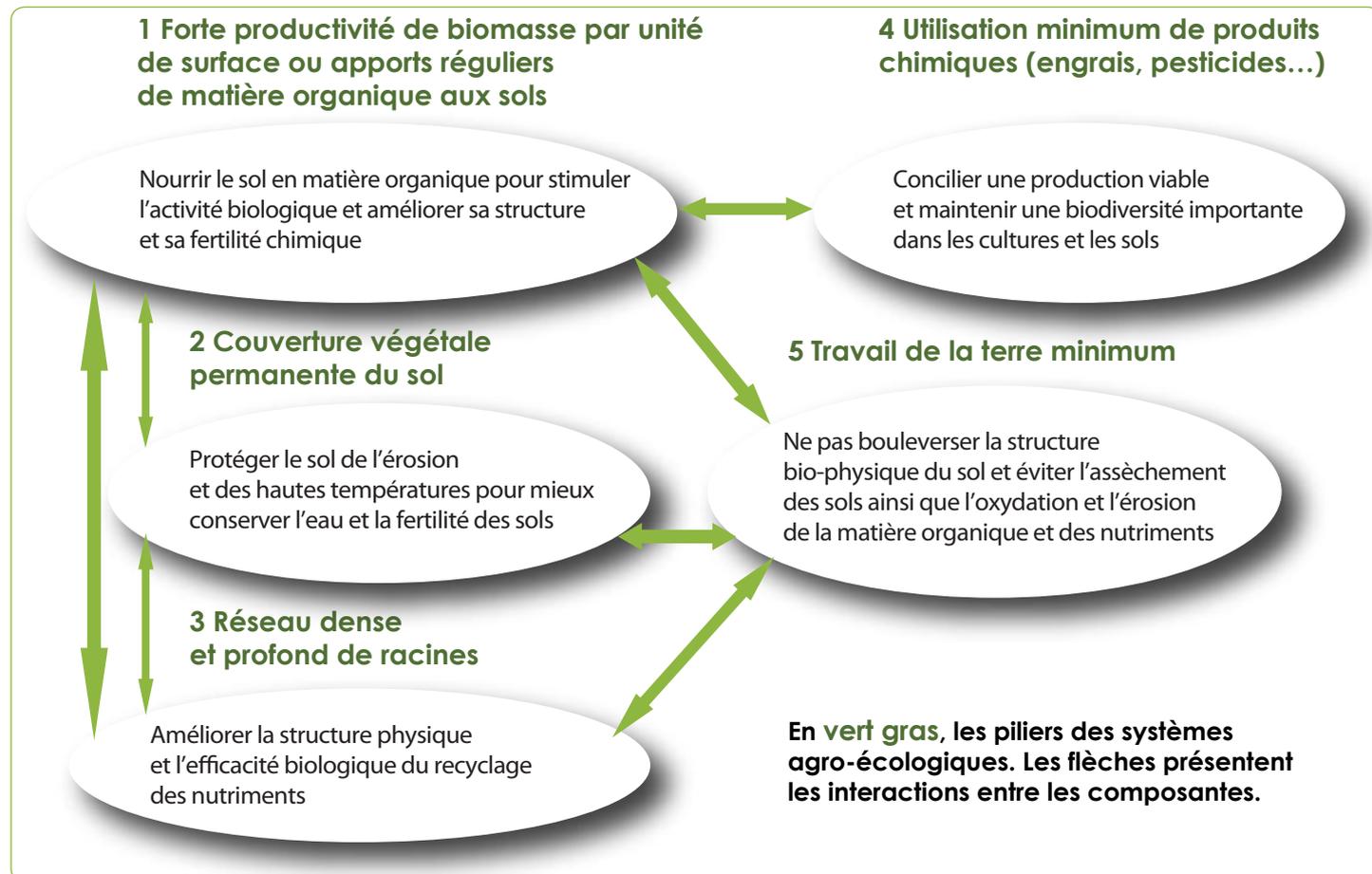


Figure 1 : Fonctionnement des systèmes agro-écologiques

Ces principes d'agro-écologie englobent ceux de l'agriculture de conservation², mais sont plus ambitieux en matière de réduction de l'utilisation de produits chimiques (engrais, pesticides...). Ils sont aussi à la base du concept de permaculture dont l'objectif est de maintenir une agriculture reproductible à l'infini pour la création de sociétés humaines durables. Dans ces systèmes de culture, l'habitat devient plus favorable à l'accroissement de la micro et macrofaune du sol dont l'activité améliore la fertilité des sols. Plusieurs études ont démontré que les systèmes qui s'appuient sur l'association de diverses espèces de plantes peuvent être deux à trois fois plus productifs que les monocultures (Altieri, 1999 ; Tilman D. et al., 2001, Ho M.W, 2002).

Cette diversité des plantes cultivées dans et autour des parcelles, favorise :

- ▶ L'exploration des sols par les différents systèmes racinaires,
- ▶ La valorisation de l'énergie solaire par les différents étages foliaires,
- ▶ L'installation de micro-climats entre les plantes,
- ▶ La diversification des populations de micro-organismes du sol dont l'activité améliore l'efficacité des prélèvements de nutriments par les plantes (Rizhobactéries des légumineuses pour la fixation de l'azote, mico-

rhyses de certaines plantes pour la libération phosphore sous la forme de P_2O_5 ... (Perry, 1989),

- ▶ La diminution des parasites et l'augmentation des auxiliaires des cultures dans certaines conditions écologiques,
- ▶ Une meilleure gestion des risques et une meilleure répartition de la charge de travail et des revenus de l'exploitation.

Dans les parcelles des paysans, les pratiques agro-écologiques permettraient donc une augmentation progressive à long terme de la productivité des systèmes de culture. Ceci s'expliquerait par une potentielle diminution des temps de travaux et des dépenses en intrants conjuguée au maintien ou à l'augmentation des productions obtenues dans des systèmes de culture plus naturels (Fukuoka, 1978). Ces systèmes agro-écologiques, déjà pratiqués par les petits paysans de certains pays tropicaux (principalement cultures associées, agroforesterie et intégration agriculture-élevage), semblent représenter un outil très adapté pour renforcer les petites agricultures familiales (Altieri, 2002). Dès lors, ces techniques sont perçues comme un moyen de lutte efficace contre la pauvreté en milieu rural et suscitent de plus en plus d'intérêt de la part des différents organismes de la communauté internationale.

1.2.2 Agro-écologies paysannes ou/et SCV ?

Les pratiques agro-écologiques paysannes sont fréquemment opposées à des agricultures de conservation motorisées et basées sur des SCV (semis sans labour sur couverture végétale), mises en oeuvre dans de grandes exploitations motorisées utilisatrices de nombreux produits chimiques.

Depuis les premiers essais sur de grandes exploitations aux Etats Unis en 1960 et au Brésil en 1971, les surfaces cultivées en SCV motorisés ont ainsi fortement augmentées dans plusieurs agro-systèmes du monde. En 2005, au Brésil et en Argentine, 60% des surfaces cultivées étaient gérées en SCV. Le Canada,

l'Australie, le Paraguay, l'Inde, la plaine du Gange, le Chili mais aussi les Etats Unis où 12% des terres en SCV sont néanmoins régulièrement labourées, sont les autres nations où les surfaces en SCV sont les plus élevées (Derpich, 2007). Sur le plan technique, cette extension spectaculaire des SCV motorisés s'explique par plusieurs raisons : la mise au point de semoirs capables de fonctionner sans travail préalable du sol, l'utilisation d'herbicides totaux détruisant les adventices (rôle principal du travail du sol dans les itinéraires classiques), mais également l'extension des PGM de soja, maïs et coton résistants au glyphosate, herbicide foliaire systémique fonctionnant mieux

² - L'agriculture de conservation (AC) vise des systèmes agricoles durables et rentables et tend à améliorer les conditions de vie des exploitants au travers de la mise en oeuvre simultanée de trois principes à l'échelle de la parcelle : le travail minimal du sol ; les associations et les rotations culturales et la couverture permanente du sol.

que les herbicides à effet racinaire sur un sol non travaillé.

Sur un total estimé à 95.757.000 hectares de SCV en 2002, seuls 450 000 ha, soit 0,5% des surfaces totales, auraient été mis en place dans près de 200 000 petites exploitations familiales (Wall et Ekbar, d'après Derpich, 2008). La majorité de ces « petits » paysans pratiquant des SCV (ou des formes plus complètes d'agro-écologie) vivent au Brésil, où plusieurs programmes de vulgarisation les ont accompagnés avec commercialisation de petits matériels agricoles tels que des semoirs

à deux roues, des pulvérisateurs et fertilisants manuels ou à traction animale, la « matraca » (cane planteuse), le « rolofaca » (rouleau ayant pour objectif de coucher les couverts végétaux au sol).

Dans des systèmes de polyculture et d'élevage familiaux avec peu d'intrants, tels que ceux rencontrés sur le continent Africain et à Madagascar, les dynamiques de l'adoption paysanne de ces techniques restent controversées (Giller, 2008, Serpantié 2009). Il semble donc nécessaire d'évaluer plus profondément leur pertinence dans de tels contextes.

1.2.3 Les paysans malgaches pratiquent déjà l'agro-écologie

Dans plusieurs régions malgaches, les paysans pratiquent par ailleurs déjà des associations de cultures et des jachères et/ou utilisent des arbres pour reconstruire la fertilité de leurs parcelles. Ils utilisent des fertilisations organiques et limitent autant que possible les travaux des sols et l'usage de produits chimiques. La majorité de la production de vanille malgache est ainsi pratiquée sans travail du sol et sur couverture végétale, le support de la vanille étant souvent un arbuste de la famille des légumineuses : le *Gliricidia sepium*. Comme pour la grande majorité des agricultures paysannes du monde, l'agro-écologie n'est donc pas une nouveauté, même si certaines innovations promues aujourd'hui par la recherche ou le développement peuvent permettre d'améliorer fortement ces pratiques, ou de développer des systèmes parfois plus adap-

tés aux contraintes des familles paysannes.

L'évolution souvent constatée de leurs pratiques vers des systèmes de culture non durables est souvent liée à des facteurs non maîtrisés (peu de terres de qualité disponibles, insécurité foncière, pression des mauvaises herbes, manque de biomasses végétales et de fumures organiques, pression des ravageurs). Les fortes dégradations entraînées par la pratique de brûlis pour le reverdissement des pâturages sur les zones rizicoles semblent liées aux contraintes rencontrées par ces agriculteurs et au peu d'intérêt immédiat à gérer et maintenir des couverts végétaux sur les collines. Pour les agriculteurs sur brûlis en zone côtière, ces pratiques sont souvent dues au manque d'opportunités pour le développement d'alternatives agricoles.

1.2.4 Rappels concernant la coopération d'AVSF dans le domaine de l'agro-écologie à Madagascar

A Madagascar où l'entretien et l'amélioration de la fertilité des sols par des apports de matière organique réguliers et suffisants représentent un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de vie des familles paysannes et la préservation de l'environne-

ment, AVSF développe depuis 2002 quatre projets de promotion d'innovations agro-écologiques, avec des communautés et organisations paysannes, dans trois régions différentes (Annexe 1).

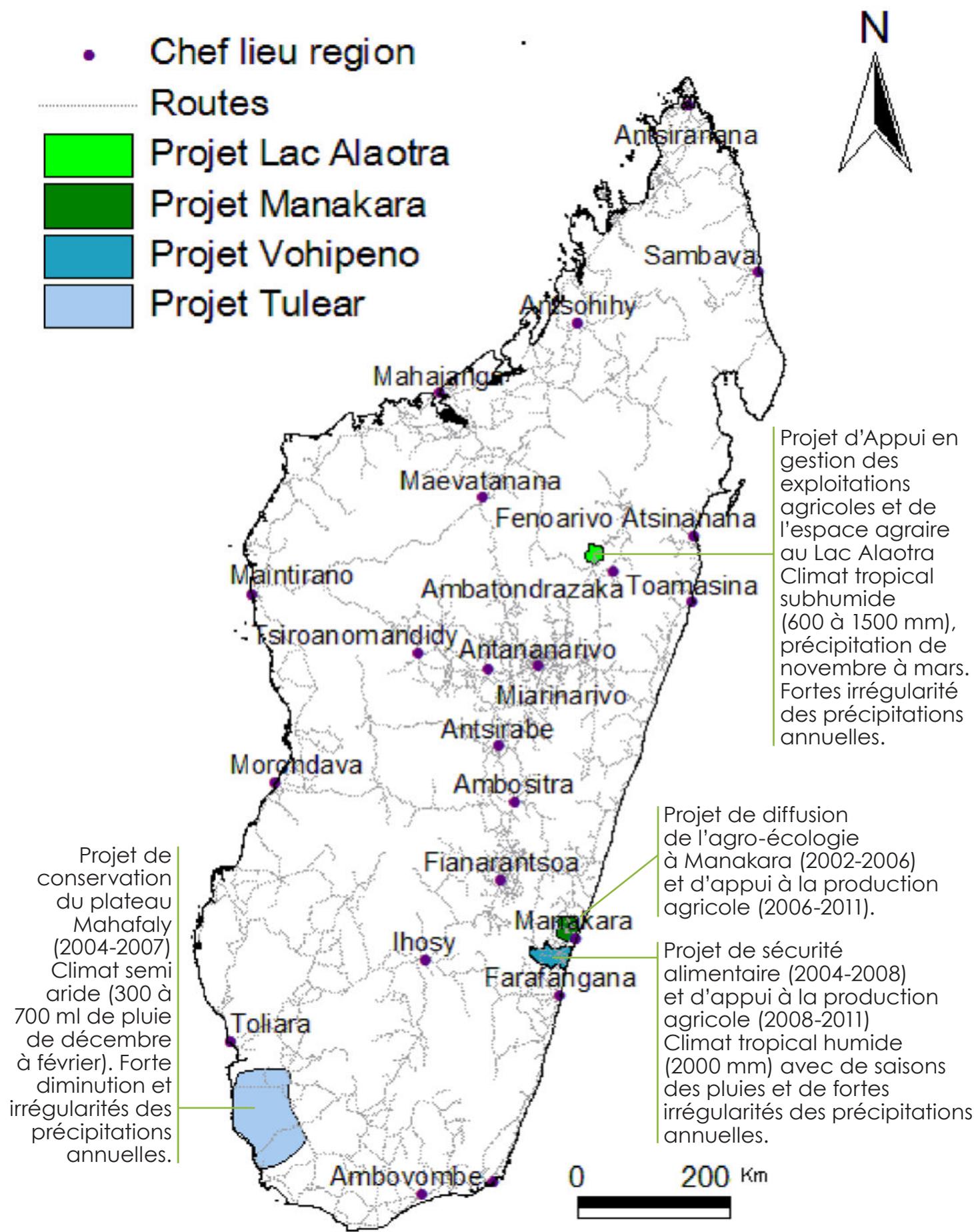


Figure 2 : Localisation des zones de promotion de l'agro-écologie

Dans ces régions écologiques diversifiées, les modes d'exploitation du milieu et les problématiques de développement agricole sont très différentes (cf tableau 1).

Tableau 1 : Comparaison des systèmes agraires des zones de promotion de l'agro-écologie

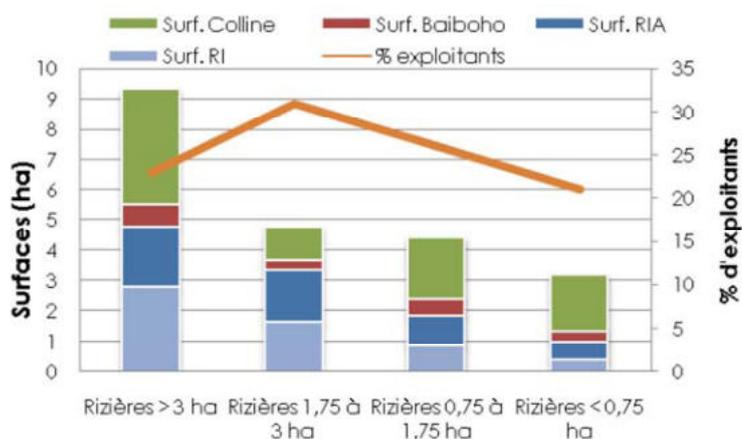
	Rive ouest du Lac Alaotra	Vohipeno, Manakara	Tulear
Type de sol	Collines : Sols ferrallitiques sur roches granito-gneissiques et migmatiques plus ou moins argileux. Bas-fonds : Sols plus ou moins sableux et tourbeux et enrichis d'alluvions et colluvions.	Collines amonts : Sols ferrallitiques sur roches granito-gneissiques. Collines proches de la côte : Sols sableux et ferrugineux. Bordure des fleuves : Sols de colluvions et alluvions. Plaines marécageuses : Sols sableux et tourbeux.	Collines : Sables roux sur roches sédimentaires. Bas-fonds : Sable roux et colluvions. Sols sableux sur toute la bande littorale.
Ecosystème naturel	Collines : Savanes à <i>Aristida m.</i> et <i>Cynodon d.</i> Bas-fonds : Couvert herbacé et arbustif.	Collines amonts : Savane à <i>Hypparhenia r.</i> <i>Aristida m.</i> et <i>Imperata c.</i> et arbustes ou forêts tropicales. Bas-fonds : Couvert herbacé et arbustif (Niaouli).	Collines et bas-fonds : Forêt sèche riche en espèces épineuses et endémiques et savanes à <i>Hypparhenia r.</i> et <i>Hétéropogon c.</i>
Milieu humain	Densité de population assez faible. Agro-éleveurs avec un accès aux bas-fonds et aux rizières aménagées relativement important. Région Alaotra produit annuellement plus de 200 000 tonnes de riz dont elle exporte plus de 80 000 tonnes.	Densité de la population élevée (173 hab/km ²) avec de fortes disparités. Agro-éleveurs avec rizières de bas-fond pour l'autosubsistance. Les revenus issus des cultures commerciales sont d'un faible apport (moins de 20% du revenu total). 2/3 de la population vit au dessous du seuil de survie.	La densité de la population du plateau Mahafaly est très faible. Agro-éleveurs pauvres pratiquant l'élevage bovin et la transhumance. Plus de 55% de la population ne satisfait pas ses besoins alimentaires de base.
Base des systèmes de production	Riziculture irriguée attelée ou avec motocolteurs. Culture avec très peu d'intrants chimiques de riz pluvial, manioc, pois de terre, maïs, arachide sur labour après des jachères à graminées. Maraîchage de contre-saison dans les bas-fonds. Plus de la moitié des familles ont des bœufs de trait, des poules et/ou des palmipèdes et porcins.	Riziculture peu irriguée et productive. Culture sans intrants chimiques de manioc, patate douce, riz pluvial après brûlis des jachères arbustives ou décapage manuel des graminées. Vergers diversifiés de case et cultures de rente, élevage de volailles. De 20 à 40% des exploitations ont des bœufs pour le piétinement des rizières.	Elevage de bovins transhumants. Culture sans intrants chimiques de manioc, maïs, niébé, dolique et patate douce après brûlis des couverts ligneux ou décapage manuel des mauvaises herbes. Elevage de caprins, poules et dindes. Culture de riz dans certains bas-fonds. Produits de collecte.
Problèmes agricoles	Brûlis, surpâturage et mise en culture des collines accentuent l'érosion des sols. Diminution de la productivité végétale des rizières et des collines. Augmentation du prix des intrants et baisse du prix du riz.	Bas-fonds souvent inondés et difficiles à drainer. Décapage et/ou défriche brûlis sur les collines accentuent l'érosion et les inondations des rizières. Dégâts générés par les cyclones et les pluies torrentielles	Défriche-brûlis et surpâturages des savanes et forêts sèches. Diminution des précipitations annuelles avec de fortes irrégularités interannuelles. Savanisation de la végétation et aridification du milieu.

1.2.5 Evolution récente de l'agriculture dans les trois régions de coopération

Au Lac Alaotra, l'expansion rapide des cultures et des reboisements d'eucalyptus sur les collines anciennement dévolues au pâturage a entraîné des modifications de l'effectif des troupeaux bovins et des stratégies de leur alimentation, avec notamment la valorisation des pailles de riz pour les bovins et du fumier pour les cultures pluviales. Ces adaptations s'inscrivaient dans une logique d'expansion combinée du domaine rizicole dans les plaines et du territoire pastoral sur les versants (Garin, 1998). Sur la rive est, l'altération des roches volcaniques a localement donné naissance à des sols ferrallitiques relativement productifs. Dans la partie nord-est où les plaines rizicoles sont plus rares, la culture des collines (*tanety*) avec des SCV basés en particulier sur la rotation maïs + légumineuses / riz pluvial, s'est accrue ces dernières années (Domas et al., 2009). Plus à l'est et au sud-est du Lac, de larges bandes de sols alluvionnaires exondés (*baiboho*) dont la texture favorise le maintien et les remontées capillaires de nappes d'eau, sont de plus en plus cultivées avec des cultures maraîchères de contre-saison. Sur certains bas-fonds, on constate une augmentation

continue des systèmes de culture riz/vesce/ riz en semis direct ou après labour des sols. En revanche, la rive ouest du Lac Alaotra repose sur des sols ferrallitiques pauvres sur socle granito-gneissique et comprend de grandes plaines rizicoles aménagées principalement composées de sols hydromorphes et tourbeux plus ou moins sableux (Raunet, 1984) (Annexe 2). Sur les rizières à irrigation aléatoire (RIA), les rendements rizicoles et les possibilités d'y cultiver des plantes de couverture en contre saison sont beaucoup plus faibles. De fortes irrégularités des précipitations inter-annuelles et intra-annuelles exposent régulièrement les cultures installées sur collines aux sécheresses et les rizières à irrigation aléatoire aux inondations. Par exemple, de 2005-2006 à 2006-2007 les précipitations sont passées de 617 mm à 1522 mm et ont été très irrégulièrement réparties (Annexe 3).

Du fait des surfaces beaucoup plus élevées de rizières irriguées (RI) par habitant et de la sécurisation relative de ce mode de production, la majorité des collines sont cultivées de façon extensive.



Sur la rive ouest du Lac Alaotra, plus de 54 % des exploitations ont plus de 1,75 ha de rizières qui assurent normalement l'autosuffisance en riz de la famille. Plus les surfaces de RI par exploitation diminuent, plus la proportion des surfaces de RIA est élevée. La part relative des baiboho et des collines cultivés par les exploitants avec peu de rizières est aussi beaucoup plus élevée.

Figure 3 : Structure des exploitations d'Amparafaravola au Lac Alaotra (nombre d'exploitations enquêtées = 802)

Depuis 3 ans au Lac Alaotra, la diminution des effectifs des troupeaux des exploitants et l'augmentation rapide des motoculteurs (kubota) permettent certes d'augmenter la productivité du travail agricole mais risquent d'accélérer l'appauvrissement des sols qui seront alors plus facilement labourés mais moins fertilisés avec du fumier. Cette évolution pour-

rait aussi limiter les possibilités de mise en valeur agricole des terres de collines où le fumier est indispensable (Garin, 1998, Laulanié H., 2005) et exposer les paysans à une forte dépendance au prix du gasoil et des intrants agricoles.

A Manakara et à Vohipeno, on constate une

extension de la riziculture plus ou moins irriguée combinée à la mise en valeur des collines. Cette évolution est conjointe à la diminution du poids des cultures de rentes dans la formation des revenus paysans. L'élevage de subsistance de volaille est très répandu alors que seuls 25 à 35% des ménages ont des zébus afin de faire piétiner les rizières.

A Tulear, on constate une diminution des troupeaux bovins par famille et un accroissement

des surfaces cultivées en manioc, maïs, niébé, arachide... Par endroit, les surfaces de maïs diminuent du fait de l'assèchement du climat, conjugué à l'accroissement des pressions contre les feux de brousses. La culture de sorgho est alors proposée comme alternative mais cette culture moins appréciée des paysans est très sensible aux attaques des oiseaux et des borers (chenilles foreuses de tiges et d'épis).

2 De l'analyse des terroirs et des exploitations agricoles aux propositions

2.1 Une approche terroir ou bassin versant

Cette échelle d'action a été retenue suite au constat que les techniques agro-écologiques doivent s'intégrer comme un outil de gestion sociale et technique des ressources naturelles des bassins versants et terroirs (Chabierski S. et al., 2005). La démarche participative poursuivie par AVSF au Lac Alaotra et à Vohipeno, inspirée des approches MARP (Méthode Accélérée de Recherche Participative) et APPAD (Approche et Démarche Participative pour la Pérennisation des Actions de Développement en milieu rural) du PLAÉ (Programme de Lutte Anti-érosive) consiste tout d'abord à réaliser des **diagnostics participatifs** des **modes de gestion des ressources naturelles** et des **problèmes environnementaux et agricoles rencontrés** par les habitants des **terroirs**. Les diagnostics réalisés s'intéressent aux deux aspects suivants :

- ▶ Les caractéristiques du **milieu biophysique** (zonage agro-écologique, climat, relief, sols, pluviométrie, végétation, cultures pratiquées) et **humain** (densité de population, structures et organisations rurales, conditions de vie, situation foncière, accès aux marchés, centre d'intérêt et attentes des acteurs).
- ▶ Les **caractéristiques** des différents **types d'exploitation** et des **systèmes de production** pratiqués. Ce travail nécessite l'organisation d'ateliers de **diagnostics participatifs** complétés par des entretiens et des

enquêtes d'un **échantillon** représentatif d'exploitations paysannes.

Ces diagnostics permettent d'évaluer les **contraintes et opportunités** pour le développement agricole au niveau des **terroirs** (accès au crédit, filière d'approvisionnement, commercialisation) et des **exploitations** (activités agricoles, fonctionnement de l'exploitation, combinaison des activités agricoles et d'élevage, identifications des facteurs de choix et des points de blocage limitant la production ou la productivité du travail). Ils permettent ainsi de mieux identifier les terroirs où les **dynamiques socio-économiques et agricoles** s'orientent vers des **modes de gestion de la fertilité des sols**. Ces diagnostics constituent une base pour la mise en œuvre participative de **schémas d'aménagement** des terroirs. Dans ce processus, les équipes des projets proposent des séances d'animation aux communautés paysannes et autorités locales afin que des noyaux d'acteurs locaux se mobilisent pour :

- ▶ Sensibiliser, former et mobiliser des paysans/nes et des groupements d'individus dans l'amélioration de pratiques agro-écologiques existantes et/ou l'expérimentation et la diffusion de techniques agro-écologiques adaptés.
- ▶ Identifier de manière collective les activités organisationnelles les plus adaptées pour lever des contraintes existantes sur les ter-

roirs (Mise en œuvre de règle de gestion avec responsabilisation des usagers, accès aux marchés et aux services agricoles, financiers et fonciers).

- ▶ Promouvoir la mise en pratique de plusieurs techniques agro-écologiques complémentaires pour la mise en valeur des différentes unités de paysages des sous bassins versants.
- ▶ Promouvoir les échanges d'expériences entre familles paysannes de différents terroirs.
- ▶ Renforcer progressivement la mobilisation pour étendre les aménagements agro-écologiques chaque année et mieux pro-

téger les sols sur l'ensemble des bassins-versants.

- ▶ Contribuer ainsi à la protection des aménagements agricoles réalisés contre l'érosion et les inondations, les divagations d'animaux, les feux de brousse, les vols, etc.
- ▶ Suivre et évaluer de manière participative les activités à l'aide de cartes des terroirs.
- ▶ Impliquer des personnalités et des autorités locales dans un souci de pérenniser la mise en œuvre d'activités ou services développés.
- ▶ Programmer collectivement les moyens humains et financiers pour la mise en œuvre des activités.



Figure 4 : Organisation des travaux d'aménagement d'un bassin versant (Vohipeno)



Figure 5 : Paysans impliqués dans l'aménagement d'un bassin versant (Lac Alaotra)

Cette approche est utile pour identifier les **appuis techniques et organisationnels** souhaités par les **populations locales**. Les plans d'actions annuels et pluriannuels par terroirs sont alors décrits dans des schémas d'aménagement mis en œuvre par des groupes de paysans. Cependant, la mise en œuvre de schémas d'aménagement donne des résul-

tats très différents en fonction des problèmes agricoles rencontrés et des dynamiques de mise en valeur des sols des populations locales (AVSF Lac Alaotra, (a) 2010). Les travaux d'aménagements à l'amont des collines ne sont souvent réalisés que lorsque la sécurisation des productions des bas-fonds rizicoles est urgente.

2.2 Organiser un véritable conseil à l'exploitation

A l'opposé d'une démarche de vulgarisation « autoritaire » et verticale, l'approche consiste à identifier et proposer des pratiques adaptées aux différentes **stratégies** et **condi-**

tions des familles paysannes afin d'améliorer les performances de l'ensemble des **systèmes de production** des exploitations. Pour ce faire, des diagnostics de la structure et du

fonctionnement global de l'exploitation sont réalisés avec les producteurs, avant et après l'adoption de nouvelles techniques agro-écologiques ou d'améliorations des pratiques existantes, afin de :

- ▶ Prendre en compte les savoirs et innovations paysannes déjà existantes, de même que les stratégies et motivations des exploitants.
- ▶ Identifier les facteurs orientant les choix des paysans/nes et limitant la production.
- ▶ Evaluer les risques encourus par les différents types d'exploitations qui adoptent de nouvelles techniques ou modifient leurs pratiques.

- ▶ Proposer ainsi des techniques agro-écologiques adaptées aux stratégies et aux ressources foncières, financières et humaines.
- ▶ Assurer un véritable conseil à l'exploitation par un appui individualisé aux familles paysannes pour la réalisation de programmes pluriannuels de gestion de la mise en œuvre des techniques et innovations proposées.
- ▶ Evaluer les effets des nouvelles techniques introduites sur le fonctionnement des exploitations et le revenu des ménages.

Cette approche a été suivie dès le début à Vohipeno où plusieurs paysans ont mis en œuvre des techniques agro-écologiques pour atteindre leurs objectifs (AVSF Vohipeno, 2007).



Figure 6 : Vannage du riz paddy



Figure 7 : Paysan et technicien sur une exploitation gérée agro-écologiquement (Vohipeno)

2.3 Diffuser et évaluer une gamme diversifiée de systèmes agro-écologiques

Le terme de diffusion est souvent utilisé pour désigner l'appui à la mise en place, à la gestion et l'adaptation de techniques éprouvées en station de recherche avec et chez des paysans intéressés. Pour AVSF, la diffusion s'entend également comme l'appui à l'amélioration et la promotion de techniques agro-écologiques validées par les paysans eux-mêmes dans leurs systèmes traditionnels de production. La diffusion nécessite donc de repérer les pratiques agro-écologiques existantes ainsi

que les voies d'amélioration techniques susceptibles d'intéresser les paysans. Pour toutes les innovations, les conditions d'adoption pour les différents types d'exploitations paysannes sont clairement précisées.

Outre les formations de groupes et les appuis techniques individualisés, des visites d'échanges sont organisées sur des parcelles paysannes pour favoriser les partages d'informations et d'expériences de paysans à paysans. Compte tenu des contraintes liées à l'en-

clavement et à la fragilité des sols malgaches, les techniques diffusées visent à **améliorer** la **production** et la **valorisation** de l'**ensemble** des sources de **matières organiques** (biomasses végétales, résidus d'élevage et ménagers) disponibles dans les exploitations. L'accent est porté sur des techniques de gestion raisonnée des flux de matières organiques afin d'améliorer la productivité des **systèmes**

de **cultures** et d'**élevages**. Dans cette optique, les techniques et innovations appuyées par les équipes d'AVSF à Madagascar ne se limitent pas seulement aux SCV. En fonction des **conditions socio-économiques** et **environnementales** locales, les principales techniques proposées sont documentées sous forme de fiches illustrées rassemblées dans des guides pour techniciens (AVSF Lac Alaotra (b), 2010).

2.3.1 Le semis sur couverture végétale permanente (SCV)³, et les associations et successions de cultures

Il s'agit de techniques de culture où le semis est effectué sans labour sur un sol maintenu couvert par l'utilisation de mulch et/ou d'association avec des plantes de couverture (PC). Des rotations de culture sont nécessaires et les biomasses végétales produites servent de moteur de la fertilité des sols. Les plantes

de couverture sont souvent des graminées ou des légumineuses qui poussent plus vite que les mauvaises herbes et fournissent plus de nutriments et de carbone organique au sol. Elles protègent le sol de l'érosion et améliorent sa structure physique et sa fertilité biologique.



Figure 8 : Association Maïs + Niébé pour cultiver la parcelle en SCV (Lac Alaotra)



Figure 9 : Semis de riz sur les résidus de Maïs + Dolique (Lac Alaotra)



Figure 10 : Riz semé sur les résidus d'une jachère de stylosanthes (Lac Alaotra)

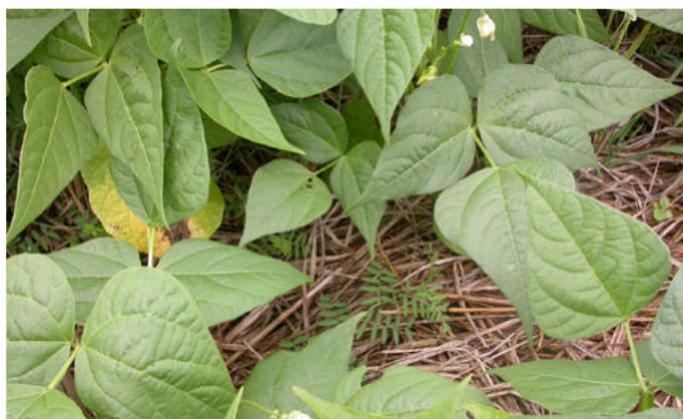


Figure 11 : Haricot blancs + Vesce v. semé à travers la paille de riz sur rizière (Lac Alaotra)

3 - Inspiré de Fukuoka, 1978, Seguy et al., 2009, Derpich, 2007, Crovetto 2006, Charpentier, 2010.

Les travaux du GSDM et de TAFE avec l'appui du CIRAD ont permis la création de différents systèmes de SCV intéressants et adaptés aux différentes conditions édapho-climatiques du pays. Gérés de façon optimale, les systèmes conçus sont très performants au niveau agronomique et environnemental (Husson et al., 2009). Cependant, sur les sols pauvres, les productions de biomasse obtenues dans les systèmes de culture avec peu ou sans engrais sont souvent insuffisantes pour assurer la res-

tructuration et l'enrichissement rapide du sol ainsi que l'élimination des mauvaises herbes (cf. § 3.1.3). Par ailleurs, certaines plantes de couverture telles que les graminées *Paspalum notatum* et *Brachiaria humidicola* ou la légumineuse *Cassia rotundifolia* sont susceptibles d'être envahissantes dans les milieux naturels et/ou d'augmenter les dépenses ou la charge de travail de désherbage pour les paysans, et sont donc généralement évitées.

2.3.2 Les systèmes de riziculture intensive (SRI) et améliorée (SRA)⁴

Ces techniques consistent à apporter au plant de riz toutes les conditions nécessaires pour optimiser sa croissance. Elles permettent de limiter les besoins en semences en améliorant les rendements du fait de la multiplication de talles⁵ vigoureuses et productives. Ceci passe notamment par une transplantation soignée

de plants jeunes (brin par brin au stade deux feuilles ou deux brins au stade trois feuilles) repiqués avec des écartements de plus de 20 cm, une fertilisation organique importante et une **gestion de l'eau parfaitement maîtrisée** afin d'éviter l'asphyxie des plants tout en stimulant leur développement racinaire.



Figure 12 : Repiquage en ligne de plants jeunes de 10 jours (Lac Alaotra)



Figure 13 : Paysan et technicien devant des rizières gérées en SRA (Vohipeno)

L'entrée et l'évacuation régulière de l'eau suivie de sarclages manuels, favorisent l'oxygénation des sols et la disponibilité d'éléments minéraux pour le riz. En SRI, les plants prélevés dans les pépinières ont moins de huit jours alors qu'il est possible de repiquer des plants de quinze jours en SRA bien qu'ils aient déjà commencé à taller. Pendant deux semaines après repiquage, le sol est gardé humide, la

mise en eau et l'assèchement des rizières sont alternés en SRI, alors que l'eau n'est retirée que deux fois en SRA. Ces deux techniques nécessitent le maintien d'une lame d'eau d'au moins trois cm pendant la floraison. La parcelle est ensuite drainée trois à quatre semaines avant la récolte, pendant la maturation. Le SRA est donc une variante un peu moins contraignante que le SRI car celui-ci

4 - Inspiré de Dobelman, 1960, Henri de Laulanié 2003, 2008, Association Tephy Saina, 2008.

5 - Talle : Pousse caractéristique des graminées qui, après le développement de la tige principale, sort au niveau de la jonction entre les racines et la tige principale. Un plant de riz peut-être composé de plusieurs dizaines de talles qui seront ensuite, si les conditions de développement sont favorables, porteuses d'épis.

ne peut s'appliquer que sur des rizières où la **maîtrise** de l'**eau** est **parfaite** tout au long du cycle. Le SRA offre aussi plus de souplesse sur l'âge des plants à repiquer. L'adoption de ces techniques a été rapide en pays Betsileo où le planage et le drainage des rizières sont souvent bien réalisés, alors qu'elle est confron-

tée à plusieurs contraintes d'ordre technique et socioculturelle ou économique (matériels de préparation du sol et de sarclage) dans d'autres régions. Depuis vingt ans, ces techniques sont diffusées par un réseau de développeurs et d'ONG du « groupement SRI » à Madagascar.

2.3.3 La riziculture à irrigation aléatoire (RIA)⁶

Ces techniques reposent sur l'utilisation de variétés de riz à cycle court et/ou poly-aptitudes semées directement ou repiquées sur des rizières où les niveaux d'eau ne sont pas contrôlables. Les variétés de riz utilisées sont nommées SEBOTA et qualifiées de poly-aptitudes en raison de leur capacité à pousser

aussi bien sous une lame d'eau que sur des sols à peine humides. La plantation est réalisée en semis direct avant les pluies ou bien par repiquage lorsque les sols peuvent être facilement travaillés (Chabaud, F.X. et Ravanomanana, E., 2009).



Figure 14 : Paysan et techniciens devant des essais de variétés de riz (Vohipeno)



Figure 15 : Riz poly-aptitude sur une RIA (Lac Alaotra)

En semis direct, les temps de travaux sont beaucoup plus faibles du fait de l'absence de pépinière et de repiquage. Par contre, d'importants sarclages manuels ou chimiques sont nécessaires dans cet itinéraire, en particulier lorsque l'eau n'inonde plus les rizières.

Pour ces raisons, et de manière paradoxale, beaucoup de paysans du Lac Alaotra utilisent alors des herbicides pour limiter la pression des adventices et les temps de sarclage manuel.

2.3.4 L'intégration agriculture-élevage⁷ (IAE)

A l'échelle du terroir, il s'agit de promouvoir une gestion de l'espace agropastoral limitant les processus de surpâturage, d'érosion, et de dégradation de la végétation ainsi que les divagations des animaux dans les cultures. Ces

interventions passent souvent par la mise en œuvre de règles de gestion communautaire, conjointement à l'implantation de haies vives et de fourrages.

6 - Inspiré de Bouzinac, S., Taillebois, J., Séguy, L. 2010 et Chabaud et Ravanomanana, 2009.

7 - Inspiré de Lhoste, 2008, et de la synthèse de l'expérience en gestion des ressources pastorales au lac Alaotra d'AVSF, (AVSF Lac Alaotra, 2008).

Au niveau des exploitations, ces pratiques reposent sur l'intensification de la production de fourrages et leur conservation, la valorisation des produits et résidus de culture (gousses de haricots, son de riz, etc.) et l'élaboration de rations équilibrées pour les animaux. L'utilisation des sous-produits de l'élevage (déjec-

tions, plumes...) permet de produire du fumier pour les cultures. L'IAE repose aussi sur l'utilisation des zébus pour le piétinement des rizières dans le Sud-Est, la culture attelée et le battage du riz au Lac Alaotra, ainsi que pour le transport des produits dans ces deux régions et à Tulear.



Figure 16 : Parc amélioré avec fosse fumièrre (Lac Alaotra)



Figure 17 : Fourrages de brachiaria h. et Manioc + brachiaria h. (Vohipeno)



Figure 18 : Zone de dépôt du fumier où le riz s'est mieux développé (Lac Alaotra)



Figure 19 : Battage du riz par piétinement de zébus sur une bâche (Lac Alaotra)

Au Lac Alaotra, la fumure organique est indispensable pour la production agricole sur collines. Des expérimentations montrent que l'apport de 5 tonnes/ha de « poudrette de parc » issue des déjections bovines permet de doubler ou tripler les rendements et d'obtenir ainsi 900 à 1500 kg/ha de riz et 1000 à 2000 kg/ha de maïs. Des apports de 15t/ha permettent d'atteindre des rendements de l'ordre de 1500 à 3000 Kg/ha pour le riz et de 2000 à 4000 kg/ha pour le maïs (Garin, 1993). Dans un parc amélioré avec fosse fumièrre, la production de fumier par bovin peut atteindre une tonne par

an alors que les productions de fèces bovines collectées traditionnellement dans des parcs sans toits ni fosses sont estimées à 300 kg/an/bovin (Garin, 1998, Heislen, 2010). Plus largement, d'autres techniques telles que l'apiculture et la rizipisciculture sont appuyées par AVSF. Dans certaines zones du lac où les palmipèdes et les rizières cohabitent, les techniques japonaises consistant à conduire l'élevage de cannetons dans les rizières alors que les plants de riz ont déjà une taille et une texture les protégeant des dommages des palmipèdes, pourraient être proposées (Mae_wan Ho, 2009).

2.3.5 L'agroforesterie et les bandes enherbées⁸

L'agroforesterie est un système de production où des arbres sont associés aux cultures annuelles pour fournir des services ou des produits (Nair, 1989, Schroth et al., 2001). Les fonctions des arbres sont :

- ▶ Produire des ressources alimentaires (fruits), ligneuses et fourragères,
- ▶ Limiter l'érosion et améliorer les sols,
- ▶ Limiter les problèmes de divagation des animaux,
- ▶ Matérialiser et sécuriser la propriété foncière,
- ▶ Servir de tuteur et fournir de l'azote au système de culture (cas du *Gliricidia* associé à la vanille dans la région d'Andapa et de Sambava. Le *grévilléa* est aussi fréquemment utilisé comme tuteur de la vanille).

Il existe une grande diversité de pratiques paysannes et systèmes en fonction des conditions édapho-climatiques et socio-économiques. A Manakara et à Vohipeno par exemple, les associations d'arbres à pin, de

jacquiers, d'orangers, de bananiers et de caféiers, poivriers et girofliers sont des pratiques paysannes anciennes autour des habitations.

Au Lac Alaotra, les arbres servent souvent à matérialiser les propriétés foncières. Cependant, les espèces utilisées ne sont pas toutes agroforestières puisque l'*eucalyptus*, dont les substances allélopathiques et les prélèvements d'eau et de nutriments limitent le développement d'autres plantes, est souvent choisi en raison de sa production rapide de bois. Outre la consolidation de systèmes où les paysans gèrent des associations de divers arbres et cultures, les projets d'AVSF appuient l'utilisation de diverses espèces agro-forestières. Les arbres et arbustes proposés sont souvent des légumineuses connues des paysans (les *Acacia mangium* et *auriculiformis*, les *Leucaena glauca*, les *Prosopis* sp., les *Cajanus cajan*, les *Tephrosia vogelli*). D'autres arbustes (*Grevillea banksii*) sont aussi utilisés pour limiter l'érosion et recréer une ambiance forestière sur des collines dégradées.



Figure 20 : Pépinière d'acacia m. (Vohipeno)



Figure 21 : Haie brise vent d'acacia m. (Tulear)



Figure 22 : Jardin de case composé d'arbres fruitiers, girofliers et caféiers sous des *Gliricidia* s. (Manakara)



Figure 23 : Jachère de cajanus c. et haie de Vetiver (Lac Alaotra)

8 - Inspiré de Nair, 1989, Schroth et al., 2001.

Dans les vergers diversifiés de Manakara et de Vohipeno, les projets appuient souvent l'installation de ces arbres en association avec des plantes de couverture (*Arachis pintoï*, *Brachiaria sp.*) afin de maintenir et/ou d'améliorer la fertilité des sols.

Dans les différentes zones de coopération où l'érosion est marquée, le maintien ou l'installation de bandes enherbées anti-érosives sont proposés. Lors de la mise en culture de

zones pentues, des bandes de jachères naturelles d'*Aristida m.* et/ou d'*Hypparhenia r.* sont parfois laissées à mi pente dans les champs. Lorsque les paysans sont intéressés pour installer des bandes enherbées, des *Brachiaria (sp.)*, du *Bana-grass* ou des *Vetivers* sont plantées en courbe de niveau et avec des écartements resserrés afin de retenir les eaux et les sédiments transportés par le ruissellement. Ces plantes peuvent aussi être utilisées pour stabiliser des sols et fournir des fourrages.

2.3.6 Les associations de techniques et de systèmes agro-écologiques⁹

Les associations de techniques et de systèmes permettent un renouvellement de la fertilité des sols plus efficace que lorsque deux techniques agro-écologiques sont pratiquées séparément. De plus, ces associations sont souvent indispensables pour renforcer la cohérence et la complémentarité des modes de mise en valeurs des sols. Il s'agit par exemple d'intégrer sur les bords de parcelles gérées en

SCV, des haies vives de légumineuses arbusculaires afin de produire plus de biomasse riche en azote, tout en améliorant la protection des cultures contre les intempéries et les divagations animales. Ces haies peuvent également abriter des insectes auxiliaires utiles pour les cultures. Ces combinaisons de techniques renforcent aussi la compréhension paysanne des principes de l'agro-écologie.



Figure 24 : Riz + Stylosanthes délimités par une haie de *Cajanus c.* (Lac Alaotra)



Figure 25 : Riz récolté + Stylosanthes avec une bande d'*Hypparhenia r.* (Vohipeno)

9 - Inspirés de plusieurs systèmes d'agriculture familiale des tropiques (Agroforesterie + associations de cultures et IAE de l'Ouest Cameroun, SCV à base de maïs ou de sorgho ou mil + légumineuses avec utilisation de fumier en Amérique latine et en Afrique sahélienne et associations de Maïs ou Manioc + légumineuses embocagées par des haies vives arbustives dans le Sud de Madagascar).

3 Des adoptions paysannes assez variables des techniques agro-écologiques

3.1 Les résultats de la diffusion des techniques d'associations culturales et SCV

3.1.1 L'adoption des associations culturales et des SCV

Depuis 2002, AVSF appuie des paysans souhaitant expérimenter les SCV, les associations et successions de culture dans la gestion de surfaces adaptées aux moyens des exploitants : aide à la décision pour le choix par l'exploitation des techniques les plus appropriées à ses attentes et moyens de productions, suivi et évaluation des méthodes mises en place, aide éventuelle à l'accès à certains intrants¹⁰. En 2010, après 8 ans d'intervention, près de 1655 paysans sont appuyés sur 402 ha. Pour préciser les différents niveaux de gestion technique des parcelles, trois systèmes ont été différenciés :

► Surface en **PC** (Plante de couverture) : surface des parcelles de PC installées afin d'améliorer les sols en vue d'une reprise en cultures vivrières

en semis direct. Ces plantes sont souvent des cultures fourragères mais dans ce cas, cet usage n'est pas l'objectif principal du paysan.

► Surface en **A0** (Association de cultures vivrières et de PC) : surface des parcelles nouvellement appuyées où les semis ont été effectués après un sarclage des mauvaises herbes ou un labour. Il s'agit aussi de surfaces de parcelles déjà appuyées semées après un labour du sol du fait notamment du manque de biomasse végétale obtenue précédemment.

► Surface en **A1** (Cultures vivrières installées en SCV) : Surfaces des parcelles qui sont reprises en semis direct sous une couverture végétale cultivée ou plus rarement d'une jachère naturelle.

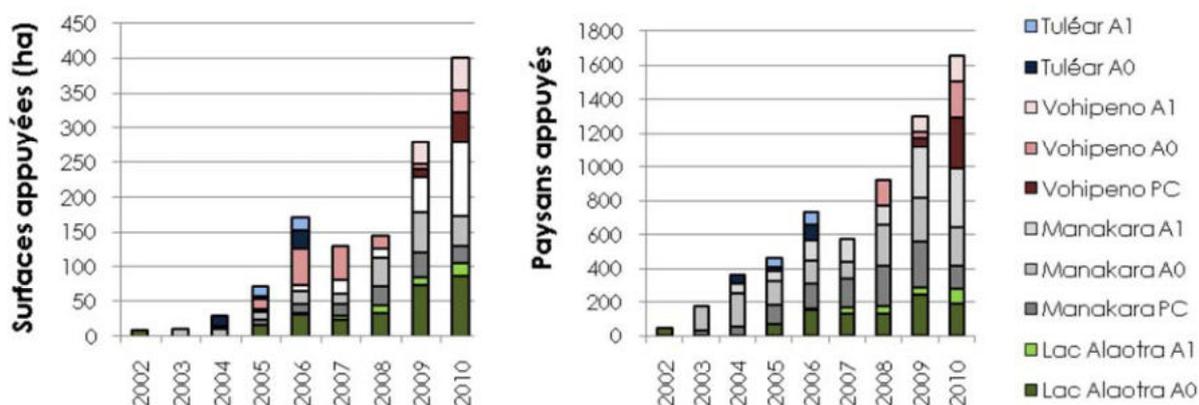


Figure 26 : Principaux résultats de diffusion des SCV et associations culturales sur collines.

Au Lac Alaotra, en 2006 on constate une forte augmentation due au crédit revolving sur les intrants. De 2007 à 2008, les pluies ont été tardives. En 2009 et 2010, 2 techniciens supplémentaires ont travaillé sur de **nouvelles zones** où l'agriculture pluviale était plus développée et les sols plus fertiles dans le cadre d'un consortium avec l'ANAE. A Vohipeno, la diminution des surfaces et paysans appuyés en 2008 correspond à une réduction des techniciens et des zones d'intervention et à l'**arrêt partiel des subventions** en intrants. L'augmentation constatée en 2010 est liée à la concentration des activités sur des zones à fort potentiel conjuguée à des subventions de plantes de couverture.

10 - Au Lac Alaotra, à Vohipeno et à Manakara, les projets ont arrêté la plupart des subventions ou crédits aux intrants tels que les engrais et les semences de cultures vivrières. Seules des semences de plantes de couvertures ou certains produits phytosanitaires et herbicides sont parfois subventionnés pour faire des démonstrations. Plus rarement, de nouvelles variétés de cultures vivrières plus résistantes à des parasites et/ou plus productives sont parfois subventionnées avec quelques paysans intéressés. Les projets tentent de diminuer le recours à ces subventions, pour assurer la durabilité des innovations introduites et limiter le recours aux intrants chimiques, en renforçant les échanges entre paysans et les relations directes entre producteurs et fournisseurs d'intrants agricoles.

Le nombre d'adoptants et les surfaces appuyées par zone d'intervention augmentent de près de 10 à 20% en moyenne avec des irrégularités interannuelles principalement liées au climat et au fonctionnement des projets. En 2007, soit deux à cinq ans après le début des interventions d'appui technique, les surfaces effectivement cultivées en SCV (A1) étaient de 27 ha, soit 20% des surfaces de cultures pluviales appuyées. En 2010, après cinq à huit ans de diffusion, 174 ha sont appuyés en SCV ce qui représente 43% des 402 ha de cultures pluviales appuyées. Cette augmentation est liée à une plus grande disponibilité de parcelles avec des couvertures végétales suffisantes pour des reprises en SCV, conjuguée à une meilleure connaissance des aspirations des paysans et adaptation conséquente des techniques.

Au Lac Alaotra en 2010, les SCV diffusés reposent principalement sur les associations et successions¹¹ culturelles suivantes :

- ▶ Riz + Stylosanthes/Stylosanthes/Riz ou Maïs + Stylosanthes (70% des SCV)
- ▶ Maïs + légumineuse/Riz (10 à 15% des SCV car les biomasses produites avec peu d'engrais sont souvent insuffisantes)
- ▶ Manioc ou arachide ou pois de terre + Stylosanthes/Stylosanthes/Riz ou maïs

Les surfaces appuyées par producteur/trice accompagné(e) sont de 0,42 ha et augmentent progressivement. Dans cette zone, 69% des surfaces des parcelles appuyées sont labourées (surfaces en A0). Ceci se produit principalement lorsque les cultures et les plantes de couverture tels que le stylosanthes, la dolique ou le niébé ne produisent pas assez de biomasse ou sont consommées par les bovins. Les plantes de couverture et les **associations culturelles précédentes servent alors d'engrais vert** et sont enfouies dans le sol lors du labour.

Dans le Sud Est, les SCV diffusés reposent principalement sur les successions de culture suivantes :

- ▶ Brachiaria/Manioc+ Brachiaria/Brachiaria/Manioc+Brachiaria
- ▶ Manioc + Stylosanthes/Stylosanthes/Riz pluvial ou manioc
- ▶ Riz+Stylosanthes/Stylosanthes/Riz ou manioc (plus rarement)

A Manakara et Vohipeno, les surfaces gérées en SCV par producteur/trice appuyé(e) sont de 0,34 ha. Dans cette zone, les reprises en culture sont majoritairement réalisées en semis direct après un décapage superficiel à la bêche (*angady*) des plantes de couverture et des jachères naturelles.

A Tuléar, les SCV diffusés reposent principalement sur les successions de culture suivantes :

- ▶ Maïs ou sorgho + Niébé/Manioc + Brachiaria sp. ou Niébé
- ▶ Manioc + Brachiaria sp./Brachiaria sp./Niébé pur ou Manioc + Niébé

A Tuléar, les reprises en culture sont majoritairement réalisées en semis direct après un décapage superficiel à la bêche (*angady*) des PC et des jachères naturelles.

Dans ces trois régions, AVSF diffuse très rarement l'usage d'herbicides (moins de 5% des surfaces de cultures pluviales appuyées) du fait du peu d'intérêt et/ou de moyens financiers des paysans eu égard au coût de ces intrants, de la perte potentielle d'autonomie des familles paysannes, enfin des risques réels pour la santé humaine. Dans le Sud Est et le Sud Ouest, les plants de brachiaria sont souvent affaiblis par coupe rase à l'*angady* en fin de saison sèche avant l'implantation des Manioc et/ou du Niébé.

11 - Par convention, un signe « + » désigne les associations de culture et un signe « / » désigne les successions annuelles de cultures.

3.1.2 Les points forts de l'adoption des SCV et des associations culturales

Les principaux points forts des SCV constatés par les paysans eux-mêmes et les techniciens en appui sont les suivants :

- ▶ Maintien et augmentation de la fertilité des sols par rapport aux parcelles cultivées de manière conventionnelle, notamment dans les zones où les paysans ne peuvent pas laisser des terres en jachère.
- ▶ Intérêt des paysans du Lac Alaotra et de Tuléar car les cultures qui poussent sous les tapis de couvertures végétales mortes ou vives sont mieux préservées des périodes de sécheresses.
- ▶ Amélioration du développement des

plantes cultivées lorsque les plantes de couverture sont bien décomposées.

- ▶ Préparation des semis moins coûteuse avec l'économie du labour en SCV.
- ▶ Permet de réaliser les semis en tout début de la saison des pluies avant les pics de travaux agricoles et d'obtenir des productions précoces en période de soudure, au moment où les prix sont élevés.
- ▶ Diversification et obtention de deux productions lors des associations de culture (Maïs + légumineuses, Manioc + Brachiaria etc.), pour les paysans qui ne pratiquent pas déjà les associations de culture.

3.1.3 Des contraintes à l'adoption des SCV

Dans la pratique, les paysans rencontrent cependant parfois des problèmes de gestion des SCV :

- ▶ Dans les systèmes sans jachère améliorée, la production et le maintien de biomasses végétales sont souvent trop faibles, pour améliorer la structure des sols et étouffer les mauvaises herbes. Par exemple, sur les collines de la rive ouest du Lac Alaotra où 87% des sols ferrallitiques cultivables sont très pauvres (Raunet, 1984), les paysans ne souhaitent pas investir en intrants autre que le fumier pour des cultures pluviales dont la production est beaucoup moins sécurisée que la riziculture irriguée. Lorsque les biomasses végétales produites n'étouffent pas complètement les mauvaises herbes, le remplacement du labour à la charrue par des SCV implique des désherbages supplémentaires au début. Un désherbage à la bêche nécessite alors 20 à 30 h/j/ha (homme/jour/ha) et coûte près de 2000 Ar/journée de travail alors qu'un passage à la charrue prend 7 à 8 h/j/ha et coûte près de 6000 Ar/journée de travail. Lorsque les couvertures végétales ne sont pas assez épaisses et que des adventices nuisibles se développent, le coût des désherbages peut être équivalent ou supérieur en SCV à celui du labour.

- ▶ L'utilisation d'herbicide en début de cycle peut s'avérer nécessaire pour contrôler les mauvaises herbes notamment sur les sols riches de bas-fonds, ce qui ne concourt pas à un système économe et autonome.
- ▶ Certains paysans notent une augmentation des dégâts de ravageurs. Les dommages les plus lourds sont causés par des insectes terricoles et des rats sur les céréales semées sur des résidus de cultures ou avec des plantes de couverture. Par exemple, l'*Heteronychus*, un insecte terricole consommateur de semences et de jeunes plants de riz et de maïs, trouve sous les plantes de couverture vives et mortes un habitat plus favorable (Randriamanantsoa, 2008). Sur plusieurs terroirs enquêtés au Lac Alaotra, ce dernier est cité comme le principal problème rencontré par les paysans pratiquant le SCV, alors que pourtant la plupart d'entre eux traitent leurs semences avec du gaoucho T45WS (imidaclopride) et plus rarement du furadan ou curater (carbofuran) ou des mélanges locaux à bases de pétrole. Paradoxalement, il devient alors nécessaire d'augmenter les traitements avec des pesticides¹².

12 - Ces traitements nécessitent des précautions d'emploi (masque, gants, dosage précis) malheureusement peu respectées et se font souvent avec des pesticides dangereux pour les humains et les abeilles : gaoucho (imidaclopride) et furadan ou curater (carbofuran), un insecticide encore plus toxique en liste rouge de la convention de Rotterdam. Des études de lutte biologique en utilisant un champignon entomopathogène (*Metharhizium*) sont conduites au Lac Alaotra par le FOFIFA afin de remplacer ces produits insecticides.

► Certaines légumineuses de couverture telles que le niébé, le Vigna (*Vigna umbellata*) voire la vesce, sont aussi régulièrement attaquées par des insectes, des cham-

pignons, des bactéries ou des viroses... et nécessitent des traitements chimiques pour produire la biomasse et des graines viables.



Figure 27 : Larve d'*Heteronychus*



Figure 28 : Attaque de pucerons sur du Niébé



Figure 29 : Riz en SCV attaqué par des *Heteronychus* alors que le riz sur labour à côté est quasi-indemne (Lac Alaotra)

► Un risque de compétition existe entre les plantes de couverture et les cultures vivrières, de même qu'un risque d'augmentation des temps de sarclage sélectif en épargnant les plantes de couverture sous certaines conditions.

► L'élimination des plantes de couverture qui se développent sur sol pauvre (*Stylosanthes* ou *Brachiaria* sp.) est plus longue que celle de la plupart des adventices des jachères. Les travaux manuels de fauche et d'éta-

ment des biomasses du *Stylosanthes guyanensis* pour préparer le semis nécessitent plus de 60 h/jr/ha. Bien que ces travaux puissent se dérouler avant l'installation des autres cultures et limitent ensuite les temps de sarclage, les paysans sont parfois réticents. Sinon, de fortes doses d'herbicides sont alors nécessaires (plus de 5 litres/ha de Glyphosate pour tuer *Brachiaria* sp. et 3 litres/ha de glyphosate mélangé avec 1,5 litre de 2.4 D pour tuer *Stylosanthes guyanensis*).

► L'utilisation supplémentaire d'engrais organique ou chimique est nécessaire dans les systèmes de culture continue pour obtenir des productions et des biomasses suffisantes. En 2009-2010, l'augmentation des productions obtenues en augmentant la fertilisation chimique (NPK et urée) ne rentabilisait pas la fertilisation sur la première année. Dans ces conditions, les systèmes proposés ne sont pas accessibles aux paysans pauvres sans subventions.

► Le recours parfois obligé et paradoxal aux intrants chimiques augmentent les risques pour les producteurs. Les parcelles en SCV sont ainsi soumises plus que d'autres à des applications de produits chimiques (pesticides et engrais). Or les coûts élevés des intrants chimiques à Madagascar (situation insulaire, état des routes, peu de concurrence entre opérateurs...) et leur augmentation régulière représentent une forte contrainte pour les petits paysans (Beauval, 2003).

Tableau 2 : Evolution du prix des produits agricoles utilisés sur la rive ouest du Lac Alaotra

Produit	Unité	Prix (Ar) 05_06	Prix (Ar) 06_07	Prix (Ar) 07_08	Prix (Ar) 08_09	Prix (Ar) 09_10	% diminution (-) ou d'augmentation (+) de 2005 à 2009
Riz (semence)	kg	1500	1700	1200	1300	1300	-13%
Riz paddy cons.	kg	330	429	560	500	512	+55%
Maïs (semence)	kg		400	500	600	550	
Maïs grains	kg		250	300	400	350	
Stylosanthes (semence)*	kg	1000	866	5000	5000	5000	+500%
Glyphosate	litre	8300	9130	10300	15000	15000	+81%
Gaücho	g	180	185	170	200	200	+11%
Fumier bovin	kg	10	10	20	20	20	+ 200%
Bat guano	kg				700	800	
NPK	kg	800	1200	1300	2400	2400	+ 300%
Urée	kg	800	831	1400	2300	2300	+ 270%

* Les prix des semences de stylosanthes sont très variables et fortement influencés par les prix de vente fixés par les paysans et les fournisseurs de semences ainsi que par les subventions accordées par les projets.

En outre, la qualité de ces intrants et les conditions pour y accéder sont très variables. **L'adoption des SCV implique donc très souvent des dépenses plus élevées accroissant ainsi la prise de risque du paysan sur des parcelles pluviales exposées à de fréquents aléas (climatiques, divagations, vol...).** Ce risque est aussi accru par l'augmentation des probabilités de rencontrer des problèmes de gestion de systèmes de culture qui nécessitent des ajustements réguliers en fonction des sols, de la climatologie et des paramètres biologiques des parcelles.

► La maîtrise des SCV implique des connaissances élevées des techniciens et paysans.

Les SCV sont exigeants en savoirs notamment en ce qui concerne la gestion des mauvaises herbes. L'identification des ajustements nécessaires au maintien des équilibres entre les composantes (eau, plantes, climat, ravageurs, travail, intrants) favorables à la production du système de culture, nécessite beaucoup d'observations et de connaissances. Il est fréquent que les techniciens manquent d'expérience pour comprendre les choix et les stratégies paysannes et pour adapter les propositions techniques aux conditions et contraintes des paysans. Dans ces systèmes complexes, les erreurs de gestion et/ou les problèmes de conduites inattendus (ravageurs, adventices, compétition des plantes de couverture avec les cultures) entraînent souvent une charge

de travail démesurée ou une mauvaise production. Selon les années sur la rive ouest du Lac Alaotra, les observations montrent que ces problèmes touchent de 10 à 30% des parcelles appuyées. Après discussion avec les paysans et techniciens, on constate fréquemment un manque de connaissances et/ou des difficultés à expliquer les relations de cause à effet entre les différents facteurs contribuant à la production agricole. De plus, lors des discussions avec les paysans, il est perceptible qu'une majorité d'entre eux ne raisonnent pas leurs rotations de culture sur plus de deux ans. Par conséquent, la diffusion de ces systèmes nécessite d'importants investissements en formation, avec des coûts au final élevés d'appui technique.

3.1.4 Quelques observations sur la pérennité des SCV et des associations de cultures

Pour évaluer la pérennité des techniques, plusieurs observations ont été réalisées sur la base de critères préalablement définis :

► **La proportion de parcelles abandonnées.**

L'abandon survient quand le paysan n'est plus intéressé par la technique ou lorsque le technicien change de zone d'intervention. Au Lac Alaotra, de 2009 à 2010, 28% des parcelles SCV ont été ainsi abandonnées du fait de problèmes techniques (34%), financiers (27%) et organisationnels (22,5% principalement du à des chevauchements de travaux agricoles). Les causes d'abandons sont parfois difficiles à identifier du fait de leurs interdépendances.

► **La part d'abandon d'un élément de la technique.**

Ces abandons sont courants lorsque le paysan laboure le sol mais demande toujours l'appui du technicien pour utiliser des plantes de couverture améliorant la fertilité des sols (le Stylosanthès par exemple, très utilisé dans les itinéraires du Lac alaotra, fixe l'azote de l'air et induit un effet précédent très positif pour la céréale qui suit). Pendant la saison 2009-2010 au Lac Alaotra, les surfaces labourées après des associations culturales représentaient près de 69% des surfaces appuyées en culture pluviale.

► **Le taux de pénétration des techniques dans les exploitations**

par rapport aux terres pluviales disponibles et cultivées par le paysan. Au lac Alaotra, le projet ne concernait que 11% des terres cultivées en pluvial en 2008

par les exploitations paysannes. Il touche en 2010 près de 37% des surfaces pluviales cultivées et 22% des surfaces totales mises en valeur par exploitant, du fait notamment de l'identification de paysans en conditions plus favorables pour gérer la fertilité des sols de collines conjugués à la **diversification des appuis apportés** (Riziculture de bas-fonds, élevage, IAE, agroforesterie...).

► **La part du revenu dégagé par les techniques agro-écologiques**

par rapport au revenu agricole et/ou total du ménage. Au Lac Alaotra, les résultats d'enquêtes montrent que les SCV et associations culturales ne représentent qu'une faible part du revenu des exploitants. Les productions des plantes de couverture aussi utilisées comme fourrages chez les paysans pratiquant les SCV et l'IAE représentent un complément alimentaire notable mais qui n'excède pas plus de de 30% des rations alimentaires animales (Heislen, 2010).

► **Les adoptions spontanées.**

Au Lac Alaotra, seuls sont concernés les systèmes de haricots paillés semés directement au poquet en contre-saison sur bas-fonds et plus rarement, des associations de Maïs + arachides ou soja ou niébé en rotation sur labour avec d'autres cultures. A Tuléar, des rotations Maïs + Niébé/Maïs + Niébé ou Manioc + Niébé sans labour étaient des techniques paysannes traditionnelles et sont toujours pratiqués sans l'appui de projets. Dans cette province, l'utilisation des couvertures

végétales mortes est assez couramment pratiquée et/ou adoptée afin de mieux conserver l'eau du sol.

Les chances de reproduction paysanne des techniques sans l'appui de projets peuvent aussi être évaluées à partir des observations suivantes :

- ▶ Le niveau de **collecte** et d'**utilisation** spontanée des plantes de couverture. Le peu de multiplication spontanée des plantes de couverture proposées remet en question l'intérêt des paysans pour cette étape capitale pour la gestion de la fertilité des sols. Les **circuits indépendants de commercialisation des semences de plantes de couverture** non alimentaires ou fourragères sont **quasi-inexistants**. A Madagascar, le marché des semences de plantes de couverture est, après plus de 10 ans d'intervention, principalement animé par les projets, qui fournissent et rachètent souvent des semences sous diverses formes aux paysans. Ces derniers autoproduisent pourtant une grande partie des semences de cultures vivrières.
- ▶ L'évolution des **prix d'achats des intrants** (insecticides, raticides et herbicides) et des prix de **ventes des produits agricoles**. Depuis 2009-2010, dans plusieurs zones du Lac Alaotra, la majeure partie des paysans appuyés ont labouré leurs parcelles du fait de l'augmentation du prix des intrants utilisés dans certains itinéraires SCV, alors que le prix de vente du riz baissait.
- ▶ **L'autonomisation** de la **diffusion** des techniques de SCV. Force est de constater que cette **auto-diffusion reste rare**. Pour le moment, la diffusion sans technicien n'est envisagée que par l'effet démonstratif de certaines parcelles paysannes et par une formation poussée de techniciens paysans et paysans pilotes. A Vohipeno, douze paysans pilotes ont été recrutés pour assurer la diffusion dans leur zone en lien avec le renforcement de l'autonomisation des organisations paysannes (OP) dont ils sont membres.

3.1.5 Conclusion sur les SCV et associations culturelles et propositions

Dans des contextes de vulnérabilité climatique et économique fortes des exploitations agricoles, comme ceux constatés au Lac Alaotra, à Manakara et à Tulear, il est difficile de trouver des petits paysans prêts à accroître leur prise de risques. Dans ces conditions, les performances des SCV les deux premières années sont rarement frappantes, car les paysans éprouvent des difficultés humaines et financières pour réaliser les opérations culturales recommandées au moment opportun. Ainsi, beaucoup de paysans se découragent car ces systèmes sont perçus comme **complexes, risqués et coûteux en intrants au départ**. Dans la pratique, la plupart de ces techniques semblent surtout adaptées avec des paysans qui peuvent et souhaitent investir plus d'argent et de temps sur les cultures pluviales et possèdent des terres relativement fertiles. Dans beaucoup de zones, les paysans pratiquent un labour à la bêche ou à la charrue après des associations de cultures, ce qui entraîne certes des pertes de matière organique, mais améliore néanmoins la gestion de la fertilité des sols. Pour AVSF, ces pratiques moins préservatrices de l'environnement permettent cependant

d'accroître l'adoption paysanne des plantes de couverture. En conditions favorables, la maîtrise de cette étape peut ensuite faciliter le passage vers des techniques de culture sans labour.

Suite à ces constats, il semble pertinent de :

- ▶ **Privilégier la qualité et la pérennité des appuis**, même si cela se fait au détriment des surfaces appuyées. Il s'agit de concentrer les appuis sur quelques sites et exploitations représentatives avec des producteurs/trices volontaires, reconnus pour les compétences et dotés d'une reconnaissance sociale forte dans leur communauté.
- ▶ Mieux identifier les besoins des paysans par rapport à leurs objectifs de production et leurs ressources financières, humaines et foncières, pour adapter les propositions de SCV et proposer d'autres appuis.
- ▶ Intervenir si possible sur des parcelles où **le foncier est sécurisé** et où les sols sont relativement fertiles et protégées des aléas climatiques, des pressions des ravageurs et

adventices, des feux et des vols. Les paysans profitent souvent de ces parcelles pour intensifier leurs techniques de culture.

- ▶ Organiser des visites d'échange de paysans chez des exploitants représentatifs et ayant adopté les techniques, pour favoriser la formation et diffusion de paysan à paysan.

- ▶ **Appuyer prioritairement des systèmes SCV à bas niveau d'intrants**, jusqu'à l'absence totale d'utilisation d'intrants chimiques, simples et robustes comme la pratique de certaines légumineuses sur couverture végétale, et renforcer sur plusieurs années les capacités des paysans dans la gestion des systèmes appuyés. Par exemple, sur les sols pauvres de collines où intervient AVSF, les systèmes à base de jachères améliorées de *Stylosanthes* g. sont largement diffusés, mais il est nécessaire d'attendre encore deux à trois saisons pour évaluer l'intérêt réel des paysans. Les 60 à 80 h/jr/ha de travaux manuels de fauche et d'étalement des biomasses peuvent cependant être remplacés par le piétinement des bovins ou l'utilisation de troncs d'arbre ou de rouleaux (30 h/j/ha) suivi si besoin, 15 à 30 jours plus tard de l'application, en suivant les précautions, de doses néanmoins importantes d'herbicides (cocktail de 3 l. de glyphosate + 1,5 l. de 24D par hectare appliqué au moment de la floraison).

- ▶ Sécuriser les productions et le maintien de biomasses dans les parcelles par l'appui à la mise en œuvre de règles de gestion communautaire sur les divagations, d'embocagements et d'aménagements anti-érosifs.

- ▶ Animer des formations participatives en utilisant des outils pédagogiques adaptés, organiser des formations pratiques sur des parcelles pour renforcer la compréhension paysanne des avantages à long terme d'une meilleure gestion de la fertilité des sols, organiser des échanges sur des parcelles d'exploitation pour favoriser l'auto-apprentissage et l'auto-évaluation.

- ▶ Continuer et renforcer l'analyse des résultats lors de réunions avec les paysans pour mieux comprendre leurs points de vue et perceptions (Ramanantoanina, 2009).

- ▶ Identifier, mobiliser les acteurs locaux de la diffusion d'innovations (Cazalas, 2007).

- ▶ Renforcer les capacités des techniciens et des paysans pour l'estimation de la fertilité et des potentiels de production des sols et l'évaluation des risques climatiques récurrents, de prolifération des adventices et des ravageurs.

Bien que les surfaces appuyées en SCV augmentent régulièrement, elles restent toutefois étroitement liées à l'appui de proximité d'un technicien et aux subventions. Au Lac Alaotra, Manakara, Vohipeno et Tulear, les équipes estiment que seuls 5 à 20% du total des paysans appuyés en SCV sont, après plusieurs années d'expérience, maintenant intéressés et autonomes pour gérer des SCV. Il serait très intéressant de suivre des paysans ayant adopté les techniques pendant plus de quatre ans et n'étant plus appuyés par les projets : quelles sont les techniques utilisées et celles qui sont abandonnées, les éventuelles adaptations ou transformations effectuées ainsi que les raisons de ces modifications ?

3.2 Les résultats de la diffusion des cultures de contre-saison sur les sols de bas-fonds

3.2.1 L'adoption des cultures de contre saison

AVSF accompagne depuis 2004 des paysans dans la gestion de cultures de contre-saison au Lac Alaotra et à Manakara. En 2010, 363 paysans ont été appuyés sur une surface de 40 ha de maraîchage, de fourrages et de

plantes de couverture. Pour préciser les différents niveaux de gestion technique des parcelles, les trois systèmes (PC, A0 et A1 cf § 3.1.1) ont été différenciés :

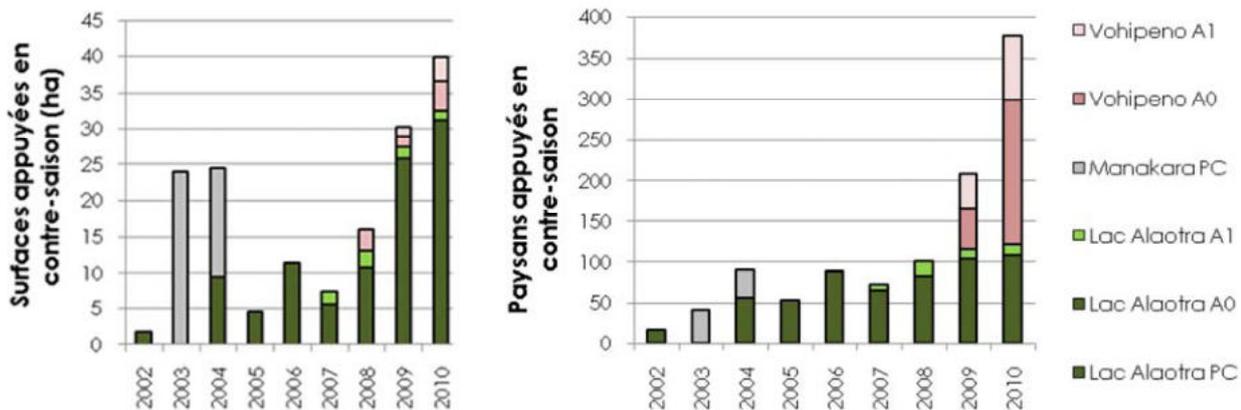


Figure 30 : Principaux résultats de diffusion des cultures maraichères et de PC de contre-saison

Au lac Alaotra, les associations de haricot et vesce sur mulch de paille de riz sont proposées afin de produire de la biomasse riche en azote, qui sera ensuite incorporée au sol lors du labour, avant le repiquage du riz. A Vo-

hipeno, les paysans sont appuyés sur de petites surfaces de cultures maraichères paillées car ces pratiques sont moins courantes et les conditions de production moins favorables.

3.2.1 Les points forts de l'adoption des cultures maraichères et plantes de couverture de contre-saison

Cités par les paysans et techniciens d'appui, les points forts des cultures de contre-saison sont les suivants :

- ▶ Amélioration de l'alimentation humaine dans des zones marquées par de fréquentes malnutritions.
- ▶ Obtention de revenus agricoles en période de faibles activités.
- ▶ Diversification des productions à un moment où la main d'œuvre et les terres sont disponibles, bien que l'eau puisse gravement manquer.
- ▶ Gestion de la fertilité des sols par l'utilisation de mulch afin de limiter l'évaporation des sols et l'apport de fortes fertilisations organiques.
- ▶ Réalisation de rotations de culture qui peuvent souvent permettre de casser le cycle de monoculture de riz de bas-fond.

3.2.2 Les contraintes à l'adoption des cultures maraîchères et plantes de couverture de contre-saison

Les principales contraintes des contre-saisons sont les suivantes :

- ▶ L'adoption de ces cultures n'est possible que sur des sols qui restent humides en saison sèche ou dans des zones proches de points d'eau pour l'arrosage.
- ▶ L'entretien et l'utilisation de produits phytosanitaires contre les parasites (némathodes, champignons, viroses, insectes, bactéries...) sont fréquents pour les tomates, les pommes de terre, les légumes feuilles... , bien qu'il soit possible de diminuer considérablement le recours à ces intrants.
- ▶ Des connaissances très techniques sont nécessaires pour la gestion de certaines cultures.
- ▶ Certaines cultures non auto-consommées sont faiblement rentables, du fait de la faiblesse des prix de vente et du manque de circuits de commercialisation.
- ▶ Enfin, il existe une concurrence entre l'utilisation des rizières en saison sèche pour la vaine pâture des bovins et les cultures maraîchères, qui entraîne parfois des divagations et dégâts.

3.2.3 Des observations sur la pérennité des cultures maraîchères et plantes de couverture de contre-saison

Au Lac Alaotra et Vohipeno, certaines cultures maraîchères sont de plus en plus cultivées sur paillage. Le haricot blanc est très cultivé sur la

rive ouest du Lac Alaotra car sa production est assez sécurisée, auto-consommée ou vendue sur les marchés locaux à des prix assez stables.

3.2.4 Conclusion sur les cultures maraîchères et les plantes de couverture de contre-saison

Ces techniques participent à la sécurisation alimentaire et/ou permettent d'augmenter significativement les revenus des paysans au moment où ceux-ci ont besoin de trésorerie pour l'achat des intrants agricoles pour la saison des pluies. Comme observé dans beaucoup de pays du Sahel, le premier effet positif de produire des légumes diversifiés en périodes de soudure est de pouvoir améliorer la diète alimentaire, soit en consommation directe, soit par l'achat d'aliments de base grâce aux revenus issus de la vente des productions. Cependant, quelques techniques peuvent être renforcées pour entrer dans des systèmes de plus en plus agro-écologiques. Devant ce constat, la méthodologie d'intervention devrait :

- ▶ Appuyer les paysans dans une bonne identification des besoins en intrants et en main d'œuvre et l'évaluation de la rentabilité de la conduite des différentes cultures maraîchères. Cette programmation permet de sécuriser la production et de mieux dimensionner la taille des parcelles.
- ▶ Former les paysans sur la gestion des cultures.
- ▶ Renforcer le maintien des pailles de riz sur les parcelles pour cultiver les contre-saisons sur des mulch épais. Comme les surfaces de maraîchage sont réduites et que le contenu des pailles en énergie et en azote est faible, leur valorisation partielle en mulch ne devrait pas pénaliser l'alimentation des zébus.
- ▶ Insister sur la production de compost et l'entretien des fosses fumières associées aux parcs améliorés pour augmenter les fertilisations des cultures maraîchères et des plantes de couverture.
- ▶ Promouvoir des associations de cultures maraîchères avec des plantes de couverture pour maintenir les sols couverts (haricot + vesce par exemple).
- ▶ Promouvoir les techniques de culture agro-écologiques conjointement à l'utilisation de matériel de micro-irrigation¹³ pour mieux gérer l'eau.

13 - A Madagascar, AVSF, dans le cadre du projet SCAMPIS, participe à la mise à disposition de kits de micro-irrigation comprenant une pompe et/ou une réserve d'eau alimentant des tuyaux pour arroser au goutte à goutte, à destination de petits agriculteurs voulant faire du maraîchage ou d'autres cultures irriguées.

3.3 Les résultats de la diffusion des techniques de SRI/SRA

3.3.1 L'adoption des techniques de SRI/SRA

Le SRI et le SRA sont des techniques proposées par les projets dès lors que les paysans peuvent gérer l'eau et souhaitent augmenter

leurs rendements rizicoles. En 2010, 363 paysans ont été appuyés en SRA sur une surface de plus de 180 ha.

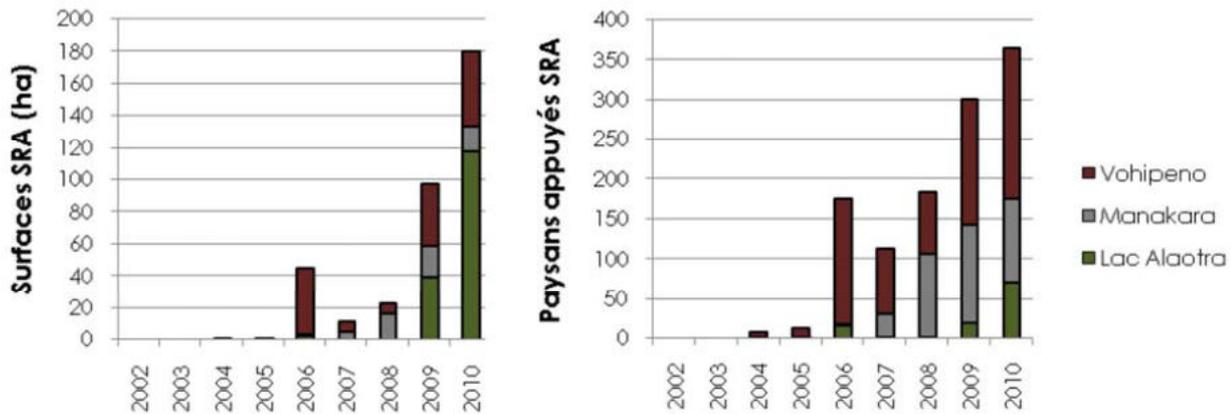


Figure 31 : Principaux résultats de diffusion des techniques de SRA/SRI

Du fait des engagements contractuels d'AVSF, la technique du SRA n'a été initialement diffusée que sur le projet de sécurité alimentaire de Vohipeno. Dans un souci de renforcement de l'autosuffisance en riz et/ou des revenus

issus de l'ensemble des systèmes d'exploitation, les projets d'AVSF au Lac Alaotra et à Manakara n'ont commencé à diffuser ces techniques qu'à partir de 2006.

3.3.2 Les points fort de l'adoption des techniques de SRA

Les principaux points forts des techniques de SRA sont les suivants :

- ▶ La sécurisation et l'augmentation de la production rizicole. A Vohipeno les appuis du projet ont permis aux paysans d'augmenter leurs rendements de 2 tonnes à 4 ou 5 tonnes/ha en moyenne avec du fumier et de faibles doses d'engrais.
- ▶ L'augmentation des productions de riz en saison des pluies et en contre-saison.
- ▶ L'économie de semences pour des productions équivalentes ou plus élevées.
- ▶ La possibilité de réduction des temps de repiquage car le nombre de plants à transplanter est plus faible du fait des écartements plus lâches, bien que les jeunes plants doivent être manipulés avec plus de précautions.
- ▶ Une meilleure valorisation de l'eau disponible.

3.3.3 Les contraintes des techniques de SRA

Plusieurs contraintes des techniques de SRA peuvent cependant être mentionnées :

- ▶ Elles ne sont adaptables que sur les **parcelles où la maîtrise de l'eau est parfaite** pendant toute la durée du cycle (drainage et entrée d'eau).
- ▶ L'investissement en travaux et souvent en intrants organiques est plus élevé surtout lors de la préparation des rizières.
- ▶ On note une faible acceptation sociale de la nécessité de retirer l'eau d'une rizière dans des zones où les paysans craignent régulièrement l'insuffisance de cet élément. De plus, certains paysans **souhaitent pratiquer la riziculture dans le respect des traditions** ce qui entraîne parfois un manque d'intérêt pour cette innovation.
- ▶ Cette faible acceptation sociale concerne également les repiquages de plants jeunes de riz qui pourraient être détruites plus facilement par des inondations en début de cycle. Certains paysans n'apprécient pas

de repiquer avec des écartements lâches par crainte des mauvaises herbes et car les rendements sont parfois considérés comme proportionnels à la densité de plants de riz repiqué, ce qui conduit à des repiquages très serrés en traditionnel.

- ▶ Les temps de travaux augmentent pour l'utilisation de cordeaux afin de faciliter le repiquage en ligne avec les bons écartements à une période où la main d'œuvre est peu disponible. Le repiquage soigneux de plants très petits peut aussi demander plus de temps. Le repiquage en ligne n'est avantageux que pour les paysans qui disposent de sarcleuses.
- ▶ Certains paysans rencontrent des difficultés pour compenser les exportations de nutriments plus élevées. Avec les seuls apports de sédiments transportés par l'eau, ces techniques peuvent épuiser les sols plus rapidement.
- ▶ Enfin, les faibles prix actuels d'achat du riz n'incitent pas les paysans à intensifier leurs techniques de riziculture.

3.3.4 Quelques observations sur la pérennité des techniques de SRA

La pérennité des techniques de SRA est évaluée à partir des observations sur les processus et les conditions de diffusion de cette innovation :

- ▶ L'appropriation et les adoptions spontanées du SRI et SRA

Une fois les aménagements réalisés pour mieux maîtriser l'eau, les paysans appuyés s'approprient des éléments mais rarement l'intégralité des techniques du SRI ou du SRA. Au Lac Alaotra et à Vohipeno, le repiquage de plants jeunes est adopté durablement par plusieurs paysans ainsi qu'une partie de leurs voisins. Dans ces deux régions, suite aux activités d'AVSF et d'autres projets, l'extension de la riziculture de contre-saison est souvent menée avec des repiquages de jeunes plants en ligne. En saison des pluies, l'utilisation de cette technique dépend souvent de la main d'œuvre disponible et du mode de sarclage utilisé (chimique, manuel ou sarcleuse à patinette). A Vohipeno, les paysans repiquent

plus rapidement en foule¹⁴ sans cordes, du fait qu'ils n'ont pas de sarcleuses ou de houes rotatives pour tirer profit d'un repiquage en ligne.

- ▶ Des techniques fonctionnelles sans intrants chimiques

Les paysans appuyés peuvent continuer d'appliquer ces techniques sans utiliser plus d'intrants chimiques que dans les systèmes conventionnels. En général, les paysans appuyés diminuent les fertilisations organiques et minérales, ce qui entraîne une diminution des rendements obtenus. Par contre, dans le Sud-Est où la plupart des exploitants sont appauvris par la chute des cours des cultures de rentes, on assiste à une augmentation de la fabrication et de l'utilisation de compost et de fumier.

14 - Le repiquage « en foule » se distingue du repiquage « en ligne » par le fait que les plants sont installés à une densité supérieure et sans utilisation de cordes ou de marquages pour les aligner.

3.3.5 Conclusion sur le SRA et solutions envisagées

Ces techniques s'inscrivent de plus en plus dans la logique de production des **riziculteurs qui souhaitent intensifier leurs modes de cultures et peuvent gérer l'eau**. Elles permettent de sécuriser la production vivrière prioritaire des paysans du lac Alaotra et du Sud-Est. L'expérience d'Henri de Laulanié concernant le développement de la riziculture améliorée montre qu'il faut souvent plus de 4 à 5 ans pour que les paysans s'approprient ces innovations techniques.

Devant ces constats, la pertinence des interventions semble reposer sur les points suivants :

- ▶ Appuyer ces techniques sur des surfaces adaptées aux moyens humains et financiers disponibles des différentes exploitations paysannes.
- ▶ Adapter les techniques de repiquage en fonction des attentes des paysans, de la main d'œuvre disponible et du matériel de sarclage disponible.
- ▶ Renforcer l'installation de démonstrations « co-construites » avec les paysans et organiser des visites d'échanges pour favoriser la formation de paysan à paysan.
- ▶ Promouvoir le maintien des pailles sur les parcelles et y ajouter le fumier dessus avant de labourer la parcelle.
- ▶ Encourager la préparation des rizières et des pépinières le plus tôt possible afin que les paysans repiquent précocement et évitent les chevauchements de repiquage avec les rizières gérées conventionnellement.
- ▶ Bien cibler les bas-fonds concernés en fonction des possibilités de gestion de l'eau et des risques d'inondation.
- ▶ Bien identifier les paysans prêts à réaliser les aménagements des rizières nécessaires (volontarisme et motivation pour cultiver différemment, possibilité d'organisation pour la préparation des rizières, le repiquage, ...).

3.4 Les résultats de la diffusion des techniques de culture de RIA

3.4.1 L'adoption des techniques de culture de RIA

L'amélioration des techniques de production rizicole sur les parcelles où la gestion de l'eau est aléatoire représente un enjeu important pour l'augmentation de la production rizicole à Madagascar. Au Lac Alaotra, à Manakara et à Vohipeno, les RIA représentent plus de

70% des rizières exploitées. En 2010, ces techniques ont été appuyées chez plus de 120 paysans sur une surface totale de 93 ha. Les surfaces en A0 sont nouvellement appuyées ou installées après labour du sol. Les surfaces en A1 sont cultivées en semis direct.

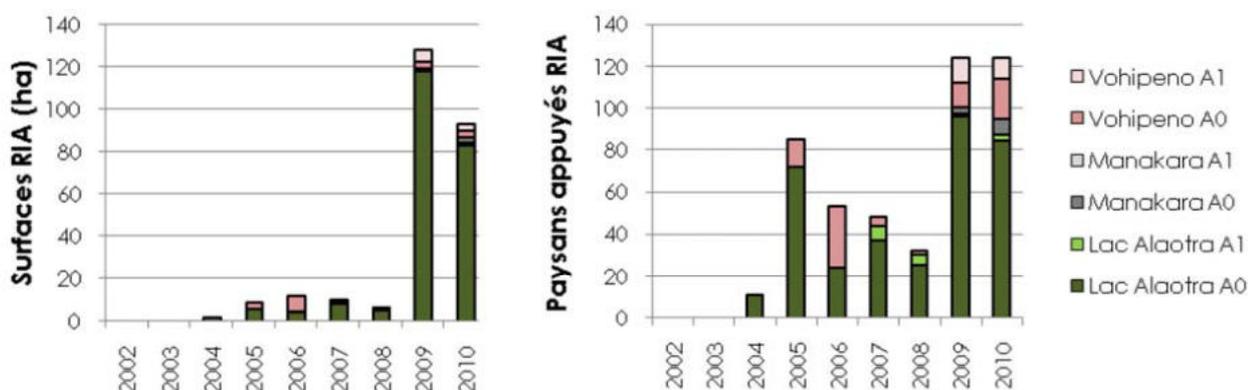


Figure 32 : Principaux résultats de diffusion des techniques de RIA

Les baisses enregistrées en 2007 sont dues à l'arrêt des crédits intrants sur le projet de Vohipeno.

Les baisses en 2007 sont dues à l'arrêt des crédits intrants et au retard des pluies de plus de deux mois au Lac Alaotra.

Les surfaces appuyées ont augmenté de 70 % ces trois dernières années avec des irrégularités principalement liées au fonctionnement même des projets et au climat. A Vohipeno, ces techniques sont souvent mises au point après avoir

appuyé les paysans à organiser des travaux de drainage des bas-fonds hydromorphes et tourbeux, pour réactiver la vie des sols et les rendre plus productifs.

3.4.2 Les points forts de ces techniques de RIA diffusés

Parmi les principaux points forts des techniques de RIA :

- ▶ L'amélioration de la gestion de la fertilité des sols et la sécurisation et augmentation des productions.
- ▶ La réduction de la charge de travail de labour et hersage, mise en boue, gestion de pépinières et repiquage des plants.

- ▶ La réalisation des semis en début de saison des pluies avant les pics de travaux agricole et l'obtention de riz précoce en période de soudure.
- ▶ L'installation des cultures de contre-saisons sur des sols encore humides en fin de saison des pluies.

3.4.3 Les contraintes des techniques de RIA

Les principales contraintes des techniques de RIA agro-écologiques sont les suivantes :

- ▶ Les investissements préalables requis pour améliorer le drainage et la gestion de l'eau représentent un coût important et néanmoins indispensable pour la réussite de la RIA.
- ▶ Le drainage des bas-fonds hydromorphes fait l'objet d'une faible acceptation sociale et organisation. Certains paysans redoutent plus le manque d'eau que les excès.
- ▶ La pression des mauvaises herbes est plus importante sur des parcelles drainées et semées à sec, car l'eau ne vient pas toujours ensuite inonder les rizières.
- ▶ Les paysans rencontrent des difficultés à conduire les rizières sans labour sur les sols hydromorphes et tourbeux avec des structures trop sableuses ou compactes. Dans ces conditions fréquentes sur la rive ouest du Lac Alaotra et dans les bas-fonds drainés de Vohipeno, le labour aère et oxygène les sols et favorise l'activité des microorganismes et la libération des nutriments du sol.

- ▶ Egalement des difficultés à faire pousser des légumineuses de couverture pour améliorer les sols hydromorphes et tourbeux.
- ▶ On note des dégâts des insectes terricoles. Les larves d'*Heteronychus* et les adultes peuvent parfois consommer les jeunes plants de riz en début de cycle sur les zones exondées de bordure de plaine.
- ▶ L'augmentation du prix des engrais depuis 2008 limite l'intérêt de la culture des variétés exigeantes telles que les riz poly-aptitudes diffusés depuis 2002.
- ▶ Les techniques sont complexes car les variétés de riz et les itinéraires techniques doivent être choisis en fonction des sols et des niveaux des nappes d'eau.
- ▶ L'accès pour le battage et le transport des récoltes devient problématique lorsque des variétés à cycles courts sont cultivées au milieu de rizières conventionnelles.
- ▶ Enfin, le faible prix du riz n'incite pas les paysans à intensifier la riziculture.

3.4.4 Quelques observations sur la pérennité des techniques de RIA

Au Lac Alaotra, des éléments des techniques promues sont adoptés spontanément par des paysans comme, par exemple, les semis directs en ligne avant les pluies. Certains paysans cultivent aussi d'eux-mêmes des variétés de riz SEBOTA à cycle court. Cependant, l'utilisation de ces variétés exigeantes a tendance à diminuer depuis 2009 du fait de l'augmentation du prix des engrais nécessaires pour obtenir de

bonnes productions. Les rotations de techniques de RIA avec des contre-saisons maraîchères ou des plantes de couverture sont de plus en plus adoptées. Bien souvent, la culture de riz suivant les contre-saisons est installée après le labour des parcelles, pour décompacter et aérer les sols et réduire ponctuellement la pression des adventices.

3.4.5 Conclusion sur les techniques de RIA et propositions

Ces techniques semblent pertinentes dans toutes les rizières relativement abritées des inondations et sécheresses où les paysans veulent sécuriser leur production. Devant ce constat, une méthodologie d'intervention pertinente nous semble reposer sur les points suivants :

- ▶ Rechercher des moyens financiers pour aménager les rizières pouvant, à des coûts acceptables, être cultivées en RIA voire SRA.
- ▶ Proposer ces techniques sur des zones où le potentiel de succès est le meilleur, notamment sur les parties des bas-fonds un peu surélevées où les sols ont une bonne capacité de rétention en eau et en nutriments. Sur ces sols plus évolués, l'intensification agricole peut être plus sécurisée et plus rentable.
- ▶ Conseiller aux producteurs/trices d'augmenter la qualité des fertilisations organiques et minérales et les sarclages sur les parcelles les plus sécurisées.
- ▶ Appuyer l'installation de cultures maraîchères ou de plantes de couverture en contre-saison pour diversifier les revenus du paysan et améliorer la fertilité des sols.
- ▶ Conseiller des variétés rustiques sur les zones où l'intensification est risquée.

3.5 Les résultats de la diffusion des techniques d'intégration d'agriculture et d'élevage (IAE)

3.5.1 L'adoption des techniques d'IAE

A Madagascar, l'élevage de bovins est pratiqué sur l'ensemble de l'île mais le nombre de zébus est très inégalement réparti en fonction des régions et des familles. La plupart des agro-éleveurs utilisent traditionnellement des techniques d'IAE. En s'inspirant des pratiques existantes, AVSF propose, depuis plus de dix ans, des techniques principalement basées sur l'utilisation de parcs améliorés à bovins avec fosse fumière, la fabrication de compost, la fertilisation organique et l'introduction de parcelles fourragères.

	Nb de bovins par famille	
	Indice de présence	Evolution
Lac Alaotra	++	Diminution
Vohipeno	+	Augmentation
Manakara	+	Augmentation
Tulear	+++	Diminution

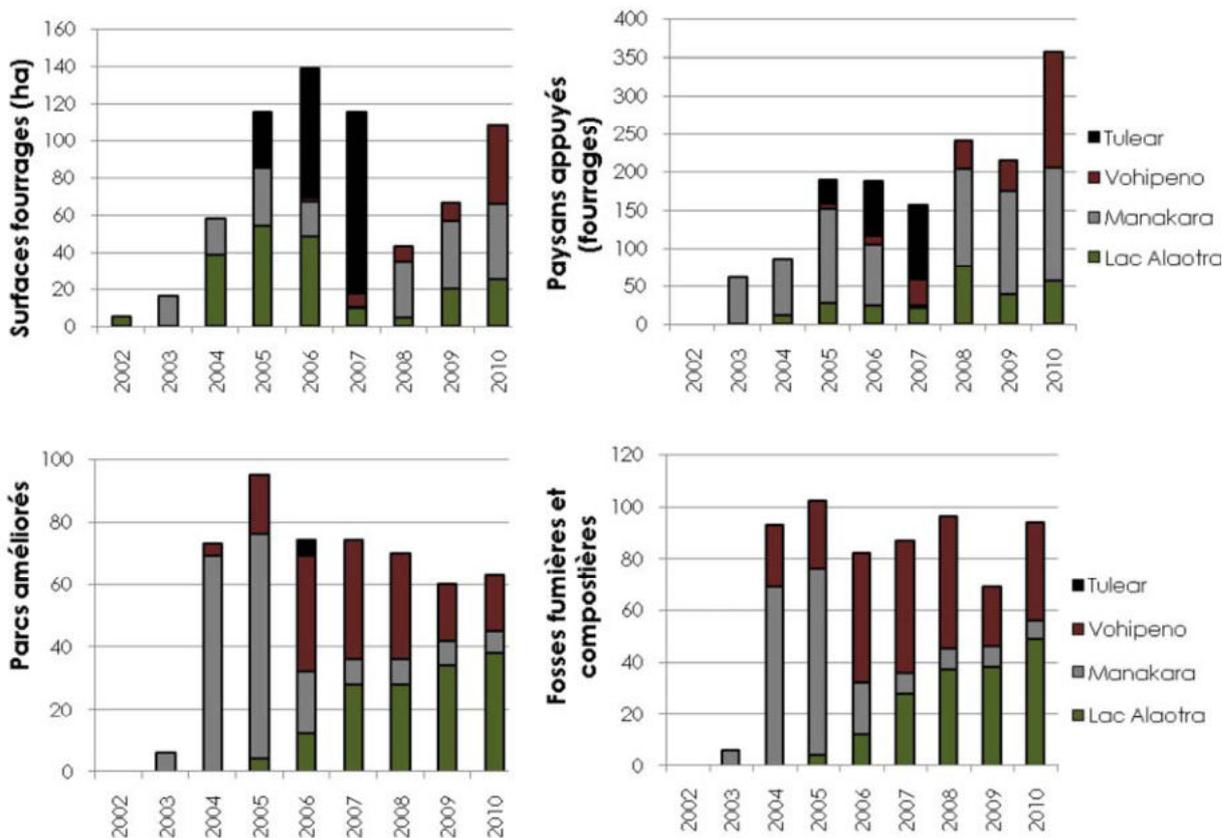


Figure 33 : Principaux résultats de la diffusion des techniques d'IAE

Tableau 3 : Principales activités d'élevage conduites avec des techniques d'IAE en 2010

Action d'IAE	Lac Alaotra		Vohipeno	
	Nombre d'unités	Nombre paysans	Nombre d'unités	Nombre paysans
Poulaillers	35	35	0	0
Parc porcs	17	17	0	0
Engraissement porcs	15	9	0	0
Embouche bovine	11	8	0	0
Vaches laitières	31	8	0	0
Ruches à abeilles	15	2	43	12
Bassins piscicoles	1	1	63	49

En 2010, AVSF appuie 108 ha de cultures fourragères chez 357 paysans ainsi que 63 parcs améliorés et 94 fosses fumières et compostières. Au Lac Alaotra, plus de 90 % des paysans appuyés sur les cultures pluviales utilisent plus de 3 tonnes de fumier ou de déjections bovines desséchées dans les parcs (appelées à Madagascar « poudrettes de parc »), par hectare sur les parcelles de cultures appuyées par le projet. A Manakara et à Vohipeno, les installations de parcs améliorés à zébus ont diminué depuis 2008 car les zones d'intervention ont été réduites, et relativement **peu de paysans appuyés possèdent des zébus**. Au Lac Alaotra, les parcs améliorés et les fourrages de *Brachiaria sp.* et de *Stylosanthes g.* sont principalement adoptés par les éleveurs laitiers. En fonction des demandes paysannes,

AVSF appuie d'autres activités d'IAE reposant sur les élevages de poules, de porcins, d'abeilles et de poissons. A Manakara et à Vohipeno, les paysans récupèrent souvent les fientes de poules dans les poulaillers pour les utiliser dans les pépinières de riz. A Vohipeno, une association d'apiculteurs est appuyée sur la production et la commercialisation de miel. En partenariat avec AVSF, une association de pisciculture appuie des paysans de Vohipeno dans l'installation et la gestion de bassins piscicoles dont les berges sont stabilisées avec du *brachiaria sp.* qui est aussi utilisé pour l'alimentation des poissons. Dans la région de Tulear, l'utilisation de fumier bovin n'est que très rarement appuyé car cette pratique est encore un fady (un interdit) chez les Mahafaly et les Antandroy.

3.5.2 Les points forts des techniques d'IAE au Lac Alaotra et à Vohipeno

Les principaux points forts des techniques d'IAE sont :

- ▶ L'amélioration de la fertilité des sols et des productions avec l'apport de fumier.
- ▶ La valorisation de sous-produits et résidus agricoles disponibles dans les exploitations.
- ▶ La valorisation de la force animale pour le travail du sol, la transformation et le transport des produits.
- ▶ Des techniques accessibles aux agro-éleveurs sans achats d'intrants externes.
- ▶ Des connaissances paysannes pré-existantes des avantages de ces techniques (valorisation des plantes et des résidus agricoles pour l'alimentation animale, valorisation des sous-produits de l'élevage pour les cultures et les sols) puisque nombre d'entre-elles sont traditionnellement utilisées dans le monde rural malgache et mises en pratique au lac Alaotra par les migrants venus des Hautes terres.
- ▶ L'augmentation de la pression sur les terres et du prix des intrants poussent les paysans à améliorer les productions de fumier et de compost.

3.5.3 Les contraintes des techniques d'IAE

Parmi Les principales contraintes identifiées :

- ▶ Dans les zones de Manakara ou Vohipéno ou dans la région de Tuléar (Fady), l'utilisation du fumier de bovin et des résidus de culture est encore peu courante, alors que ces pratiques sont très anciennes et élaborées dans les régions Merina et Betsileo.
- ▶ Beaucoup de paysans des zones concernées n'ont pas de bovin.
- ▶ De nombreux producteurs/trices ont peu de disponibilité en temps et en matériel nécessaire pour transporter les résidus de cultures et d'élevage, et l'effort parfois consenti peut conduire à un certain découragement, en particulier lorsque les productions agricoles souffrent de débouchés insuffisants et/ou à faible rentabilité.
- ▶ La motivation des paysans reste très variable pour l'intensification de l'utilisation des résidus.
- ▶ Sur le Lac Alaotra, les paysans ne pratiquant pas l'élevage laitier sont peu intéressés par la gestion des fourrages. L'amélioration de l'alimentation des bovins de trait n'est pas considérée comme prioritaire (Utilisation de la capacité de réserve des zébus). Rares sont les paysans intéressés par la fenaison pour remédier au déficit accru de fourrages en saison sèche et lors des travaux de labour.
- ▶ Enfin, on note également l'utilisation de fumiers mal préparés, ce qui peut entraîner la dissémination de mauvaises herbes et une faible libération de nutriments dans le sol.

3.5.4 Quelques observations sur la pérennité des techniques d'IAE

Depuis plusieurs années au Lac Alaotra, les paysans augmentent l'utilisation de fumier et de déjections animales ainsi que les quantités et les durées de distribution de la paille de riz et autres résidus de culture pour les bœufs de trait (Garin, 1998, Saint André, 2010). Au Lac Alaotra et à Vohipéno, de plus en plus de compost est fabriqué par les paysans partenaires d'AVSF. Les autres observations des points forts de la pérennisation des techniques d'intensification de l'IAE sont :

- ▶ L'entretien des logements d'animaux : 85% des parcs à zébus au Lac Alaotra sont correctement entretenus ainsi que la plupart des parcs porcins et des poulaillers.
 - ▶ Des adoptions spontanées de parcs améliorés pour cochons ainsi que des poulaillers, car ces élevages à cycle court sont rémunérateurs et nécessitent moins de matériel et de temps de travaux pour la construction de leurs habitats.
 - ▶ L'existence de services pour l'autonomisation de la diffusion des techniques d'IAE. Au Lac Alaotra et à Vohipéno, des Agents Communautaires de Santé Animale (ACSA) ont été formés par AVSF et travaillent maintenant de manière autonome en appui aux agro-éleveurs. Ces ACSA pratiquent en général l'IAE dans leurs exploitations et sont en capacité de donner des conseils aux agro-éleveurs.
 - ▶ La généralisation de la fertilisation à base de déjections bovines desséchées ou de compost réalisés au poquet dans la rive ouest du Lac Alaotra.
- Plusieurs points faibles de la pérennité de certaines techniques d'IAE sont à relever :
- ▶ On note le peu de construction spontanée de parcs améliorés avec fosses fumières par les agro-éleveurs avec des bovins de trait au Lac Alaotra, ne collaborant pas avec le projet.
 - ▶ Plusieurs fourrages sont surexploités et ce sans apport de fertilisation. Au Lac Alaotra, 70% des parcelles fourragères sont surpâturées, ce qui réduit les productions de fourrage de qualité et la protection des sols.
 - ▶ Dans les systèmes extensifs, la période de transhumance ne permet pas la collecte des déjections bovines.
 - ▶ Dans la région de Tuléar, l'utilisation de fumier est encore majoritairement un Fady (un interdit).

3.5.5 Conclusion et propositions sur l'IAE

A la portée de plusieurs types d'exploitation, la fabrication de fertilisations organiques est indispensable pour augmenter les rendements notamment sur les cultures pluviales. Le fumier ou les déjections bovines desséchées, bien que relativement pauvres en nutriments par rapport aux engrais chimiques permettent de « booster » la fertilité des sols et le développement des cultures. De plus, son action sur l'amélioration des propriétés des sols se fait ressentir sur plusieurs années. Bien que l'utilité des parcelles fourragères soit souvent constatée dans des zones où les fourrages naturels se raréfient, ces techniques ne se diffusent pas spontanément du fait des multiples contraintes à la gestion des ressources agropastorales observées au Lac Alaotra (AVSF, 2008). Parmi les voies possibles pour favoriser une diffusion plus large de ces techniques :

► S'adresser aux paysans les plus motivés pour

tester de nouvelles innovations IAE dans leurs exploitations.

- Aider les paysans pour la planification des activités de production et de commercialisation, en particulier pour les élevages à cycle court qui constituent souvent pour eux une priorité.
- Privilégier l'appui à ces techniques et pratiques d'IAE quand les distances entre les ateliers de production animale et végétale dans l'exploitation familiale sont faibles.
- Analyser avec les paysans les moyens à mettre en œuvre pour promouvoir la construction d'étables fumières conçues pour faciliter l'entassement, le retournement, l'arrosage et le transport du fumier ; les aider à mobiliser ces moyens sans prise de risque exagérée.

3.6 Les résultats de la diffusion des techniques d'agroforesterie et de bandes enherbées

3.6.1 Adoptions de l'agroforesterie et des bandes enherbées

Des systèmes agroforestiers très diversifiés existent déjà autour des habitations de plusieurs régions. Par exemple, à Vohipeno et à Manakara, des associations très pertinentes de culture de rente (café, girofler), d'arbres fruitiers (arbres à pain, jacquiers), d'arbres d'ombrage (*Gliricidia sepium*), de bananiers, etc. sont implantées dans des vergers de case devenus traditionnels. Dans un pays où l'érosion et la savanisation des couverts végétaux menacent sérieusement la productivité

agricole des collines et des bas-fonds, AVSF aide des paysans intéressés par l'amélioration ou l'installation de systèmes agroforestiers et de bandes enherbées. En 2010, près de 3150 arbres agroforestiers ont ainsi été plantés par 32 paysans. Dans le cadre de la mise en œuvre de schémas d'aménagement des bassins versants au Lac Alaotra et à Vohipeno, plus de 15 km de haies vives d'arbres et arbustes ainsi que 4 km de bandes enherbées ont été installés par 87 paysans.

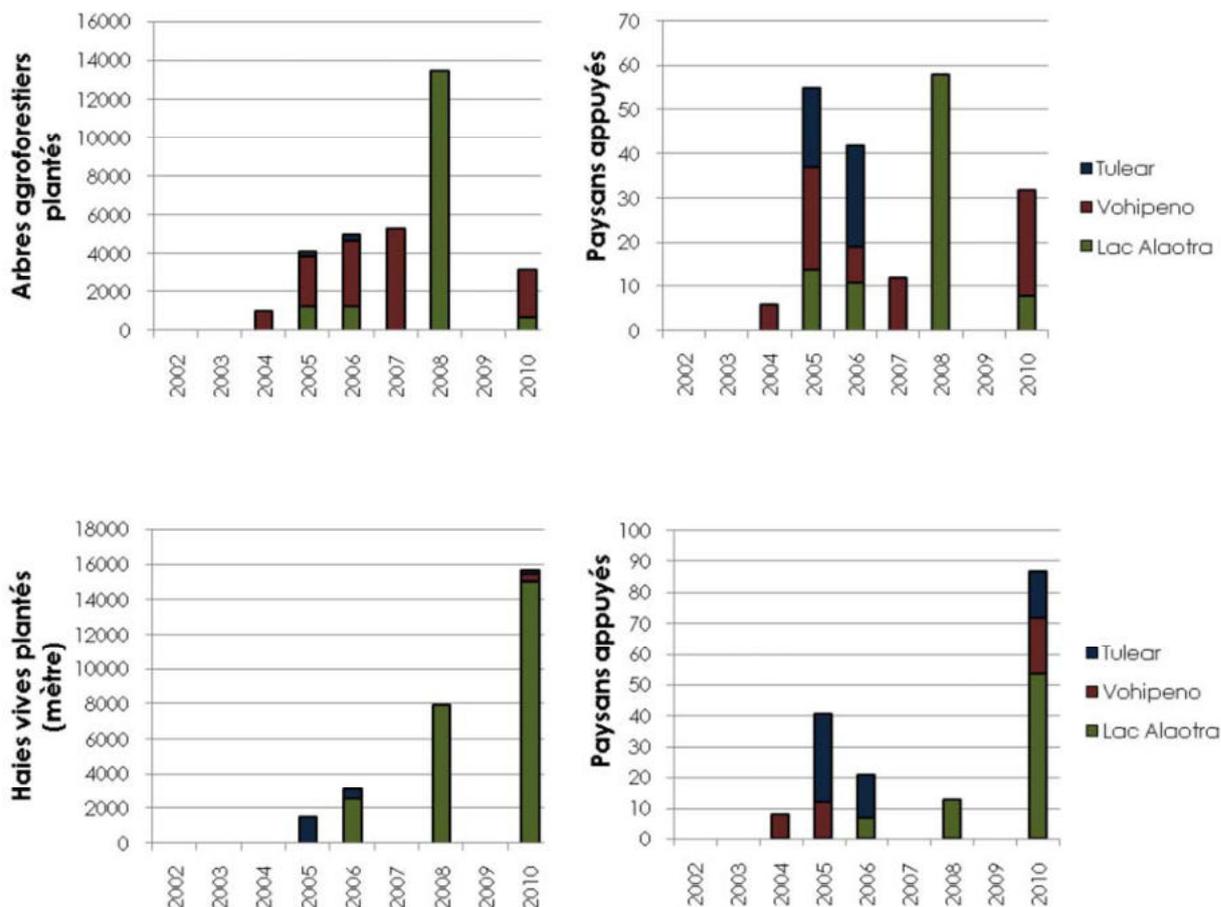


Figure 34 : Principaux résultats de la diffusion de l'agroforesterie et des bandes enherbées

Les irrégularités des adoptions de ces pratiques d'agroforesterie et bandes enherbées sont surtout dues à des attentes très diversifiées des populations en fonction des contraintes agricoles et environnementales des terroirs ainsi qu'aux moyens mis en œuvre par les projets pour animer les activités, pas forcément adaptées, continus et réguliers dans le temps eu égard aux attentes et besoins.

A Vohipeno, de 2005 à 2007 le projet s'est ainsi fortement investi sur des appuis à la diversification agricole et les cultures de rentes. En 2010, au Lac Alaotra et à Vohipeno, les activités de promotion de l'agroforesterie et d'installation de bandes enherbées ont été relancées dans le cadre de la mise en œuvre de schémas d'aménagement concerté des bassins versants avec les populations rurales.

3.6.2 Les points forts de l'agroforesterie et des bandes enherbées

Les principaux points forts de l'agroforesterie et des bandes enherbées sont les suivants :

- ▶ La diversification des productions (ressources alimentaires, ligneuses et fourragères). Par exemple, les raquettes des haies vives à Tulear sont parfois utilisées pour l'alimentation humaine (fruits) et animale (tiges et fruits). A Manakara et à Vohipeno, l'arbre à pain et le jacquier produisent deux fois par an et sont des ressources alimentaires indispensables pour les nombreuses familles qui connaissent de difficiles périodes de soudure pour le riz.

- ▶ L'obtention de revenus issus de la vente de poivre, de café et de fruits par une majorité de paysans de Manakara et de Vohipeno.
- ▶ L'installation de végétaux qui améliorent durablement la fertilité des sols. Ces végétaux permettent une mise en valeur des zones pentues et/ou ayant des sols dégradés. Ils limitent ainsi les problèmes d'érosion tout en contribuant à améliorer la fertilité des sols.
- ▶ La protection des parcelles de culture de l'érosion et des divagations animales. A Tu-

léar, l'implantation d'espèces ligneuses fourragères et de raquettes permet de limiter l'érosion éolienne et l'assèchement des sols tout en servant à l'alimentation animale notamment en période de soudure.

- ▶ La matérialisation des limites des parcelles exploitées par les paysans.
- ▶ Une facilité d'installation de certaines espèces (*Gliricidia sépium*, *grevillea banksii*)

par boutures et éclats de souches et ce, sans soins particuliers.

- ▶ La facilité de multiplication de certaines graminées telles que les vetiver, les banagrass et les *brachiaria sp.*, par prélèvement de boutures ou éclats de souche sur des plants déjà installés.
- ▶ La possibilité d'installation sans utilisation d'intrants chimiques.

3.6.3 Les contraintes à l'agroforesterie et aux bandes enherbées

Les principales contraintes relevées à l'adoption de l'agroforesterie et des bandes enherbées sont les suivantes :

- ▶ Ces activités sont parfois considérées comme non prioritaires par les paysans car : (1) Elles impliquent des investissements de départ important en travail alors que les revenus et autres bénéfices de telles pratiques ne sont perçus qu'à moyen ou long terme, ce qui n'incite pas toujours les paysans à s'investir dans ces activités ; (2) Elles sont souvent abandonnées par les familles ne disposant pas d'une sécurisation de leur foncier.
- ▶ La plantation d'arbres ou l'installation de graminées pérennes sont souvent difficiles sur les zones pentues où les sols sont pauvres en matière organique. Ces installations se font de préférence en courbe de niveau et en quinconce dans de grands

trous enrichis en fumure organique et elles peuvent demander beaucoup de temps (A la bêche, l'installation sur site d'un plant d'arbre prend alors plus de 5 minutes).

- ▶ Elles peuvent entraîner la présence de rats dans les haies d'arbustes et de vetiver proches des cultures.
- ▶ Il est par ailleurs nécessaire de gérer les compétitions entre les arbres agroforestiers et/ou bandes enherbées et les autres cultures au niveau des prélèvements d'eau et des nutriments mais aussi de l'énergie solaire. Il est souvent régulièrement nécessaire de couper les branches des arbres et grandes graminées en bordure de parcelles pour limiter ces compétitions. Par contre, les biomasses coupées peuvent alors être épanchées sur les sols cultivés pour les enrichir en matière organique et limiter le développement des mauvaises herbes.

3.6.4 Quelques observations sur la pérennité de l'agroforesterie et des bandes enherbées

Plusieurs observations concernant la pérennité des activités d'agroforesterie et des bandes enherbées permettent de mettre en avant les contraintes suivantes :

- ▶ Au Lac Alaotra, peu d'embocagement spontané des cultures à l'exception des zones proches des villages et des axes de passage. Bien que les problèmes de divagations animales ou fonciers soient importants, on constate peu de renforcement ou de prolongement des haies vives pour délimiter les champs. De même, les tailles et les récoltes des graines des haies vives pour fertiliser les sols ou alimenter des animaux sont rares.

- ▶ Peu de multiplication spontanée de bandes enherbées et de vétiver pour la protection des cultures et des aménagements hydro-agricoles au lac Alaotra, bien que la stabilisation des sols par ces bandes enherbées soit visible par endroit.

- ▶ Peu d'installations de légumineuses sans appui des projets à l'exception des *Gliricidia sepium* dans le Sud-Est. Il est probable que les soins nécessaires et les faibles valorisations, hors amélioration des sols, découragent les paysans.

Plusieurs observations en faveur de la pertinence et de la pérennité de l'agroforesterie et des bandes enherbées méritent cependant d'être mentionnées :

► L'installation sans appuis de projets, de nombreux jardins agroforestiers diversifiés autour des habitations et de *Gliricidia sepium* par boutures, pour embocager ou ombrager les cultures à Vohipeno et Manakara. A Tuléar, les champs sont traditionnellement

embocagés avec des raquettes à épines (*Opuntia*) afin de limiter les problèmes de divagation et d'érosion hydrique et éolienne. Au Lac Alaotra, les paysans plantent des *Jatropha* et des *Thitonia* par bouture pour protéger certaines parcelles.

- La matérialisation des limites foncières par les arbres et les graminées pérennes.
- La gestion de pépinières et plantations d'arbres réalisées sans appuis externes.

3.6.5 Conclusion et propositions sur l'agroforesterie et les bandes enherbées

Cette activité est importante car elle permet l'installation d'espèces végétales pérennes qui ont un rôle sur la préservation des sols à long terme. Deux ou trois ans après l'implantation des arbres agroforestiers et des bandes enherbées, les avantages anti-érosifs et de protection des parcelles contre les divagations commencent à être visibles. Toutefois, l'extension de l'utilisation des végétaux pour assurer ces fonctions ne se produit significativement qu'avec des espèces qui se multiplient par boutures aériennes sans soins particuliers, principalement dans le Sud-Est et le Sud-Ouest et plus rarement au Lac Alaotra.

En s'inspirant des expériences menées au Lac Alaotra et à Vohipeno, plusieurs propositions peuvent être formulées pour une meilleure diffusion et adoption de ces techniques :

► Travailler au niveau des sous-bassins versants (ou toposéquences) et sensibiliser et former les usagers sur les problèmes de gestion de la fertilité des sols, de protection des champs des divagations des bovins et des aléas climatiques.

- Identifier les paysans intéressés et en condition favorable pour tirer profit à l'amont et à l'aval des aménagements réalisés (foncier relativement sécurisé, besoin exprimé et/ou ressenti de protéger les terres cultivées, besoin de produire du bois ou des fourrages ...), puis favoriser les échanges paysans.
- Privilégier l'appui à ces techniques quand le rôle de l'arbre ou des bandes enherbées est visible rapidement, ou essentiel à la sécurisation à long terme des zones de productions agricoles.
- Renforcer la mobilisation de groupes d'individus pour la mise en œuvre de ces activités à l'échelle du bassin versant.
- Planifier les travaux de gestion des pépinières et des plantations dans le cadre de la mise en œuvre de schémas d'aménagement concerté des exploitations ou des terroirs, définis par et pour les familles paysannes.

4 Les effets de l'intégration de l'agro-écologie dans les exploitations et terroirs

4.1 Des modifications du fonctionnement des exploitations agricoles encore insuffisamment analysées

4.1.1 Les performances technico-économiques des différents modes de culture du riz au Lac Alaotra

Pour aborder ce sujet, différentes techniques de culture de riz ont été testées afin de comparer leurs performances économiques dans les exploitations. Pour cela, les principaux critères technico-économiques évalués et comparés sont :

- ▶ Les temps de travaux (mis en relation avec les rendements)
- ▶ La productivité du travail (mis en relation avec les rendements)
- ▶ Les besoins d'investissement en intrants (mis en relation avec les rendements)
- ▶ La marge brute (mis en relation avec la valorisation de la journée de travail)

Les temps de travaux nécessaires et les investissements à réaliser représentent le plus souvent les deux facteurs limitant de l'intensification agricole au Lac Alaotra. Sur la rive-ouest du Lac Alaotra, l'accès à des terres cultivables est rarement le facteur limitant bien que les niveaux de sécurisation foncière des parcelles et l'exposition de ces dernières à des aléas climatiques et humains (divagation de bovins, feux, vols des productions...) représentent aussi une contrainte non négligeable aux modifications par les paysans de pratiques existantes ou à l'adoption de nouvelles techniques. Lors des conseils apportés aux producteurs/trices, ces différents facteurs limitants sont classés pour mieux ajuster les propositions techniques aux contraintes et au fonctionnement de l'exploitation. Ces calculs ont été effectués à partir des données de suivi des parcelles appuyées et des résultats d'enquêtes sur les techniques conventionnelles du Lac Alaotra (AVSF Lac Alaotra (c)., 2010). Les techniques retenues pour ces comparaisons sont :

Sur les Rizières Irriguées (RI) :

- ▶ SRA_ligne = SRA avec repiquage en ligne (N=5)¹⁵
- ▶ SRA_foule = SRA avec repiquage en foule (N=3)
- ▶ SRA + NPK = SRA avec 100 kg de NPK (N=19)
- ▶ SRA + Guano = SRA avec 400 kg/ha de Bat Guano (déjections de chauve-souris, N=12)

Sur les Rizières à irrigation aléatoire (RIA) :

- ▶ Riz_SCV = Riz semé sans labour sur des résidus végétaux (N=16)
- ▶ Riz_w = Riz semé après labour du sol (N=12)
- ▶ Riz_SCV+NPK = Riz semé en SCV et fertilisé avec 150 Kg de NPK (N=6)
- ▶ Riz_w+NPK = Riz semé après labour et fertilisé avec 190 kg de NPK (N=15)

Sur les collines, les techniques de conduite du riz pluvial (RP) :

- ▶ RP_w_char = Riz semé après labour à la charrue d'une jachère herbacée (N=8)
- ▶ RP_w_bêche = Riz semé après labour à la bêche d'une jachère herbacée (N=11)
- ▶ RP+stylo_SCV = Riz semé sur des résidus de culture précédentes (N=6)
- ▶ RP/stylo_SCV = Riz semé directement à travers un mulch de stylosanthes (N=6)
- ▶ RP+stylo_w_NPK = Riz associé à du stylo-santhes semé après labour à la charrue d'une jachère herbacée et fertilisé avec 50 kg de NPK/ha (N=14)

15 - N : nombre de parcelles suivies

Les graphiques ci-dessous présentent les performances technico-économiques de ces techniques.

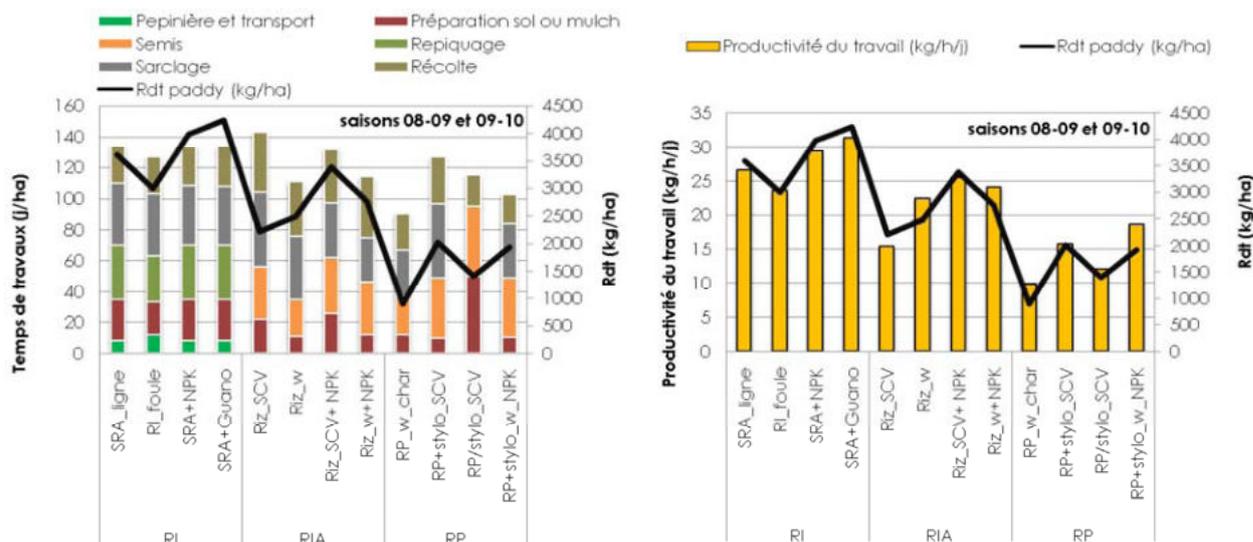


Figure 35 : Comparaison de la productivité du travail des techniques de culture du riz (Lac Alaotra)

La riziculture irriguée (RI) est plus contraignante du fait des travaux de gestion d'une pépinière suivis de la mise en boue des rizières et du repiquage. Sur rizière à irrigation aléatoire (RIA), les temps de travaux sont légèrement inférieurs car les semis sont effectués directement sur des sols labourés ou désherbés pour rester dans une gestion SCV. Sur les cultures pluviales, les temps de travaux varient plus en fonction des modes de travail du sol ou de préparation des couvertures

végétales en SCV. Ces deux dernières années (2009, 2010) où les conditions climatiques ont été globalement favorables à l'agriculture, la productivité du travail a été plus élevée sur les RI (28 kg/h/j) que sur les RIA (22 kg/h/j) et les cultures pluviales (14 kg/h/j de travail). Ceci semble principalement du aux variations de fertilité des sols entre ces différents milieux écologiques et aux priorités accordés par les paysans à la riziculture de bas-fonds.

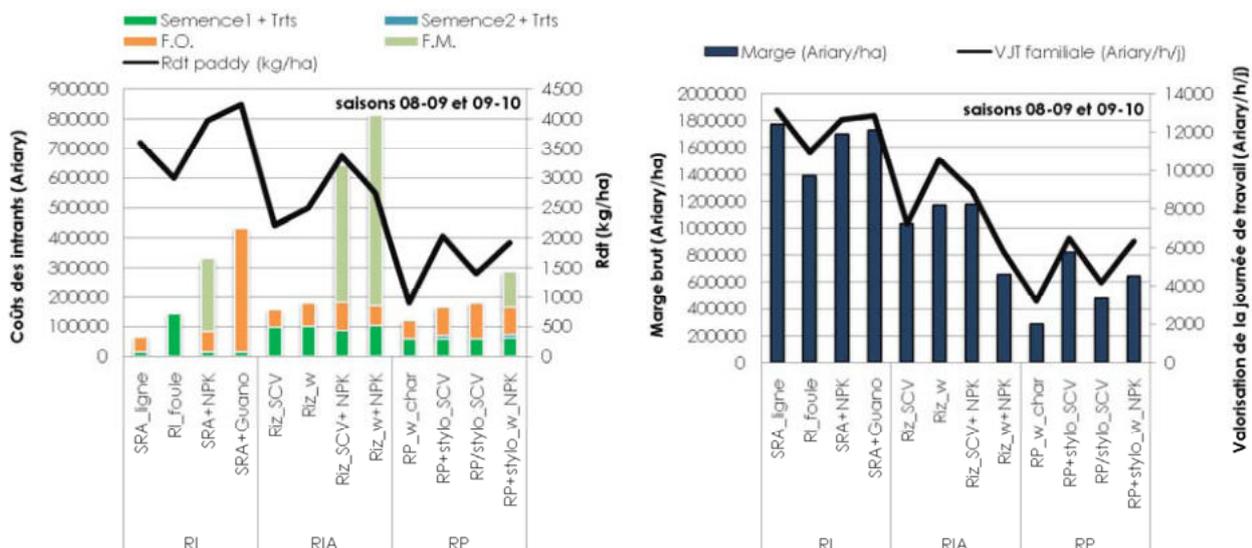


Figure 36 : Comparaison des performances économiques des techniques de culture de riz¹⁶

Les intrants nécessaires sont très variables en fonction des modes de gestion des cultures et des milieux exploités. Sur RI, les meilleurs rendements ont été obtenus en SRA avec l'utilisation de 400 kg de déjections de chauve-souris. Sur RIA, les engrais minéraux semblent être mieux valorisés par le riz sur les sols gérés en SCV par rapport aux sols travaillés. Sur les collines, à niveau d'intrant équivalent, les rendements d'un des deux SCV (sur résidus de Maïs + légumineuse) ont été supérieurs à ceux obtenus sur labour. En revanche, le riz pluvial (RP) installés en SCV sur des couvertures mortes de *stylosanthes g.* a donné de moins bons rendements du fait de dégâts localisés par des insectes terrioles et des rats sur 3 des 6 parcelles suivies.

Des ajustements des opérations culturales pourront aussi améliorer l'efficacité de ce système récemment rediffusé du fait de l'utilisation de variétés de *stylosanthes g.* résistantes à un parasite (anthracnose). Sur RI, les marges brutes obtenues ont été en moyenne de 1.653.000 Ar/ha alors qu'elles ont été de 1.013.000 Ar/ha sur RIA et de 561.000 Ar/ha avec le riz pluvial sur colline. Sur les RI, la valorisation de la journée de travail familiale (VJT F) sur des parcelles où tous les travaux ont été

réalisés par de la main d'œuvre familiale, est en moyenne de 12.400 Ar/h/jr alors qu'elle est de 8.140 pour les RIA et de 5.000 Ar/h/jr pour le riz pluvial. Ces valeurs sont bien supérieures au 2.000 Ar usuellement payés pour l'emploi journalier d'un travailleur agricole.

Bien qu'incohérente avec la logique de l'exploitant familial, qui ne réfléchit pas à l'échelle de la parcelle, ce type d'analyse donne une idée des performances économiques d'un mode de conduite d'une culture dans des conditions écologiques données. Cependant, elles ne permettent pas d'estimer les poids relatifs des différents facteurs contribuant à la production mesurée (fertilité initiale des sols, caractéristiques des couvertures et des résidus végétaux, quantités et types de fertilisations apportées, le mode de semis, pression des mauvaises herbes et des ravageurs, modes de sarclage et de traitement phytosanitaire...) dans la formation des rendements. Sur les parcelles suivies par le projet, ces estimations sont difficiles car les combinaisons de conditions écologiques et de modes de gestion des parcelles appuyées sont trop nombreuses, et certains facteurs de production sont mal caractérisés ou renseignés.

16 - Taux de change de l'Ariary malgache par rapport à l'Euro : 1 Euro = 2837,3 Ariary (04/03/2011).

4.1.2 Une ébauche d'évaluation économique dans les systèmes d'exploitation du Lac Alaotra

Sur la base de données caractérisant le système d'exploitation et les performances technico-économiques des systèmes de culture et d'élevage, AVSF a développé des applications simples (sur des feuilles de calcul de type excel ou open office) pour évaluer approximativement les modifications du fonctionnement économique des exploitations suite à l'introduction d'innovations techniques. Les modalités de calcul sont semblables à celles utilisées avec l'application Olympe (Penot, 2008). A l'échelle de l'exploitation agricole, il s'agit de comparer les besoins alimentaires et monétaires des ménages par rapport aux ressources générées par le système d'exploitation et par les activités extra-agricoles (Andrianteranagna, 2007, AVSF, Lac Alaotra, d, 2006). Ces applications permettent de réaliser des représentations graphiques synthétiques des systèmes de production et de leur fonctionnement. La comparaison de ces représentations à deux périodes données peut permettre d'évaluer rapidement les modifications générées par l'introduction de techniques agricoles à condition que d'autres facteurs comme le climat et/ou la pression des ravageurs de l'année n'interfèrent que modérément. Ces outils représentent de bons supports de réflexion et de formation pour renforcer la compréhension des systèmes d'exploitation pour les équipes des projets et certains paysans pilotes.

Il ressort de ces analyses que certains choix techniques tels que le maraîchage paillé ou la production laitière augmentent rapidement les revenus des exploitations du Lac Alaotra. Sur les collines, la culture du riz pluvial, dont les rendements sont faibles, est peu rentable économiquement mais intéresse fortement les paysans car les productions sont précoces et raccourcissent ainsi les périodes de soudure de certaines familles. Les représentations des systèmes d'exploitation d'intégration agriculture et élevage permettent cependant de bien mettre en évidence les flux de matières entre les ateliers de production et donnent ainsi une idée des économies réalisées, en considérant que les produits recyclés à l'intérieur de l'exploitation pourraient être achetés aux prix du marché s'ils n'étaient pas auto-produits. Les travaux menés montrent aussi que de nombreuses exploitations ont recours à des activités extra-agricoles pour disposer d'une trésorerie suffisante permettant de financer les intrants et/ou la main d'œuvre lors des pics de travaux agricoles.

Cependant, le rôle et l'importance économiques des différents ateliers de production dans le système d'exploitation sont souvent difficiles à évaluer car ils varient régulièrement en fonction des opportunités de commercialisation et d'achat des produits agricoles.

4.1.3 Des effets socio-économiques sur les exploitations en cours d'estimation

Dans ce domaine, de nombreuses conclusions sont annoncées par des agronomes convaincus sans **analyse globale** à l'échelle de l'exploitation. Les estimations de l'évolution de la part des revenus générés par les techniques agro-écologiques dans les exploitations sont encore quasi-inexistantes. Ceci provient du fait que les systèmes d'exploitation des paysans sont diversifiés et dynamiques. De plus, l'évaluation technico-économique de l'évolution des performances des systèmes d'exploitation se heurte souvent aux problèmes suivants :

- ▶ Les exploitants réajustent régulièrement leurs systèmes de production en modifiant l'allocation des facteurs de production. Les flux entre le ménage et les divers ateliers de production sont aussi irréguliers et difficiles à quantifier et à valoriser.
- ▶ De nombreux acteurs interviennent (main d'œuvre familiale parfois nombreuse mais pas tout le temps disponible, emploi de main d'œuvre temporaire et/ou permanente avec différentes conditions de travail).

- ▶ La plupart des exploitants ne calculent pas tous les investissements financiers et ne notent pas les temps de travaux réalisés. De même, les surfaces cultivées et les quantités de productions obtenues à dire d'acteur sont parfois imprécises.
- ▶ Certaines techniques correspondent à des investissements dont les effets espérés sont différés.

Ces évaluations nécessitent donc beaucoup de données. Au Lac Alaotra, le projet BVLac et AVSF appuient la mise en œuvre **d'un réseau de fermes de référence** pour évaluer ces répercussions économiques. Cependant, cette démarche est confrontée à plusieurs difficultés pour :

- ▶ Obtenir le même niveau de précision des données d'une année sur l'autre, du fait des changements d'enquêteurs et analystes ainsi que des quantités de données attendues par technicien et par an.
- ▶ Présenter l'évolution des performances technico-économiques des systèmes de cultures sur des calendriers de campagne agricole.

- ▶ Tenir compte des répercussions économiques de certaines techniques agro-écologiques dont les effets sont différés et/ou s'opèrent sur différents ateliers de production des exploitations. Par exemple, l'évaluation économique des techniques d'Intégration agriculture et élevage est confrontée à d'importantes difficultés pour quantifier, valoriser économiquement et comparer les effets des flux de matières d'un atelier à un autre à différentes périodes.

Pour ne pas pénaliser le volume et la qualité des appuis/conseils apportés aux paysans, ce travail nécessite une stratégie d'échantillonnage et une structuration importante des informations nécessaires en début d'intervention. Ensuite, les données doivent être collectées tous les mois ou à chaque saison et analysées en temps réel si possible par la même personne. Afin de garantir la fiabilité des données, les modalités de collecte doivent se faire avec les équipes de terrain.

4.2 Des modifications du fonctionnement des terroirs concernés

4.2.1 Effets socio-économiques et environnementaux dans les terroirs

A l'échelle du terroir, il est difficile pour des projets de développement de trouver des indicateurs socio-économiques et environnementaux pertinents pour mesurer les modifications survenues avec le développement des pratiques agro-écologiques. L'élaboration et la mise en œuvre de **schémas d'aménagement** agro-écologique des **bassins versants ou terroirs** représente un outil intéressant pour évaluer les changements de modes de mise en valeur des sols et leurs effets socio-économiques et environnementaux. A Vohipeno et au lac Alaotra, ces actions ont permis de concentrer des techniques agro-écologiques

complémentaires sur différentes unités de paysage (Annexe 4). Sur les zones dégradées, ces actions permettent visuellement de protéger les sols de l'érosion, d'augmenter les couvertures végétales et la biodiversité. Au niveau socio-économique, les changements n'ont pas été estimés à cette échelle mais les paysans témoignent du rôle des techniques agro-écologiques à l'amont et à l'aval des bassins versants. Ils apprécient aussi les nouvelles possibilités qu'offrent ces techniques pour la mise en valeur des différents milieux édapho-climatiques.

4.2.2 Des prémices d'évaluation des effets environnementaux sur les paysages et la captation de carbone

Dans ce domaine, les évaluations aux **échelles** des **bassins versants** sont très rares. A l'échelle de la parcelle de culture, une étude menée sur un site de démonstration de SCV au Lac Alaotra (association Maïs + Dolique) a montré que ces systèmes séquestrent 700 kg de carbone de plus que des systèmes de culture sur labour (Razafimbelo et al., 2006). Actuelle-

ment, des études sont conduites par l'IRD et le CIRAD sur le projet BVLac afin d'évaluer les effets environnementaux des SCV. Elle nécessite de réaliser régulièrement de nombreuses observations sur les différentes unités de paysage des bassins versants avant de présenter les premiers résultats (Annexe 5).

5 Pour une appropriation paysanne de techniques agro-écologiques adaptées

5.1 Une analyse croisée des conditions de diffusion des techniques agro-écologiques

L'expérience d'AVSF montre que le potentiel d'adoption d'innovations dans les systèmes agro-écologiques traditionnels ou de techniques nouvelles est très variable en fonction des conditions et pratiques locales. Cependant,

les discussions avec les paysans et les acteurs de développement agricole sur l'adoption des différentes techniques agro-écologiques proposées aboutissent souvent aux conclusions générales suivantes (cf tableau 4) :

Tableau 4 : Analyse des conditions techniques et socio-économiques d'application des innovations agro-écologiques

Critères	SCV	Associations culturales, rotations avec engrais verts	SRA	RIA	IAE (utilisation de fumiers et composts)	Agro-foresterie et bandes enherbées
Conditions environnementales	Meilleurs résultats sur sols fertiles.	Meilleurs résultats sur sols fertiles.	Possible sur les zones où les niveaux d'eau dans les rizières sont maîtrisés. Meilleurs résultats sur sols fertiles.	Meilleurs résultats sur sols fertiles et sur zone surélevée avec sols hydromorphes	Pertinent dans tous les contextes de polyculture-élevage et sur tous les types de sol. L'utilisation de fumier est tabou dans de Sud-Ouest.	Meilleurs résultats sur sols fertiles.
Besoins en intrants	Fertilisation organique. Pesticides et engrais souvent nécessaires même s'il existe des SCV sans intrants chimiques.	Fertilisation organique. Pesticides et engrais chimiques moins nécessaires qu'en SCV.	Fertilisation organique. Engrais et pesticides, en fonction des rendements recherchés.	Fertilisation organique. Engrais, pesticides, herbicides en fonction de la productivité recherchée.	Faible ou nul.	Faible ou nul.

Changements dans les pratiques (opérations culturales, périodes et temps de travaux) et les stratégies des paysans.	A Tuléar et dans le Sud-Est, peu de changements par rapport au Lac Alaotra où le labour attelé est courant. Besoin de gérer des plantes de couverture, limiter les risques de divagation des bovins et de changer les calendriers de travaux.	Déjà pratiquée avec des légumineuses vivrières ou des jachères dans le Sud-Ouest et le Sud-Est après décapage à l'angady et au Lac Alaotra après labour du sol. Changement des calendriers de travaux.	Travaux plus importants au début. (préparation des rizières, repiquage, sarclage). Peu de souplesse. Moins élevées pour les paysans qui intensifient leur riziculture.	Dépend des itinéraires choisis. Remplacement du repiquage par des semis à sec modifie les pratiques et les calendriers de travaux. Drainage pas toujours accepté.	Intensification de techniques déjà utilisées sauf dans le Sud-Ouest. Changement de calendrier de travaux pour mieux valoriser les périodes de faible activité.	Nécessite d'organiser les plantations. Pratiques plus courantes dans le Sud-Est et le Sud-Ouest qu'au Lac Alaotra.
Rapidité d'augmentation de la fertilité des sols	Premiers effets en 2 à 3 ans, en fonction des fertilisations et exportations.	En fonction des fertilisations et des exportations. Plus lente qu'en SCV.	1 an mais risque d'épuisement des sols, s'il n'y a pas assez de fumure organique	1 à 3 ans mais risque d'épuisement des sols.	Moins d'1 mois pour le fumier. Effets à long terme.	Faible, dépend des espèces. Effets à long terme
Augmentation de la fertilité des sols	Dépend des plantes de couverture et de leur développement mais généralement élevée	Dépend des rotations et des PC mais assez peu élevée	Dépend des fertilisations et exportations, maintien.	Dépend des fertilisations et exportations, maintien.	Dépend des niveaux de fertilisations et d'exportations.	Dépend des espèces de plantes et de leur densité.
Augmentation de la production si le système n'a pas de problème	Dépend des fertilisations et d'exportations mais généralement très élevée.	Dépend des fertilisations et exportations mais généralement élevée.	Dépend des situations et des fertilisations et exportations.	Dépend des situations et des fertilisations et exportations.	Dépend des fertilisations et exportations.	Dépend des espèces de plantes.
Prise de risques par rapport aux facteurs écologiques	Sécurisation face à certains aléas climatiques mais augmentation des problèmes de ravageurs.	Plus exposées à l'érosion et aux sécheresses que les SCV. Pression des ravageurs sur les cultures et les légumineuses.	Sécurisation des productions par rapport aux aléas climatiques.	Sécurisation par rapport aux aléas climatiques.	Sécurisation par rapport aux aléas climatiques, et meilleure résistance aux maladies.	Sécurisation par rapport aux aléas climatiques.
Prise de risques économiques	Assez élevée (dépend des quantités d'intrants utilisés et des temps de travaux).	Moins élevée qu'en SCV (peu d'intrants et d'augmentation des temps de travaux).	Faible, car la production est sécurisée.	Assez élevée dépend de la situation des parcelles et des intrants et temps de travaux.	Peu élevée (peu de dépenses et peu de risques d'échec).	Peu élevée, dépend de l'intensification et de la gestion des arbres.

Robustesse, résilience,	Elevée en cas de sécheresse et de pluies torrentielles. Faible résilience de certains SCV aux problèmes de gestion et à l'évolution du prix des intrants.	Assez élevée. Moins de résistances aux sécheresses et pluies torrentielles que les SCV mais limitation des dépendances aux intrants chimiques.	Très élevée par rapports aux différents risques.	Plus robustes que techniques conventionnelles.	Elevée par rapport aux différents risques.	Dépend des plantes utilisées mais généralement élevée. Protection des parcelles alentours.
Type de paysans potentiellement adoptants.	Paysans suffisamment aisés économiquement, informés et intéressés pour intensifier les productions pluviales (main d'œuvre et/ou intrants).	Paysans suffisamment informés et intéressés pour intensifier les productions pluviales (moins besoin d'intrants au début).	Paysans qui ont des rizières où des aménagements permettent de gérer les niveaux d'eau.	Paysans qui veulent sécuriser et augmenter leur production en acceptant une prise de risques.	Tous les agro-éleveurs. Augmentation du prix des intrants incite à produire du fumier et du compost.	Paysans qui ont un besoin urgent de protéger leurs cultures vivrières et de diversifier leurs productions.
Pérennité des actions de diffusion	Beaucoup de conditions sont à réunir notamment pour l'adoption pérenne des SCV avec intrants. Plusieurs conditions ne peuvent pas être réunies rapidement.	Plus pérenne mais nécessité de produire suffisamment de biomasses végétales et de fertiliser pour ne pas surexploiter la fertilité des sols.	Les paysans continuent des éléments de SRA mais réduisent souvent les niveaux de fertilisation.	Des éléments sont appropriés tels que l'utilisation de variétés de riz, les semis directs et les rotations avec du maraîchage.	Plusieurs techniques d'amélioration de la gestion intégrée des élevages et des cultures sont facilement appropriables.	Les plantes installées ont un effet à long terme, la reproduction de leur utilisation dépend des contextes.

En conclusion, nous pouvons noter que les aspects sociologiques liés à l'acceptation des innovations sont rarement appréciés par les projets alors que les aspects techniques et parfois économiques sont mieux renseignés. Dans ces conditions, il semble opportun pour AVSF de continuer à appuyer les pratiques agro-écologiques paysannes existantes, pour ensuite les conforter et les diversifier. Les intérêts perçus par les paysans pour les techniques

dépendent des contraintes, des risques et des opportunités biophysiques et socio-économiques qu'impliquerait leur adoption : l'identification participative et objective de tous les facteurs de l'environnement des exploitations paysannes qui conditionnent les choix des paysans est un préalable indispensable pour favoriser des dynamiques d'adoption de techniques et innovations réellement adaptées.

5.2 Une analyse du potentiel des différentes techniques pour renforcer l'agriculture familiale

Dans un contexte où les populations rurales sont exposées à de fortes variations des prix des produits agricoles et climatiques, il paraît opportun pour AVSF de consolider et de diffuser des techniques agro-écologiques complémentaires, sécurisées et sans risque majeur

pour les familles paysannes, enfin robustes à long terme pour améliorer progressivement les conditions de vie des petits agriculteurs. Sur cette base, les grands systèmes agro-écologiques jugés les plus pertinents sont présentés ci-après.

5.2.1 Le potentiel des associations et rotations de culture et des engrais verts

Ces techniques sont issues de la combinaison des techniques agro-écologiques avec les techniques « traditionnelles ». Elles présentent donc un potentiel d'adoption pérenne plus important que des techniques impliquant des changements radicaux de paradigme. Bien que moins efficaces au niveau de l'amélioration de la fertilité des sols que les SCV, l'utilisation d'associations et de successions de cultures gérées avec de légères préparations des sols et/ou un recours au labour du sol, si jugé nécessaire pour les cultures concernées,

est perçue par AVSF comme une solution assez sécurisée par rapport aux stratégies de gestion de gestion des risques des familles paysannes dans leurs systèmes d'exploitation. Plus facilement gérables et maîtrisables par les paysans, ces techniques sont considérées comme une étape vers des systèmes plus agro-écologiques. Lorsque les productions de biomasses obtenues sont suffisantes, des reprises en SCV peuvent alors être proposées sur une partie des parcelles pour laisser le paysan faire ses choix en connaissance de cause.

5.2.2 Le potentiel des pratiques d'intégration agriculture-élevage

Les activités d'IAE sont déjà mises en œuvre dans les systèmes de productions des agro-éleveurs du Lac Aloatra et de la région Sud-Est. A la portée de tous les agro-éleveurs et peu risquées, ces techniques peuvent être promues dès lors que les paysans peuvent intensifier la valorisation de leurs produits d'élevage et d'agriculture. L'expérience d'AVSF montre que les techniques d'intensification les plus adoptées dans ces deux régions sont par ordre d'importance :

- ▶ La production et l'utilisation rationnelles du fumier (à Tuléar, cela ne peut concerner que les agro éleveurs ayant surmonté ce fady)
- ▶ L'installation de parcs améliorés
- ▶ La valorisation animale des sous-produits de culture
- ▶ L'installation de fourrages

5.2.3 Le potentiel des SCV

Quelque-soit le niveau d'intrants utilisé, les SCV sont une forme d'intensification de l'agriculture basée sur l'entretien de processus biologiques garant de la fertilité des sols. Conduits de façon optimale et en lien avec d'autres pratiques agro-écologiques, ces systèmes peuvent se montrer très efficaces en terme de maintien, voire de rehaussement de la fertilité des sols et d'augmentation de la productivité du travail, après seulement deux à trois années de mise en œuvre. Cependant, plusieurs SCV actuellement diffusés à Madagascar représentent surtout une alternative pour des paysans aisés économiquement qui souhaitent et peuvent investir en main d'œuvre et en intrants chimiques, notamment en début d'installation. Hors la pauvreté en milieu rural, le peu de services agricoles, la rareté et les montants élevés des crédits de campagne et d'équipement ainsi que l'enclavement font que ces intrants sont difficilement accessibles à la plupart des familles rurales, sans compter que plusieurs pesticides utilisés dans les SCV à Madagas-

car peuvent se révéler dangereux pour la santé humaine.

Pour ces paysans plus vulnérables et donc logiquement peu intéressés par des SCV limitant leur autonomie et augmentant leurs risques, il est plus pertinent de recourir à des SCV reposant sur l'utilisation de jachères améliorées de légumineuses. Cela suppose néanmoins qu'ils aient assez de terres pour se libérer de l'obligation de tout cultiver pour assurer leurs besoins alimentaires. Dans ce cas, l'accompagnement progressif des paysans dans la gestion technique et financière des SCV (multiplication de semences, semis et sarclages, éventuels achats d'insecticides mais de manière raisonnée avec formation sur leur utilisation) est nécessaire pour que ces paysans puissent dégager progressivement les revenus nécessaires à la sécurisation des productions vivrières et des couvertures végétales associées. Afin de simplifier les messages, sécuriser les productions et limiter les risques pour les paysans, les SCV proposés

doivent être relativement robustes et simples, et proscrire dans le meilleur des cas ou limiter au pire l'usage d'intrants chimiques. Ainsi, les systèmes les plus diffusés sont les suivants :

► Au Lac Alaotra, les systèmes basés sur des rotations : Riz ou Pois de terre ou Arachide + Stylosanthes/jachère de Stylosanthes/Riz ou Maïs + Stylosanthes (ressemé naturellement) avec les paysans disposant de jachères. Les systèmes Manioc + Stylosanthes/jachère de Stylosanthes/riz sont aussi de plus en plus diffusés. Sur sols relativement fertiles des rotations de Maïs + Dolichos lablab ou Mucuna sp./Riz sur résidus sont diffusés. Pour mieux accroître la teneur des sols en matière organique, il est alors possible de répéter deux fois l'association Maïs + Dolichos l. ou Mucuna sp. ou d'associer au Riz du Stylosanthes et laisser ensuite une année de jachère à Stylosanthes. Quand les paysans souhaitent obtenir du fourrage et peuvent éliminer les Brachiaria sp., les systèmes Manioc + Brachiaria/jachère de Brachiaria/Pois de terre ou Arachide + stylosanthes sont conduits.

► Dans le Sud Est, les systèmes à base de Bra-

chiaria/Manioc + Brachiaria/Brachiaria/Manioc + Brachiaria ou Manioc + Stylosanthes/Stylosanthes/riz pluvial ou Manioc + Brachiaria et plus rarement les systèmes de Riz + Stylosanthes/Stylosanthes/Riz ou Manioc.

► A Tuléar, les systèmes traditionnels de Maïs + Niébé/Manioc + Niébé ou jachère sont renforcés et les systèmes de Manioc + Brachiaria sp./Brachiaria sp./Niébé ou Arachide sont introduits pour fournir des fourrages.

Enfin, pour AVSF, l'adoption pérenne des SCV dans les systèmes de production paysans nécessite de prioriser la qualité des réalisations sur certains terroirs et exploitations et du suivi-conseil auprès des producteurs/trices, même si cela se fait au détriment des surfaces finalement emblavées. Cette voie semble la plus pragmatique pour que des paysans intègrent des pratiques de SCV de manière durable dans leurs systèmes de production, qui répondent à leurs objectifs, et s'en approprient les principes de même que le matériel végétal. Ces producteurs/trices peuvent alors devenir d'efficaces vulgarisateurs pour des formations « de paysan à paysan ».

5.2.4 Le potentiel des techniques de SRA et SRI

Lorsque les rizières peuvent être aménagées afin de faciliter une bonne gestion de l'eau, le SRA et le SRI sont des techniques productives et sécurisées qui demandent des semences et du fumier ou compost, et pas ou peu d'engrais minéraux, d'herbicides et de pesticides. Les possibilités d'augmentation des rendements ou de réduction des coûts de production sont variables en fonction des contextes

socio-économiques et des habitudes de culture du riz et de la disponibilité de la famille en fumure organique. Cependant, sur la base des pratiques observées, des éléments techniques du SRA ou du SRI peuvent souvent se montrer très pertinents. En témoignent ainsi les divers résultats déjà existants au Lac Alaotra et dans le Sud-Est.

5.2.5 Le potentiel des techniques de RIA

Bien que les rizières où l'eau n'est pas maîtrisable couvrent de grandes surfaces et représentent par conséquent un enjeu majeur pour l'amélioration des conditions de vie de nombreuses familles du Lac Alaotra et du Sud Est, les techniques agro-écologiques de RIA ne sont adaptées que dans certaines conditions. A la lumière de l'expérience acquise, les propositions formulées en vue de sécuriser la production des paysans sont les suivantes :

► Au lac Alaotra, les systèmes les plus diffusés sont basés sur le semis direct de riz en ligne sur parcelles labourées, suivi de l'installation de cultures de contre-saison lorsque les conditions sont favorables.

► Dans le Sud Est, les systèmes les plus diffusés consistent à repiquer du riz sur des sols piétinés par les zébus en début de grande saison des pluies, suivi, lorsque les sols sont suffisamment drainés, de culture de Niébé.

5.2.6 Le potentiel de l'agroforesterie et des bandes enherbées

Ces techniques, utilisées déjà traditionnellement par les paysans dans de nombreuses régions, sont pertinentes lorsqu'ils souhaitent protéger leurs parcelles de l'érosion ou des divagations animales, cultiver des arbres pour avoir du bois et/ou des fruits ou pour l'amélioration

de la fertilité des sols. Bien que rarement prioritaires pour les paysans, la promotion de ces activités reste appropriée afin de contribuer à la diversification et à la protection des agro-écosystèmes par l'utilisation de plantes pérennes.

5.3 Des orientations méthodologiques pour une meilleure diffusion et adoption paysanne de nouvelles pratiques agro-écologiques

5.3.1 Renforcer les connaissances des techniciens sur l'évaluation des sols et des couverts végétaux

L'efficacité des fonctions agronomiques des systèmes agro-écologiques (protection des sols contre l'érosion, restructuration et amélioration de la fertilité chimique des sols, diminution de la pression des adventices et des pertes par évaporation) dépendent des propriétés bio-physico-chimiques des sols et des biomasses produites. **Le plus grand bénéfice des pratiques agro-écologiques pour le paysan se produit après plusieurs années**, une fois que l'écosystème du sol assure efficacement le maintien de la fertilité. Pour améliorer la gestion des opérations culturales les plus appropriées, des études sur les caractéristiques des sols et la productivité des biomasses végétales sont encore nécessaires pour clarifier :

a) Les relations entre les caractéristiques des sols, la productivité de biomasse des cultures et associations de cultures, les quantités et la qualité chimique des résidus organiques, la pression des mauvaises herbes.

Au Lac Alaotra, les biomasses annuelles produites en milieu paysan sur colline par une association de Maïs + Dolique et une culture pure de stylosanthes g. sont respectivement de 4 tonnes/ha et 3,6 tonnes/ha (Naudin et al., 2011). Ces biomasses correspondent respectivement à des couverts du sol de 70% et de 65% (Naudin et al., 2011). L'étude de ces relations pour différents systèmes SCV diffusés facilite la détermination des quantités de matière végétale nécessaires pour assurer des couverts de sols limitant l'érosion par exemple. De telles études sont aussi prévues pour établir des relations entre les biomasses végétales des couvertures et la pression des

mauvaises herbes. Ces études pourraient donner d'autres indications sur les potentiels de production de biomasse des différents sols avec des associations de culture pratiquées et des itinéraires techniques à la portée des paysans. Les valeurs obtenues pourraient alors être comparées aux seuils de biomasses nécessaires pour bénéficier des différents avantages des SCV afin de mieux ajuster la conduite des systèmes en fonction des parcelles et de leur potentiel. Une fois ces résultats de recherche disponibles, des schémas des modes de gestion des cultures et des productions de biomasses ainsi obtenues, pourraient alors être utilisés pour la formation des techniciens et/ou les paysans.

b) Les relations entre les caractéristiques des sols, la qualité organique des biomasses végétales, les processus de minéralisation et la disponibilité en nutriments des sols.

On constate souvent un manque de connaissance des techniciens sur les mécanismes de minéralisation et d'immobilisation des nutriments dans certains systèmes agro-écologiques alors que ces processus influencent directement l'évolution de la structure du sol et des nutriments disponibles pour les plantes (Giller, 2009). Par exemple, il peut être important de former les techniciens à l'évaluation des proportions de carbone (C) et d'azote (N) des biomasses végétales qui conditionnent leur rapidité de décomposition et la fertilité des sols. Lorsque ces rapports sont bien supérieurs à 15, l'azote minéral dans les sols est ponctuellement indisponible car cet élément est alors mobilisé par les microorganismes pour

la décomposition des matières organiques riches en carbone (ce qui entraîne un **faim d'azote** pouvant pénaliser la culture). Par exemple, lors de l'installation de cultures (légumineuses exceptées) sur des couvertures mortes de graminées, des fertilisations azotées organiques à base de déjections animales ou chimiques sont donc souvent

nécessaires pour équilibrer ce rapport C/N. Pour certains systèmes agro-écologiques en cours de diffusion, une meilleure connaissance de ces processus permettrait de mieux adapter les successions de cultures, les périodes d'élimination des plantes de couverture ainsi que les conditions de fertilisation.

5.3.2 Mieux tenir compte des dynamiques agricoles locales et des perceptions paysannes

Les alternatives proposées se doivent de mieux prendre en compte les contraintes qui ont conduit les paysans, à partir de leurs observations et des connaissances qu'ils ont de leur propre milieu, à pratiquer les systèmes de culture actuels. Ceci pourrait nécessiter dans un premier temps des enquêtes participatives sur les pratiques paysannes pour évaluer les connaissances et les perceptions des paysans sur l'évolution des modes de gestion de la fertilité des sols. L'objectif est aussi de mieux prendre en compte les innovations paysannes endogènes et les pressions sociales qui freinent leur diffusion. Sans ces efforts, certaines alternatives proposées peuvent ne pas correspondre aux préoccupations des paysans ou trop perturber leur

fonctionnement individuel ou collectif (cf. vaines pâtures, gestion des feux) et ne pas être adoptées à long terme. Plusieurs études sur les systèmes d'agriculture africains et leur vulnérabilité au changement climatique montrent qu'il est souvent possible de faire intégrer dans les systèmes de production des modes de gestion de plus en plus respectueux de la fertilité des sols sans générer de profonds remaniements avec de nouvelles techniques et variétés de plantes (Dufumier, 2008). Cette voie paraît aussi pertinente pour permettre aux paysans de mieux identifier l'intérêt respectif des différentes opérations culturales visant à améliorer la gestion de la fertilité des sols.

5.3.3 Une approche participative et intégrée sur plusieurs années en partenariat avec des communautés locales

Le terme « intégré » signifie ici que l'approche répond à des attentes des paysans et prend en compte toutes les conditions à réunir pour l'adoption durable des techniques proposées. Afin de promouvoir des techniques agro-écologiques adaptées, il est donc nécessaire d'étudier les **liens entre les agro-systèmes et les dynamiques socio-économiques** (Conway, 1994, Gliessman, 1998). Dans cette optique, les approches de recherche participative pour trouver des solutions aux problèmes agricoles rencontrés par les paysans sont un préalable important. Associé à un renforcement continu des capacités, cette approche a permis à des agriculteurs familiaux de l'Amazonie d'utiliser durablement des légumineuses de couverture et du compost pour assurer le maintien de la productivité de leurs sys-

tèmes agroforestiers (Alfaia et al., 2009). Ces étapes semblent déterminantes pour renforcer la gestion des aménagements agro-écologiques des exploitations ou des bassins versants. Il paraît également indispensable d'investir sur la formation, **l'organisation et l'animation d'échanges paysans** autour de parcelles gérées agro-écologiquement par de petits producteurs. La remise de fiches et de dessins explicatifs des techniques de gestion agro-écologique sont souvent des méthodes pertinentes. Sans compter que ces travaux d'animation, formation et échanges paysans peuvent aller de paire avec l'appui à la structuration d'organisations paysannes qui se dotent peu à peu de compétences et de services pour l'approvisionnement et la commercialisation des produits agricoles.

5.3.4 Renforcer la formation des techniciens et des paysans sur les principes de l'agro-écologie

Le renforcement des pratiques agro-écologiques paysannes et la diffusion d'innovations techniques nécessitent des interventions participatives, méthodiques et intégrées pour réunir les conditions propices à leur adoption durable. Le travail des techniciens semble donc autant exiger de capacités d'écoute, de compréhension, d'identification et d'analyse des choix des paysans que de compétences techniques. Dans ce sens, les compétences recherchées et/ou à développer chez les techniciens pour la promotion de l'agro-écologie doivent leur permettre de :

- ▶ Réaliser un diagnostic rapide et participatif des systèmes d'exploitation agricole et interpréter les résultats.
- ▶ Ecouter les paysans, identifier et comprendre les raisons objectives de leurs choix de systèmes de culture et d'élevage, identifier les contraintes auxquelles ils doivent faire face (foncières, techniques, économiques, sociales, etc.) dans une optique de conseil à l'exploitation familiale.
- ▶ Evaluer les niveaux de fertilité des sols et leurs potentialités agronomiques.
- ▶ Comparer des systèmes de production et adapter les propositions techniques aux différents contextes humains et environnementaux.
- ▶ Préparer et animer des échanges paysans centrés sur les techniques agro-écologiques.
- ▶ Expliquer clairement les conditions d'utilisation et les pré-requis de différentes techniques agro-écologiques, qui permettent aux producteurs/trices d'opérer leur choix.
- ▶ Transmettre des messages clairs et adaptés aux situations, sur les principes et les techniques agro-écologiques, et évaluer leur appropriation par les paysans.
- ▶ Appuyer finalement les paysans dans l'application et l'évaluation des techniques qu'ils souhaitent mettre en œuvre.

6 Conclusion

Comme pour de nombreuses agricultures paysannes du monde, **pour les paysans malgaches, l'agro-écologie n'est pas une nouveauté.** En effet, dans plusieurs régions malgaches, les paysans pratiquent déjà des associations de cultures, voire de l'agroforesterie et des jachères pour maintenir la fertilité de leurs parcelles. Hors des territoires où l'utilisation de fumier reste un « fady », ils utilisent, lorsqu'ils en disposent, diverses fertilisations organiques.

Toutefois, les innovations promues ces dernières décennies par diverses équipes de recherche-action (SRI, SCV...) permettent, lorsque les conditions sont réunies et lorsque les techniques proposées prennent en compte les contraintes des familles rurales, d'améliorer considérablement l'efficacité

des systèmes de production tout en contribuant à la restauration de sols et d'environnements souvent dégradés.

Dans les situations rurales malgaches souvent marquées par de grandes vulnérabilités, le choix et le mode de diffusion de ces pratiques devraient être guidés par un **souci permanent de limitation des risques pris par les familles paysannes**, qu'ils soient techniques, économiques ou climatiques. La valorisation de pratiques traditionnelles d'agroécologie paysanne utilisées dans certaines régions de Madagascar et leur amélioration représentent donc la 1^{ère} voie à explorer, puisqu'elles sont d'ores et déjà intégrées aux systèmes d'exploitation rencontrés. Favoriser la diffusion et l'amélioration permanente de ces pratiques par **des**

échanges et des formations de « paysan à paysan » nous semble également une voie pertinente à promouvoir dans la grande île.

Plusieurs innovations ne sont cependant accessibles qu'à une minorité d'exploitants : tel est le cas d'itinéraires de SCV, certes performants en matière de rendements lorsqu'ils sont pratiqués sur des sols fertiles ou bien amendés en fumure organique, mais qui nécessitent le plus souvent de fréquents recours aux pesticides et engrais chimiques.

L'adoption de ces SCV implique donc très souvent des dépenses plus élevées accroissant ainsi la prise de risque des paysans sur des parcelles exposées à de fréquents aléas (climatiques, divagations des animaux, vols...). Certaines de ces dépenses liées à la restauration de la fertilité des sols à long terme sont, de plus, difficiles à envisager lorsque la **sécurité foncière** n'est pas assurée.

Par ailleurs, certains pesticides utilisés dans les itinéraires SCV sont dangereux pour la santé des humains, en particulier certains herbicides mais surtout les insecticides utilisés pour protéger les semences des insectes terricoles, lesquels sont favorisés par les couvertures végétales. Dans l'attente des résultats des études menées sur les possibilités de traitements avec des produits biologiques ou des prédateurs naturels des ravageurs, ces solutions techniques doivent être écartées lorsque les paysans n'ont pas conscience des risques encourus (cas très fréquent dans ce pays) ou n'ont pas les ressources financières pour acheter les équipements leur permettant de se protéger.

Par contre, **les exemples de SCV robustes, assez simples et à faible risque ne manquent pas** comme ceux concernant les légumineuses alimentaires fertilisées avec du fumier ou ceux reposant sur l'utilisation de jachères améliorées de légumineuses, sous réserve cependant que la famille paysanne dispose de suffisamment de terres pour se libérer de l'obligation de tout cultiver pour assurer ses besoins alimentaires. Pour limiter ces divers types de risques, il est proposé d'**offrir aux familles paysannes, grâce à un conseil adapté, une gamme diversifiée de pratiques et techniques ayant fait leurs preuves depuis de nombreuses années** : as-

sociations de culture, pratiques d'intégration agriculture-élevage, agroforesterie, bandes enherbées, techniques de SCV simples et sans ou avec très peu intrants chimiques, etc. Chaque famille paysanne fera ainsi son choix en fonction de ses ressources et de sa technicité.

Cette approche basée sur une offre diversifiée et un conseil agricole adapté aux conditions des familles nous paraît la voie à retenir pour favoriser des adoptions réellement **pérennes** de pratiques agroécologiques performantes dans les exploitations paysannes de Madagascar.

Enfin, outre le conseil à l'exploitation, il est nécessaire de promouvoir des échanges entre les individus et groupements communautaires visant à améliorer les modes collectifs et individuels de gestion des sols au niveau des bassins-versants ou des terroirs dans leur globalité. Ces approches stimulent la **mise en œuvre concertée d'aménagements complémentaires et pérennes visant à limiter la dégradation des sols et des couverts végétaux** par la mise en application de **règles de gestion**, traditionnellement appelées « Dina ». Elles permettent par ailleurs de renforcer les compétences et connaissances des **villageois** sur la gestion durable des **ressources naturelles** et de **responsabiliser** certains acteurs locaux.

Sur ces bases, les diverses formes d'agro-écologie analysées dans ce document représentent des voies appropriées pour le développement agricole de Madagascar, y compris pour **l'approvisionnement des villes en produits alimentaires issues d'agricultures familiales**. Ainsi, les paysans des alentours d'Antsirabe combinent le maraîchage et des pratiques d'intégration agriculture-élevage et écoulent régulièrement leurs produits vers Antananarivo. Plusieurs paysans du pays Betsileo et du Lac Alaotra ont recours au SRA pour augmenter la part de riz commercialisée à destination des grandes villes.

Pour renforcer le rôle de l'agro-écologie dans la **sécurité alimentaire** de la grande île, il serait donc opportun d'identifier les territoires où les **facteurs sociaux** et **économiques** sont favorables aux **innovations**. Le renforcement et l'ajustement des pratiques

agro-écologiques doit ensuite se faire de pair avec le développement de **filières d'approvisionnement en intrants et de commercialisation des produits agricoles qui soient encourageantes pour les familles paysannes**. Cette consolidation des pratiques agroécologiques paysannes requiert donc très souvent d'**actions intégrées sur plusieurs années**.

Références bibliographiques

Documents AVSF :

AVSF 2007 (Equipe VSF –CICDA Vohipeno) Projet Sécurité Alimentaire – Vohipeno. **Document de capitalisation**, AVSF, Union européenne, France Coopération, 24 p.

AVSF, 2008 (Dupin B., Rabenandro T., Hyac P., Razonarisoa N.). **Synthèse sur la gestion des ressources agro-pastorales d'AVSF**, 42 pages. Projet AVSF/BVLac Alaotra, 42 pages

AVSF 2009 : (Voriandro, M.). **Evaluation des pratiques agro-écologiques sur le plateau Mahafaly**. Projet d'appui à la production agricole d'AVSF à Tulear. 19 p.

AVSF, 2010 (a) (Dupin B., Rabenandro T., Hyac P., Andrimalala, H.). **Bilan par terroir de la mise en œuvre de 12 schémas d'aménagement autour du Lac Alaotra**. Projet AVSF/BV Lac, 21 p.

AVSF, 2010 (b) (Rabenandro T., Dupin B., Hyac P.) : **Guide d'agro-écologie pour techniciens**. **Projet AVSF/BVLac Alaotra**, 42 pages ; www.ruralter.com

AVSF, 2010 (c) (Hyac P., Rabenandro T., Dupin B., Cottet L., 2010) : **Guide simplifié sur le conseil à l'exploitation familiale et son évaluation dans la région du Lac Alaotra**. Projet AVSF/BVLac Alaotra, 22 pages

AVSF 2010 (d) (Dupin B., Rabenandro T., Hyac P.) **Dessins et méthodes utilisés comme support de formation sur les techniques agro-écologiques avec les paysans**. Projet AVSF/BV Lac, 11 p.

Mémoires de fin d'études demandés et appuyés par AVSF :

Andrianteranagna M. J. d D., 2007. **Révision d'un outil indicateur de performance économique des exploitations agricoles du district de Vohipeno**. Mémoire de fin d'études, Ecole Supérieure des Sciences agronomiques, département agriculture, Université d'Antananarivo, 80 p.

Cazalas O., 2007 : **Approche territoriale des mécanismes de diffusion de l'innovation. Le cas du semis direct dans le district de Vohipeno (Madagascar)**. Mémoire de Master Sciences du territoire, Université Pierre Mendès France (Grenoble II), 90 p.

Ramanantoanina R. H. O., 2009. **Etude des perceptions paysannes sur les problèmes environnementaux et les techniques de cultures limitant l'érosion des sols**. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de License Professionnelle en ès Sciences, Université de Mahajanga, Faculté des sciences, 51 page. AVSF/Bvlac

Autres références citées :

Alfaia S S, Silva M N, Uguen K., Neves, A L., Dupin, B., 2009. **Pesquisa participativa para recuperação da produtividade de sistemas agroflorestais na amazônia ocidental : o caso do projet RECA, Nova Califórnia, RONDÔNIA**. Editor : Poro Roberto, World Agroforestry Center/ Embrapa, A Alternativa agroflorestal na amazônia em transformação, p.781-803, 785 p.

Altieri M.A., 1999. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems**. *Agric, Ecosyst, & Envir.* 74, p 19-31.

Altieri, M.A., 2002. **Agroecology : the science of natural resource management for poor farmers in marginat environments**. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 93 : 1-24.

Aubert S., Razafiarison S., Alain B., 1997. **Déforestation et systèmes agraires à Madagascar. Les dynamiques des tavy sur la côte orientale**. Editions repère

Beauval V., Leval D., 2003. **Rapport d'évaluation à mi parcours du programme transversal d'agro-écologie mis en œuvre par le CIRAD-GEC dans 5 pays dont Madagascar**.

Beauval V., 2003. **Rapport spécifique sur le programme transversal d'agro-écologie concernant Madagascar**, 42 p.

- Bertrand A. & Randrianarivo D., 2003 – **Quelques questions actuelles sur la longue histoire des tavy et de la déforestation à Madagascar. Les dynamiques du tavy sur la côte orientale**, S. Aubert, S. Razafiarison & A. Bertrand (eds.). Collection Repères, Cirad, Cite, Fofifa, Montpellier, Antananarivo,
- Bosser J. et Razafindrakoto E., 1969. **Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar**. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. Centre O.R.S.T.O.M de Tananarivo. Orstom Paris 1969, 435 pages.
- Bouzinac, S., Taillebois, J., Séguy, L., 2010. **Saga SEBOTA – Les riz poly-aptitudes (SBT) créés pour et dans des SCV au service de rizicultures alternatives, performantes, diversifiées, “propres” et à faible coût**. www.agroecologie.fr
- Burney D.A., 1997 – 3. **Theories and facts regarding holocene environmental change before and after colonization**. In *Natural change and human impact in Madagascar*, S.M. Goodman & B.D. Patterson (eds.), Smithsonian Institution Press, Washington & London. Pp. 75-89.
- Chabaud, F.X., Ravanomanana, E., 2009. **Appui technique pour la diffusion des variétés de riz polyaptitude sur les Rizières à Irrigation Aléatoire après des paysans de la région du Lac Alaotra**. Rapport de Campagne 2007-2008 : exemple d'une mauvaise année. Projet BVLac, 37 P.
- Chabierski, S., Dabat, M.H., Grandjean, P., Ravalitera, A., Andriamalala, H., 2005. **Une approche socio-éco-territoriale en appui à la diffusion des techniques agro-écologiques au Lac Alaotra**, Madagascar, IIIe World Congress on Conservation Agriculture : Linking Production, Livelihoods and Conservation, Nairobi, Kenya, 3rd to 7th October, 8p.
- Charpentier, 2010, **Rapport de mission d'Appui à Madagascar auprès du Projet BV Lac Alaotra du 8 au 13 mars 2010**. Projet BVLac, 18 p.
- Conway GR. 1994. **Sustainability in agricultural development : trade-offs between productivity, stability and equitability**, Journal of farming Systems Resources/Extension, 4 (2), pages 1-14
- Crovetto, C. 2006. **No tillage : The relationship between no tillage, crop residues, plants and soil nutrition**. ISBN : 956-310-178-6, published in Chile by the author in 2006. 216 pp.
- Derpsch R., 2007. **No-tillage and conservation agriculture : a progress report**, Goddard T., Zoebish M., Gan Y., Ellis W., Watson A., Sombatpanit S. (eds) No till-farming systems. WASWC, special publication n°3, pp 7-42
- Domas, R., Penot, E., Andriamalala, H., Chabierski, S., 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**. 27 p. Projet BVLac.
- Dobelman, 1960. **Manuel de riziculture améliorée à l'usage des conseillers ruraux. Madagascar**.
- Dufumier; 2008. **Les agricultures africaines face aux changements climatiques**. Etude IEPF. Institut National d'Agronomie de Paris. 38 p.
- Fukuoka, 1978. The one straw révolution, an introduction to natural farming. Prola Press : Emmaus 1978 réédité en 2007 « **La révolution d'un seul brin de paille, Une introduction à l'agriculture sauvage** » Edition Guy Trédaniel, 75005 Paris, 202 pages
- Garin, P., Ravalitera L., Lassaux J.C., 1993. **Résultats de la deuxième campagne d'essais de systems de cultures moins dégradants pour les tanety de l'ouest du Lac Alaotra**. Cirad-SAR, FOFIFA-DRD, Projet Vallée du Sud-Est. Ronéo, 29 pages.
- Garin, P. 1998 : **Dynamiques agraires autour de grands périmètres irrigués : Le cas du Lac Alaotra à Madagascar**, 380 pages. Université de Paris X – Nanterre, département de Géographie
- Giller, K. E., Witter, E., Corbells, M., Tittonell, P., 2009. **Conservation agriculture and smallholder farming in Africa : The heretics' view**. Field Crops Research, sous presse 12 pages.
- Gliessman. S. R., 1998. **Agroecology : Ecological Processes in Sustainable Agriculture**, Arbor Press.
- GSDM, 2009 : **Document de capitalisation sur la diffusion de l'agro-écologie à Madagascar**.
- Heislen, V., 2010 : **Evaluation socio-économique de l'impact des SCV sur les systèmes d'élevage et pratiques d'intégration agriculture-élevage**. Stage CIRAD, projet BVLac, 42 p.

- Ho M.W., 2002 : **Biodiverse systems two to three times more productive than monoculture.** *Science in society*, 13/14, 2002
- Humbert H., 1927 – **La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar.** *Mémoire de l'Académie Malgache*, fasc. IV : pp. 47
- Husson O. & Rakotondramanana, 2006 – **Mise au point, évaluation et diffusion des techniques agro-écologiques à Madagascar.** Groupement Semis Direct de Madagascar et CIRAD.
- Husson Olivier, Charpentier Hubert, Naudin Krishna, Razanamparany Célestin, Razafintsalama Hubert, Rakotoarinivo Christian, Rakotondramanana, Enjalric Franc, Seguy Lucien, 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 pages
- Laulanié De H. 2003 : Le riz à Madagascar, **Un développement en dialogue avec les paysans.** Editions Kartala. Coll. Economie et Développement 288 p.
- Laulanié De H. et association Tephy Saina, 2008. **Technical presentation of rice intensification, based on Katayama's tillering model**, 22 pages.
- Morat, P., 1973. **Les savanes du Sud-Ouest de Madagascar**, Paris, ORSTOM, 170 p., (Mémoire ORSTOM, n°68)
- Mae-wan Ho, 2009. **One Bird, ten thousand treasures, how the duck in the paddy fields can feed the world.** <http://www.i-sis.org.uk/bird99.php>.
- Nair P.K.R., 1989. **The role of trees in soil productivity and protection. Agroforestry Systems in the Tropics.** Kluwer Academic, Dordrecht, Netherlands., 567-589 p.
- Naudin, K., Scopel, E., Andriamandroso, L. H., Rakotosolofa, M., Ratsimbazafy, A., Rakotozandry, J.N., Salgado, P., Giller, K.E., 2011 (en cours de publication) **Tradeoffs between soil cover and biomass uses in conservation agriculture. Case of rice based cropping system in the Alaotra region of Madagascar. Vegetative biomass production and mulch in CA rice based cropping systems in Alaotra region (Madagascar)**, 19 p.
- Penot E., 2008. **Calculs économiques avec le logiciel Olympe dans le cadre des réseaux de fermes de références.** Document de travail BVLac, 28 p.
- Perry D.A., Amaranthus M.P., Borchers J.G., Brainerd R.E., 1989. **Bootstrapping in Ecosystems, Internal interactions largely determine productivity and stability in biological systems with strong positive feedback.** *BioScience* 39 (4).
- Pfund J. L. 2000 : **Culture sur brûlis et gestion des ressources naturelles : évolution et perspectives de trois terroirs ruraux du Versant est de Madagascar**, Thèse de doctorat.
- Rahajaharitombo Rabeharisoa L. 2004. **Gestion de la fertilité et de la fertilisation phosphatée des sols ferrallitiques des Hautes Terres de Madagascar**, Thèse de doctorat, DEA de Université d'Ankatso, Antananarivo.
- Raison J.P., 1984 – **Les hautes terres de Madagascar et leurs confins occidentaux.** Karthala, 2 tomes, Paris, 651 p. et 605 p.
- Rakotondramananana, Husson O., Enjalric, F., 2010. **Document de synthèse de l'Agriculture de Conservation à Madagascar (FAO).** GSDM, 92 p.
- Raunet M., 1984 : **Le milieu physique, aptitude à la mise en valeur agricole, système et structure, Région du Lac Alaotra, Madagascar.** IRAT, Montpellier – France. Ministère de la production agricole et de la réforme agraire, 278 p.
- Razafindraibe R., 2001. **L'accès à la terre et ses enjeux dans la lutte contre la pauvreté.** Cahiers d'études et de recherche en économie et sciences sociales, n°1, Centre national de recherche appliquée au développement rural (FOFIFA), Programme ILO Cornell University, 33 p.
- Randriamanantsoa Richard, 2008. **Note sur les vers blancs** dans Formation (FOFIFA-URP/SCRID) 11 p. dans Formation du 16 au 18 Décembre 2008 en Phytopathologie et Entomologie, UPR SCRiD, Lala Raveloson, Andriatsimalona Dodelys, Randriamanantsoa Richard, 24 page. Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural, FOFIFA/CENRADERU, Station Régionale de Recherche-Antsirabe

Razafimbelo Tantely, Albrecht A., Ravelojaona H., Moussa N., Razanamparany C., Rakotoarinivo C., Razafintsalama H., Michellon R., Naudin K., Rabeharisoa L., Feller C., **Stockage de carbone dans les sols sous système en semis direct sous couvert végétal des dispositifs TAFE de Marololo** (Lac Alaotra).

Saint André F., 2010, **Analyse des relations agriculture et élevage au sein d'exploitations pratiquant des techniques d'agriculture de conservation**, Lac Alaotra, Madagascar. Rapport de stage CIRAD/Bvlac, AgroParisTech, 33 p.

Schroth, G., J. Lehmann, M. R. L. Rodrigues, E. Barros, and J. L. Macêdo. 2001. **Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics**. *Agroforestry Systems* 53:85-102.

Seguy Lucien, Husson Olivier, Charpentier Hubert, Bouzinac Serge, Michellon Roger, Chabanne André, Boulakia Stéphane, Tivet Florian, Naudin Krishna, Enjalric Frank, Ramaroson Ignace, Rakotondramanana, 2008. **Principes et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente**, 32 pages. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume 1. Chapitre 1.

Serpantié G., Toillier A. & Carrière S., 2007 **A l'Est de Madagascar, le relief structure les paysages** in Transition agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le « corridor » Ranomafana – Andringitra (Madagascar) Serpantié G., Rasolofoharino, Carrière S. Co-édition CITE et IRD

Serpantié G., 2009. **L'agriculture de conservation" à la croisée des chemins** (Afrique, Madagascar). *VertigO- La revue en sciences de l'environnement*, Volume 9, numéro 3, décembre 2009, 21 p.

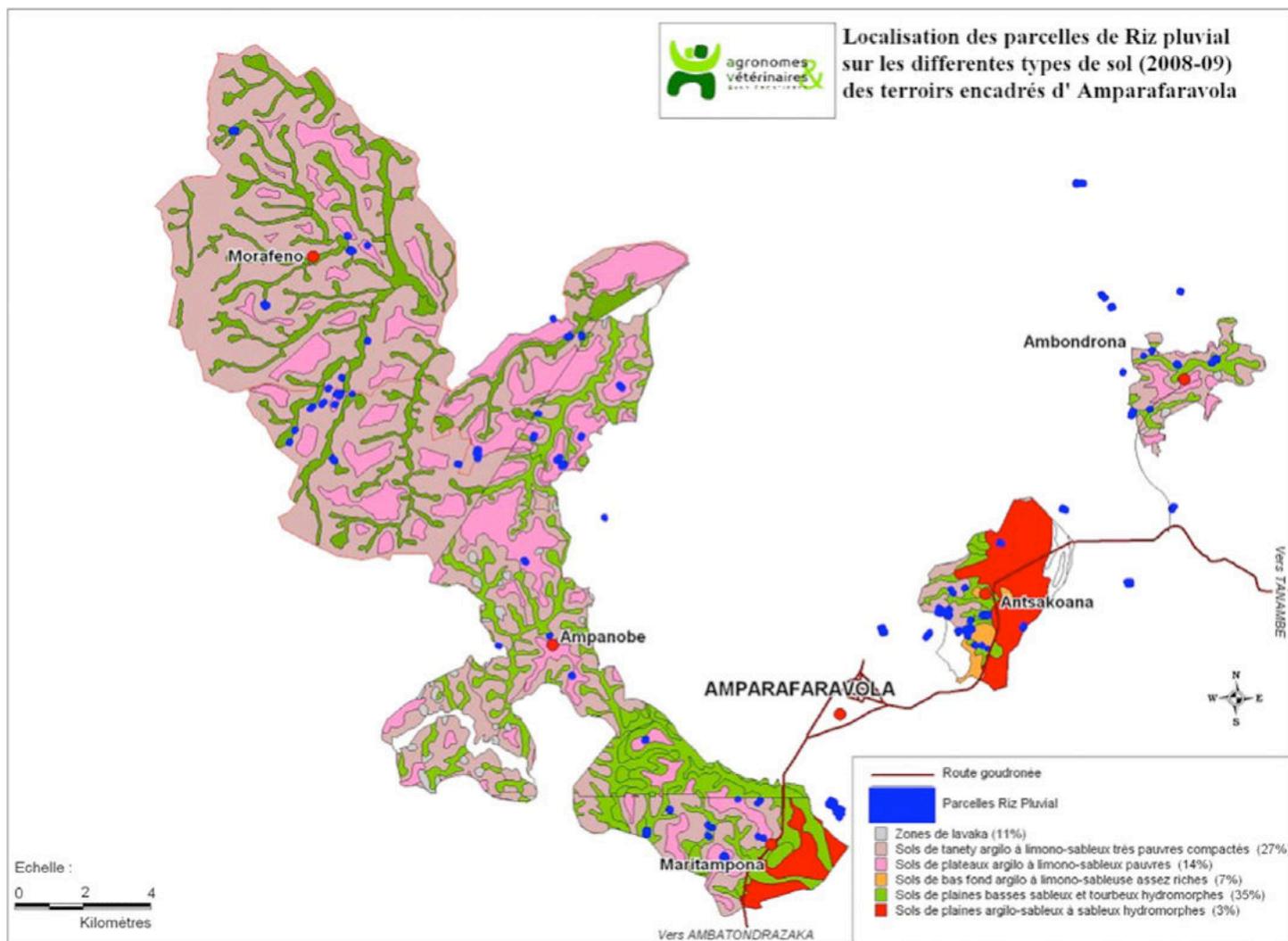
Styger E., Rakotondramasy H. M., Pfeffer M. J., Fernandes E. C.M., Bates D. M. 2007. **Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar**, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119 (2007) 257-269.

Tilman D, Reich PB, Knops J, Wedin D, Mielke T and Lehman C. 2001. **Diversity and productivity in a long-term grassland experiment**. *Science* 201, 294, 843-5.

Annexe 1 : Présentation des projets d'AVSF à Madagascar

	Conservation du plateau Mahafaly : (2004 à 2007)	Appui en gestion des exploitations agricoles et de l'espace agricole au Lac Alaotra : 2003-2008 et 2008-2009	Sécurité alimentaire (2003-2007) Appui technique à la production agricole (2007-2008)	« Diffusion de l'agro-écologie de Manakara (2002-2008)
Localisation	Région Atsimo Andrefana (district de Betioky et Ampanihy)	Région Alaotra Mangoro (district d'Amparafaravola)	Région Vatovavy-Fitovinany (district de Vohipeno)	Région Vatovavy Fitovinany (district de Manakara)
Climat	Sec (300 à 700 ml de pluie de décembre à février.	Tropical subhumide (600 à 1500 mm) de novembre à mars	Tropical humide (2000 mm avec de fortes irrégularités mensuelles)	
Type de sol	Collines : Sables roux sur roches sédimentaires. Bas-fonds : Sable roux et colluvions.	Collines : Sols ferrallitiques sur roches granito-gneissiques et migmatiques. Bas-fonds : Sols ferrallitiques ou ferrugineux plus ou moins sableux et tourbeux et enrichis par des colluvions	Collines amonts : Sols ferrallitiques sur roches granito-gneissiques. Collines proches de la côte : Sols sableux et ferrugineux. Bordure de fleuve : Sols de colluvions et alluvions. Plaines marécageuses : Sols sableux et tourbeux.	
Ecosystème naturel	Collines et bas-fonds : Forêt sèche riche en espèces épineuses et endémiques et savanes à <i>Hypparhenia r.</i>	Collines : Savanes à <i>aristida m.</i> Bas-fonds : Couvert de graminées (<i>cynodon d. digitaria sp. leersia h.</i>) et arbustes <i>Lantanae c.,</i> goyaviers)	Collines amonts : Savane à <i>Hypparhenia r. aristida m. et imperata c.</i> avec arbustes (ravenala, goyaviers etc..) ou forêts tropicales. Bas-fonds : Végétation graminée (<i>stenotaphrum, panicum m.</i>) arbustives à Niaouli ou plantes semi-aquatiques en zones marécageuses	
Milieu humain	Agro-éleveurs pauvres : 55% de la population ne satisfait pas ses besoins alimentaires de base.	Agro-éleveurs. Plus de 50% cultivent ont plus de 2 ha de rizières pour l'autoconsommation et la vente. 100 000 ha de rizières aménagées dans la plaine permettent l'exportation annuelle de 80 000 tonnes de paddy.	Agriculteurs et éleveurs de volailles en vue de l'auto-subsistance (riziculture et cultures pluviales vivrières) car les cultures commerciales sont d'un faible apport (-20%). 2/3 de la population vit au dessous du seuil de survie. Densité élevée 173 hab/km ² (5 à 6 fois plus élevée que la moyenne nationale).	
Problématique	Augmentation d'une population démunie. Défriche-brûlis et surpâturages. Remplacement de des forêts et arbustes par une savane moins productive.	Colonisation agricole et surpâturage = Erosion accentuée = Dégradation des ouvrages hydro-agricoles et diminution de la productivité végétale des rizières et des collines.	Population démunie. Bas-fonds souvent inondés et difficiles à drainer + Pratiques de décapage des jachères herbacées et de défriche-brûlis des forêts = Erosion marquée sur les collines. Diminution des rendements en rizière et sur les collines.	
Dispositif du projet	1 RP, un techn. superviseur, 3 techn., 10 paysans pilotes	1 RP, 1 AT agronome, un responsable cartographie et base de données, 8 techn.	1 RP, 2 AT agron. et socio-orga, 4 techn., 3 socio-orga., 32 paysans pilotes.	1 RP, 1 AT agronome, 6 techn., 6 agents techn. paysans.
Actions développées en agro-écologie	Gestion des ressources naturelles et diffusion des techniques agro-écologiques, (SCV, Agroforesterie, Intégration agriculture et élevage).	Gestion des ressources naturelles des bassins-versants. Diffusion des techniques agro-écologiques. Appui à l'élevage.	Diffusion des techniques agro-écologiques, appui à l'élevage, renforcement d'OP. Aménagement des bassins-versant.	
Nb de bénéficiaires	161 familles	250 familles	267 familles	400 familles
Partenaires financiers	UE (), FAO	AFD, MAEP (via projet BVLac)	AFD, MAEP (via BVPI-SEHP), MAEP (via DRDR), Fondation Lemarchand	AFD, MAEP (via BVPI-SEHP)
Budget annuel 2009 (Euro)	25 000?	171 000	105 000	80 000
Partenaires techniques	WWF, Tafa, GSDM, CIRAD, MDP?	ANAE, Cellule BVLac, Tafa, GSDM, CIRAD et BEST	GSDM, Tafa, CIRAD	RAMILAMINA, Cellule BVPI-SEHP, GSDM, Tafa, CIRAD, BEST

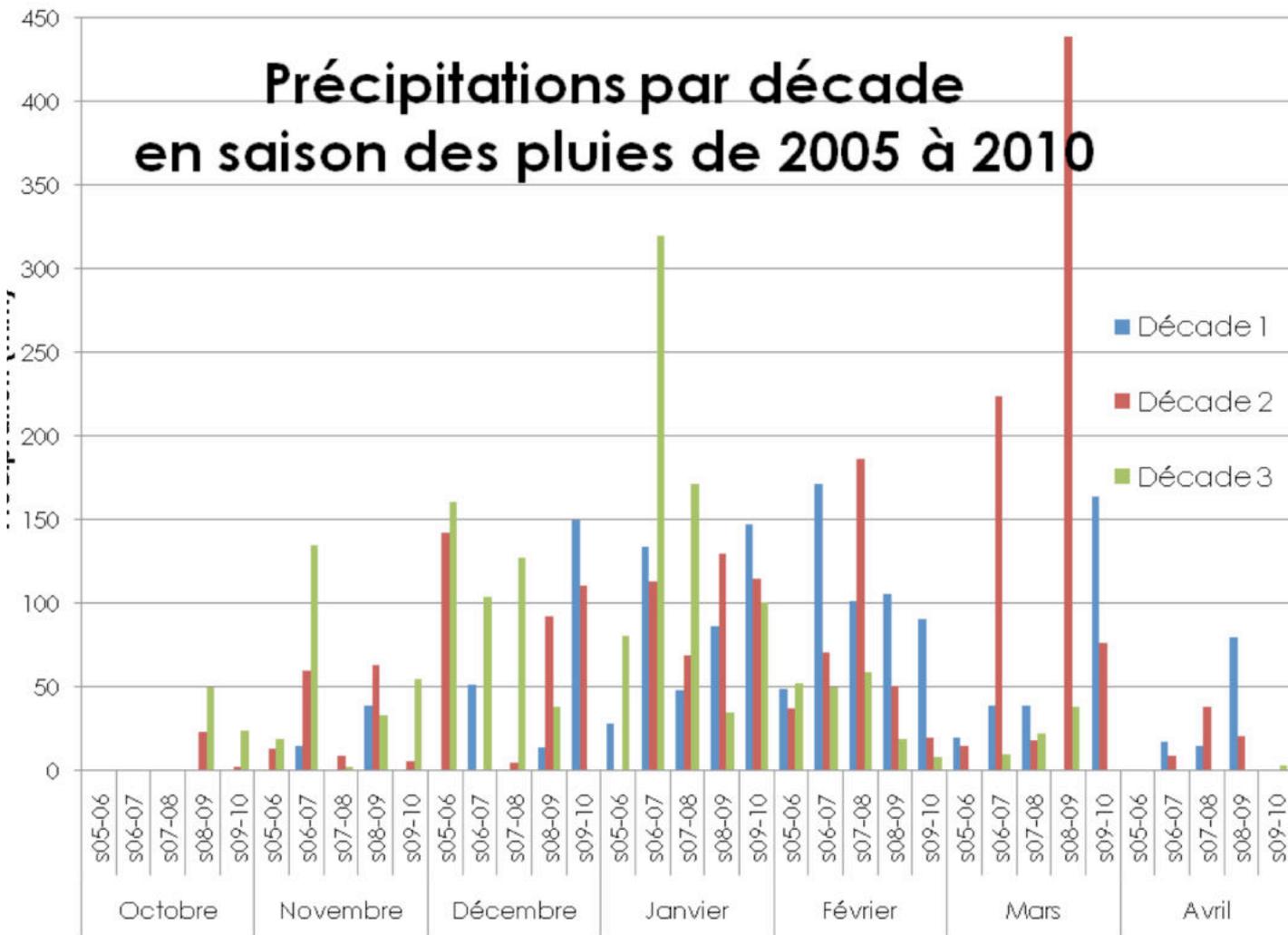
Annexe 2 : Carte des sols des différents terroirs appuyés par AVSF-ANAE sur la rive ouest du Lac Alaotra (d'après Raunet, 1984)



La plupart des bassins versants de la rive ouest du Lac Alaotra repose sur des sols ferralitiques pauvres sur socle granito-gneissique et comprennent de grandes plaines rizicoles à l'aval, dans la cuvette du Lac Alaotra. Ces plaines marécageuses ont souvent été aménagées en périmètres irrigués

et sont principalement composées de sols hydromorphes et tourbeux plus ou moins sableux (Raunet, 1984) (Annexe 2). Sur les rizières à irrigation aléatoire (RIA), les rendements rizicoles et les possibilités d'y cultiver des plantes de couverture en contre saison sont limités par l'hydromorphie des sols.

**Annexe 3 : Pluviométrie dans la commune d'Amparafaravola au Lac Alaotra
(source BRL/BVLac)**



Précipitations totales reçues pendant 5 saisons des pluies

- (2005-2006 = 617 mm)
- (2006-2007 = 1522 mm)
- (2007-2008 = 912 mm)
- (2008-2009 = 1357 mm)
- (2009-2010 = 1073 mm)

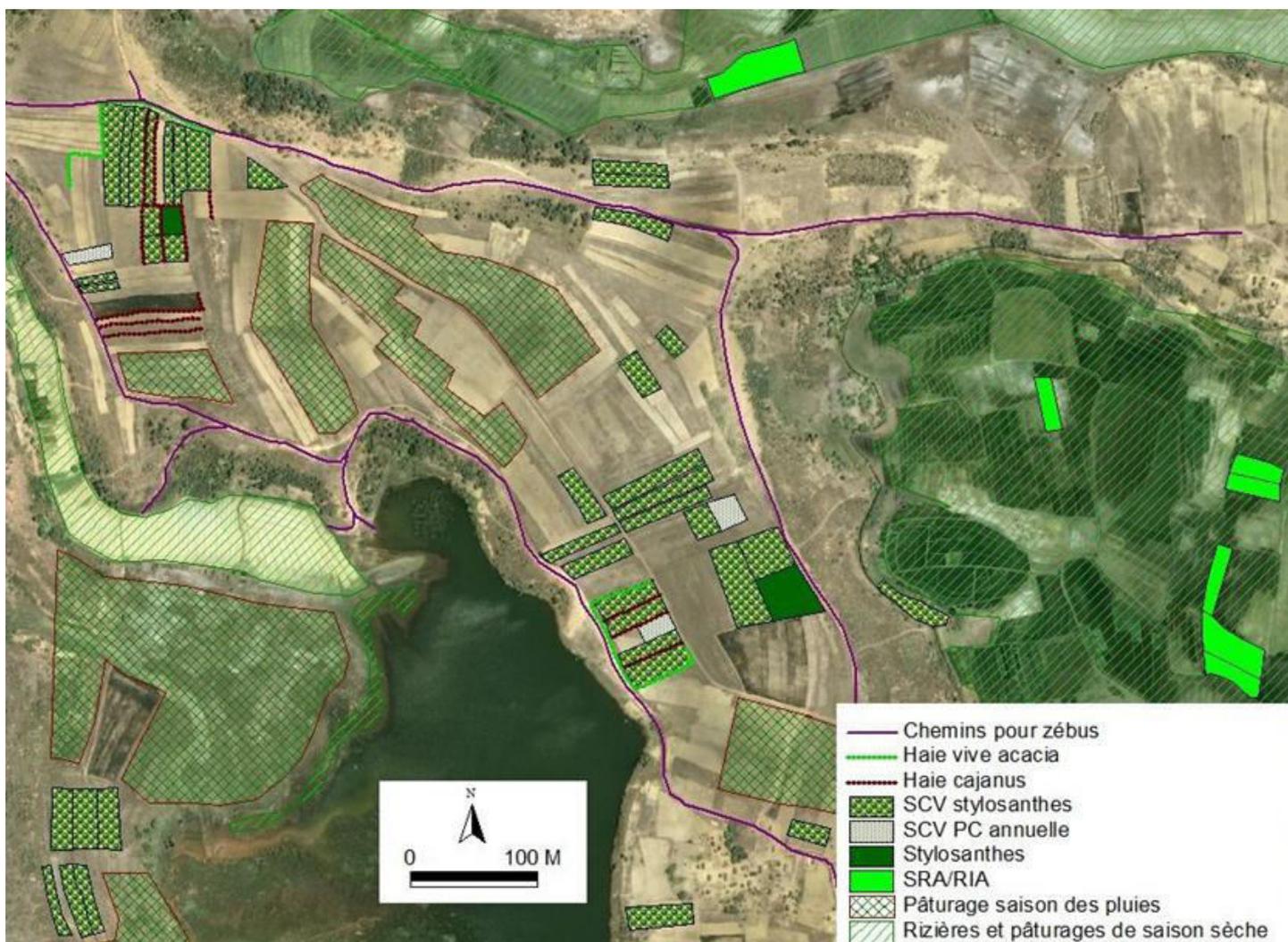
D'une année sur l'autre les précipitations peuvent doubler voire tripler (617 mm en 2005-2006 à 1522 mm en 2006-2007). Les années sèches souvent marquées par des débuts de saisons des pluies tardifs et des fins précoces nuisent à la croissance du

riz et du maïs sur collines.

La répartition annuelle des précipitations est marquée par de fréquents trous pluviométriques avec des épisodes cycloniques très pluvieux préjudiciables aux cultures pluviales en début de cycle et en période de pollinisation du riz ainsi que sur les rizières mal irriguées.

En moyenne, il est estimé que la pluviométrie est favorable aux principales cultures du Lac Alaotra une à deux années tous les quatre ou cinq ans. Sur la période décrite, les saisons 2007-2008 et 2009-2010 ont reçu une pluviométrie de qualité.

Annexe 4 : Résultats de la première année de mise en œuvre d'un aménagement concerté d'un site agricole au Lac Alaotra



Annexe 5 : Aperçu de l'état d'avancement à Madagascar des recherches menées sur les effets environnementaux de l'agro-écologie

D'après les chercheurs de l'IRD et le CIRAD, l'évaluation des effets nécessitent de nombreuses observations collectées sur plusieurs années sur les différentes unités édapho-climatiques des bassins versants. Pour cela il est nécessaire de collecter des données parcelaires pour caractériser les quantités des différentes formes de carbone à différentes profondeurs des sols, les pentes, les systèmes de culture... Ces données servent ensuite à paramétrer des modèles permettant d'estimer la séquestration de carbone des parcelles cultivées.

En 2006, une étude menée sur un site de démonstration de SCV au Lac Alaotra (association Maïs + Dolique) a montré que ces systèmes séquestrent 700 kg de carbone de plus que des systèmes de culture sur labour (Razafimbelo et al., 2006). D'autres mesures sont en cours sur des parcelles paysannes mais représentent des coûts importants d'analyse de nombreux échantillons de sols en laboratoire. Fin 2010, le prix des analyses par parcelle de culture était aussi voire plus élevé que celui de la tonne de carbone vendu sur le marché (10 à 15 euros/ton). Cependant, le coût des mesures pourrait par la suite diminuer avec l'utilisation d'appareils à spectrométrie dans le moyen infrarouge (MIRS). A terme on pourrait imaginer des estimations basées sur des relations mathématiques entre les biomasses produites, les durées et les périodes de décompositions des couvertures végétales et les quantités de carbone que les différents types de sols peuvent séquestrer.

Actuellement, une étude d'estimation des effets des SCV sur les processus d'érosion des sols à l'échelle du paysage est aussi en cours. Ces estimations à l'échelle des bassins versants nécessitent beaucoup de données (couvertures végétales, nature des sols, intensité des précipitations, pentes, données d'érosion aux échelles de la parcellaire et des bassins versants...) pour paramétrer les modèles. Les outils cartographiques permettent d'obtenir rapidement des surfaces et de localiser les différentes pentes et types de couverts végétaux. Pour le moment, plusieurs modèles développés permettent d'estimer les niveaux d'érosion en fonction des modes de culture des terres à l'échelle du bassin versant (culture annuelle sur brûlis, culture de rente, jachères améliorées, culture en SCV, jachère naturelle et améliorée). Ces études ont pour objectif de mieux connaître les types de couverts végétaux et de gestion des sols les plus adaptés pour réduire l'érosion ainsi que leur localisation optimale sur les bassins versants.





Association française de solidarité internationale reconnue d'utilité publique, **Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières** agit depuis plus de 30 ans avec les communautés paysannes des pays en développement pour résoudre la question alimentaire. L'association met à leur service les compétences de professionnels de l'agriculture, de l'élevage et de la

santé animale : aide technique, financière, formation, accès aux marchés... Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières mène plus de 80 programmes de coopération dans 20 pays d'Amérique Centrale et du Sud, d'Asie et d'Afrique, au côté des sociétés paysannes pour lesquelles l'activité agricole et d'élevage reste un élément fondamental de sécurisation alimentaire et de développement économique et social.

www.avsf.org



RURALTER est un programme d'**Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières** qui appuie les initiatives de capitalisation d'expériences et diffusion de méthodologies et de référentiels technico-économiques

utiles aux acteurs du développement rural, qu'ils soient techniciens d'institutions et de collectivités territoriales ou dirigeants paysans. RURALTER diffuse ses productions sous le label éditorial du même nom.

www.ruralter.org