



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

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

PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION

DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA

(BV ALAOTRA)



Document de travail n° 74

**EVALUATION TECHNICO-ECONOMIQUE DES EFFETS DES SYSTEMES DE
CULTURE SOUS COUVERTURE VEGETALE DANS LES EXPLOITATIONS
AGRICOLES DU LAC ALAOTRA, MADAGASCAR**

Partie 1

Méthodologie, analyse sur les SCV et introduction des SCI (Systèmes de culture Innovants)

Joana Fabre, Eric Penot, Raphael Domas & S



Evaluation de l'impact de l'adoption de l'agriculture de conservation (SCV) sur les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar

Partie 1

Méthodologie, analyse sur les SCV et introduction des SCI (Systèmes de culture Innovants)

INTRODUCTION

La région du lac Alaotra, grande cuvette cernée de collines, est l'une des principales zones rizicoles de Madagascar avec plus de 100 000 hectares de rizières. La région, surnommée « grenier à riz malgache », est excédentaire en riz et joue un rôle important dans les échanges inter-régionaux, en particulier pour l'approvisionnement des deux grandes villes d'Antananarivo et Tamatave. Le potentiel rizicole de l'Alaotra fut mis en valeur grâce aux périmètres hydro-agricoles aménagés par la SOMALAC (Société Malgache d'Aménagement du Lac Alaotra) dans les années 60 et 70 (Devèze, 2007). Depuis 40 ans, la démographie de la région est marquée par une forte immigration de familles paysannes attirées par la richesse de la cuvette. La forte croissance démographique conduit à une saturation foncière et à une pression grandissante sur les ressources naturelles (Durand et Nave, 2006).

Pour faire face à la dégradation croissante des ressources naturelles, des programmes de recherche et développement nationaux et français ont mis en place la diffusion de techniques agro-écologiques, basées sur l'agriculture de conservation. Les systèmes de culture sous couvert végétal (SCV) sont une des techniques diffusées depuis les années 1990 au lac Alaotra. L'objectif de l'introduction de ces nouveaux systèmes de culture est d'améliorer les rendements tout en préservant les ressources naturelles. Au lac Alaotra, après un démarrage difficile, l'adoption des SCV a commencé à se généraliser de manière importante depuis les années 2000, avec le lancement du projet BV-Lac. Ce vaste projet pilote a débuté en 2003 pour une durée de 5 ans. Une nouvelle phase du projet a été reconduite en 2008 pour une période de 5 ans. La prise en compte d'une approche « exploitation » dans la diffusion et les importants moyens humains et financiers mis en œuvre ont permis le développement des SCV.

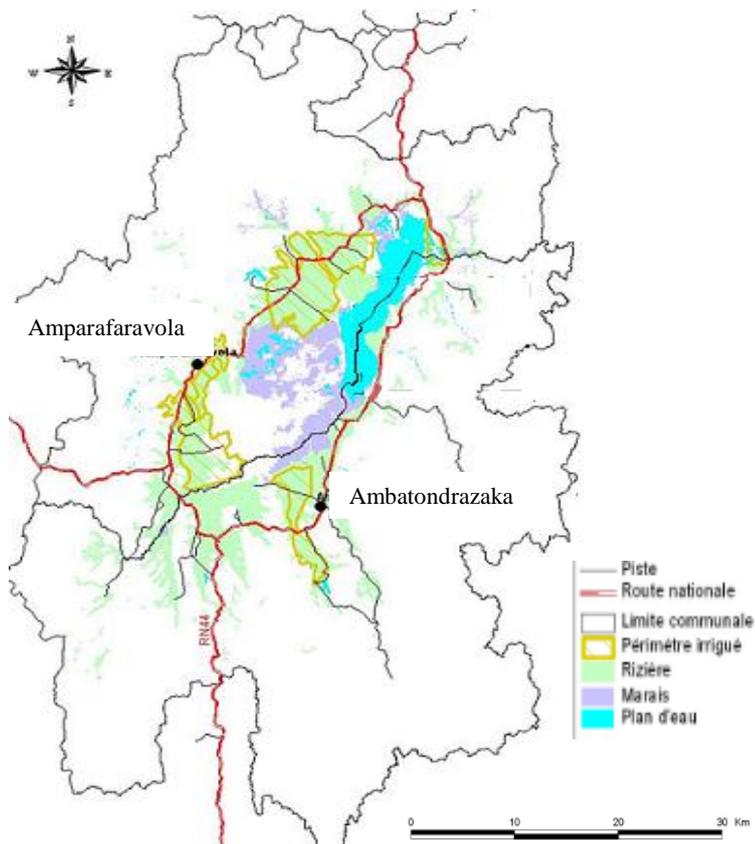
Peu d'évaluations socio-économiques ont été réalisées au lac Alaotra pour rendre réellement compte de l'efficacité des SCV en milieu paysan. En 2007, l'Agence française de développement (AFD), le Fond français pour l'environnement mondial (FFEM) et le Ministère des affaires étrangères (MAE) lancent le Programme d'actions multi-pays en agro-écologie (PAMPA), pour une durée de 5 ans. Ce dernier se fixe entre-autre comme objectif spécifique de renforcer le caractère scientifique de l'approche agro-écologique en particulier dans les domaines de l'évaluation économique et des conditions d'adoption des SCV. En appliquant une méthodologie partiellement inspirée de celle la méthode EVALINOV (Faure *et al.*, 2010) mise au point dans le cadre du projet PAMPA et adaptée au contexte du lac Alaotra (carte 1), cette étude réalise une évaluation ex-post technico-économique des effets des SCV dans les exploitations agricoles.

Plus de 12 ans après le début de la diffusion des SCV et 7 ans après le lancement du projet BV-Lac, quelle est la place occupée par les systèmes dans les exploitations agricoles du lac Alaotra ? Quels changements ont-ils entraînés ? Comment s'est fait le changement dans les exploitations ?

De plus en plus, les familles colonisent les pentes et les sommets des *tanety* (collines surplombant la plaine lacustre) très sensibles à l'érosion, en y installant des cultures pluviales. Cette dynamique de front pionnier est accentuée par le fait que la mise en culture d'une parcelle sur *tanety* marque son appropriation. Dans les *baiboho* (sols alluviaux exondés des plaines et des bas-fond) la durée des jachères tend à se réduire pour faire face au morcellement progressif des exploitations (Garin, 1998). La pression sur les ressources naturelles en lien avec les pratiques des agriculteurs aggravent les phénomènes d'érosion naturelle (les *lavaka*). La dégradation des ressources naturelles et les baisses des rendements rizicoles alarment le gouvernement. Les « greniers à riz » sont en passe de perdre

leur vocation, avec une diminution des exportations de riz vers les pôles urbains (Droy, 1998). La forte instabilité politique et économique ainsi que les crises à répétition que traverse le pays ne font que fragiliser la paysannerie malgache.

Figure 1: Le lac Alaotra à Madagascar



Source : carte topographique
Ambatondrazaka, Ando, BV-Lac

Les SCV : une réponse à la stagnation des rendements et à la dégradation du milieu biophysique

L'agriculture de conservation (AC) représente une famille de systèmes de culture obéissant simultanément à trois principes techniques (FAO, 2008):

- Perturbation minimale du sol
- Protection du sol via le maintien d'une couverture végétale permanente en surface
- Diversification des rotations et associations de cultures

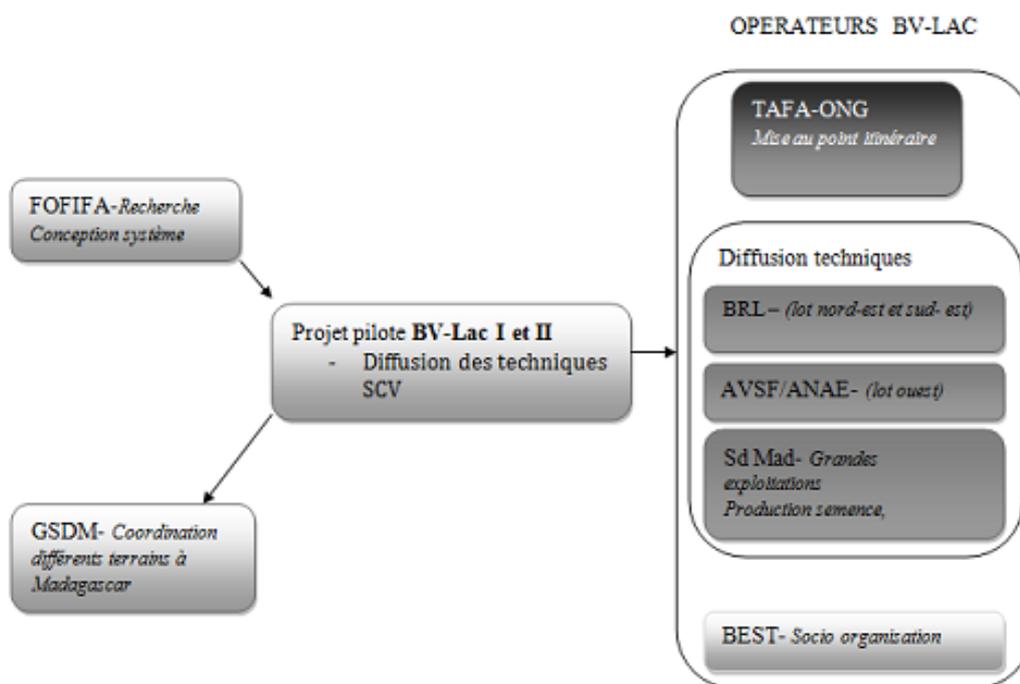
Les pratiques de l'AC vont des techniques culturales simplifiées (les TCS : un labour tous les deux cycles de culture et un semis direct suivi de sarclages classiques) à des techniques plus élaborées comme les SCV (FFEM, 2008). Les SCV sont donc une sous-partie de l'AC. Il en existe deux grands types, ceux sur couvertures mortes, et ceux sur couvertures vives. Les SCV ont été promus, dans le contexte de front pionnier, sur des zones sensibles au lac Alaotra, en particulier pour leur fonction de ralentisseur de l'érosion. La non-perturbation du sol permet d'éviter sa dégradation, une couverture végétale le protège des intempéries et évite l'effet de ruissellement, l'effet de splash et la formation d'une croûte de battance (Seguy *et al.*, 2007). L'objectif de l'introduction des SCV au lac Alaotra est double : i) intensifier la production pour accroître le revenu des paysans, ii) préserver les ressources naturelles de l'érosion.

L'essentiel des surfaces en SCV à Madagascar se situe dans la région du lac Alaotra. Selon Serpentié, (2009) le contexte particulier de la région a indubitablement favorisé la diffusion des

SCV (sensibilisation des agriculteurs du lac Alaotra à l'adoption d'innovations en général et à l'utilisation d'intrants et à la moto-mécanisation en particulier).

Le projet pilote, BV-Lac, qui a entamé sa deuxième phase en 2008 a pour objectifs : i) accroître et sécuriser les revenus des producteurs agricoles ii) préserver les ressources naturelles et sécuriser les investissements d'irrigation en aval, iii) aider les organisations de producteurs et les communes rurales à devenir maîtres d'œuvre de leur développement. L'essentiel des activités du projet BV-Lac s'articule autour de la diffusion des techniques de culture agro-écologiques. Le projet a élargi l'éventail des techniques diffusées, qui ne sont pas réduites aux SCV.

Figure 2: Organigramme de la diffusion des SCV au lac Alaotra



Les SCV dans le paysage du lac Alaotra

Les systèmes SCV mis au point par l'ONG Tafa au lac Alaotra sont très diversifiés. Plus d'une dizaine sont diffusés au lac Alaotra.

Une gamme de systèmes SCV adaptés aux différents milieux et à leur valorisation

Les systèmes mis en place tiennent compte des caractéristiques biophysiques de chaque unité agronomique et de la valorisation de ces espaces par les agriculteurs. Le degré de risque de chaque unité détermine fréquemment les investissements que sont prêts à réaliser les agriculteurs sur ces espaces. Plus une unité est risquée, moins les investissements seront importants. Divers systèmes de culture adaptés aux différentes unités morpho-pédologiques avec les cultures sélectionnées par les producteurs ont été identifiés et proposés (Domas *et al*, 2009) :

- Sur **tanety moyennement fertiles** avec des systèmes SCV à bas niveau d'intrants car le risque est élevé à ce niveau de topo-séquence (notamment la sécheresse)
- Sur **tanety fertiles** avec des systèmes SCV simples privilégiant les systèmes à bas niveau d'intrants mais pouvant conduire à une intensification plus marquée

- Sur **bas fonds** (*baiboho* et rizières à mauvaise maîtrise de l'eau) avec des systèmes plus intensifs du fait d'un risque beaucoup plus faible : sur *baiboho* et RMME, des systèmes incluant des cultures rizicoles de saison (riz SEBOTA notamment) et cultures de contre-saison ont été développés afin d'augmenter le revenu des paysans et la production de biomasse pour couverture et / ou pour l'alimentation du bétail en saison sèche.

Sur les *tanety* très peu fertiles, pentus ou difficiles d'accès, des systèmes forestiers (plantation d'Eucalyptus, Acacia...) ou fourragers (*brachiaria*...) sont diffusés. Sur les rizières irriguées, des techniques de riziculture améliorée sont appliquées. Dans les deux cas, il ne s'agit pas de systèmes SCV. Sur des zones à risques importants (sécheresse, inondations, ensablement, etc.), les solutions techniques proposées sont celles à faible niveau d'intrants du fait des risques climatiques majeurs. A l'opposé, sur des *baiboho* très riches et non inondables l'investissement est important afin de générer des gains substantiels, du fait d'un retour sur investissement particulièrement intéressant. Le dernier critère de choix des systèmes de culture et itinéraires techniques est l'intégration des diverses activités sur l'exploitation. Ainsi, l'intégration agriculture – élevage a été développée d'une part pour augmenter le disponible fourrager pour les animaux en profitant notamment des espaces non cultivés pour installer fourrages et cultures associées et d'autre part pour utiliser les sous-produits animaux fertilisants sur les zones à fort potentiel de production, tout en limitant les dépenses de l'exploitant dans des engrais chimiques de plus en plus chers.

Des itinéraires techniques adaptés à chaque type de situation culturelle et à chaque type d'exploitant sont proposés. Les principaux critères pris en considération sont les suivants : mode de tenure des terres, capital financier, main d'œuvre disponible, localisation de la parcelle sur la topo-séquence, fertilité des sols, préférences des paysans, complémentarité avec les activités d'élevage et disponibilité en biomasse.

Les systèmes produisant peu de biomasse (sur couverture morte importée, paillage ou résidus de la culture précédente)

Riz pluvial sur couverture morte

Le riz est la céréale de prédilection des paysans malgaches. A l'échelle de l'exploitation, le riz pluvial sur couverture morte de paille de riz, avec des variétés à cycle court, présente un gros intérêt par le fait que la production des rizières irriguées est souvent insuffisante, voir inexistante sur certaines zones encadrées par le projet.

Maraîchage et légumineuses souterraines sur paillage

Le maraîchage de contre-saison procure généralement de très bons résultats en SCV. Il vient fréquemment en contre-saison à la suite du riz pluvial sur couverture morte. Les gains en temps de travaux procurés par le paillage (pas de sarclage, peu d'arrosage) permettent de dégager des marges importantes en particulier en contre-saison. Une gamme complète de plantes maraîchères est ainsi proposée aux adoptants.

De la même manière, la culture de légumineuses sur paillage procure les avantages suivants: sarclages réduits, économie sur la ressource hydrique, récolte facilitée.

Les systèmes produisant d'importantes quantités de biomasse

Les systèmes à base de biomasse importée ne peuvent être mis en place par certains paysans pour les raisons suivantes : accès difficile à la biomasse, manque de disponibilité en main d'œuvre pour la fauche et le transport, coût élevé des bottes de paille. Ces systèmes sont d'ailleurs peu diffusés dans la région. Une alternative intéressante consiste à mettre en place une couverture

vive en première année (rapportant un revenu si possible) qui aura deux principales vocations : restructuration et enrichissement du sol ainsi que la création de biomasse pour la culture suivante, en alternance avec des systèmes à base de graminées principalement.

Légumineuses volubiles en culture pure ou en association avec du maïs ou du sorgho

Cet itinéraire consiste après ‘nettoyage’ de la parcelle, en l’installation d’une légumineuse volubile à fort pouvoir envahissant de type tsiasisa (*Vigna umbellata*), dolique (*Lablab purpureus*) ou mucuna (*Mucuna pruriens* var. utilis) [cf. annexe 8]. Ces plantes à cycle long (de 5 à 6 mois) permettent de créer une quantité très importante de biomasse, qui pourra être utilisée comme *mulch* pour la culture suivante avec, par ailleurs, d’importantes quantités d’azote fixées par les nodosités. Cet itinéraire est préconisé sur tous les niveaux de la topo-séquence avec une fumure organique conséquente sur les sols les moins fertiles. L’association avec du maïs permet d’allier une production vivrière (maïs et légumineuse si cette dernière produit des graines comestibles) à une production de biomasse sur la parcelle. La rotation « maïs + légumineuse / riz pluvial » est la plus répandue.

Stylosanthes guianensis

Stylosanthes guianensis est une plante pérenne, particulièrement adaptée pour améliorer les jachères car dotée d’un système racinaire puissant et pouvant fixer de grandes quantités d’azote [cf. annexe 9]. De plus, elle peut être détruite par un simple décapage et ne nécessite pas un recours aux herbicides, contrairement aux *Brachiaria* sp.. Elle constitue enfin un fourrage de très bonne qualité pour les zébus. Les rendements en riz pluvial obtenus sur reprise de jachère de 1 à 2 ans à base de stylosanthes sont excellents, même à faible dose d’engrais. Le stylosanthes peut être mis en place en culture pure ou en association avec une céréale, du manioc, du pois de terre, etc. pour générer des revenus tout en produisant de la couverture.

Les systèmes à base de Brachiaria sp.

Trois espèces sont diffusées en milieu paysan : *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* (espèce type et ‘Marandu’) et *Brachiaria humidicola*. Ces graminées fourragères permettent de fournir une quantité de biomasse très importante, même dans des sols très peu fertiles [cf. annexe 10]. Leur capacité de restructuration est très importante, elles sont beaucoup mieux adaptées que des légumineuses annuelles pour revégétaliser les sols très dégradés des collines. Elles constituent d’excellents fourrages. Les *Brachiaria* sp. peuvent être mis en place en culture pure ou en association avec du manioc, du pois de terre, etc.

Les systèmes à base de vesce

Ces systèmes sont installés sur les *baiboho* ou les RMME où les cultures de contre-saison sont possibles. La vesce produit énormément de biomasse et donne des rendements rizicoles importants même avec une faible fertilisation. Elle nécessite cependant des herbicides pour sa destruction [cf. annexe 11]. Ces systèmes sont diffusés en proportions variables dans les différentes zones du lac Alaotra. Les *tanety* prédominent dans le nord du lac, alors que les *baiboho* et rizières sont très répandues au sud-est. L’ouest du lac est surtout occupé par des rizières et *tanety* très peu fertiles. La forte diversité des systèmes diffusés au lac Alaotra complexifie l’évaluation des SCV dans les exploitations. Les recherches sur la mise au point des systèmes SCV et sur la diffusion sont nombreuses. En revanche, les évaluations socio-économiques réalisées sur les effets de la diffusion et de l’introduction des SCV sont plus rares.

Synthèse : une répartition différente des SCV selon la topo-séquence

Figure 3: Les SCV dans le paysage des vallées du sud-est



Tanety élevés parsemés de lavaka. Zone de pâturage

Tanety cultivés (cultures pluviales)
Système Maïs+ légumineuse//Riz pluvial ou Stylosanthes ou brachiaria x n // Céréales

Baiboho et RMME
Riz pluv./vesce
Riz pluv. / maraîchage paillé
Maïs + leg. /riz pluvial

Rizières irriguées
Riziculture améliorée

Figure 4: Les SCV dans le paysage du nord-est du lac Alaotra



Tanety à faible pente très cultivée
Maïs + lég. // Riz pluvial

Tanety à forte pente
Systèmes avec jachères améliorées :
Stylosanthes ou brachiaria x n // céréales ou tubercules

Rizières de bas-fond à mauvaise maîtrise d'eau

Bas de pente de tanety très cultivé
Maïs + leg.// Riz pluvial
Stylosanthes// Riz pluvial

L'évaluation socio-économique, une dimension des SCV encore peu étudiée

L'agriculture de conservation est souvent présentée comme une panacée dans une perspective d'agriculture durable, transférable et applicable partout (FAO, 2008). Selon Freud (2005), elle est « *insuffisamment confrontée à la critique scientifique par les pairs, ce qui contribue à la difficulté d'en cerner les limites de validité* ». Le semi direct a connu un développement spectaculaire dans le nouveau monde, son foyer d'origine, dans un contexte d'agriculture industrielle motorisée et extensive, d'industrie de fournitures, de problèmes visibles d'environnement, et d'importants moyens de l'Etat. Depuis une quinzaine d'années, les SCV et l'agro-écologie sont les mots clefs des programmes de développement dans les pays de la zone intertropicale. L'essentiel des études sur les SCV ces dernières années a surtout concerné leurs fonctionnements agro-pédologiques, en insistant sur leurs avantages par rapport aux autres formes d'agriculture. La réelle portée de ces techniques en terme de développement a été encore peu étudiée. Serpentini (2009) note que les travaux sur l'évaluation socio-économique de l'impact des SCV sont menés depuis peu d'années, et souvent par les projets de diffusion, ce qui peut limiter leur portée scientifique.

La plupart des résultats sur les performances technico-économiques des systèmes de culture proviennent de l'analyse des bases de données des opérateurs du projet BV-Lac. Les résultats provenant de sites expérimentaux mis au point par l'ONG TAFSA, et les résultats des parcelles en milieu paysan doivent être distingués. Malgré les efforts de TAFSA pour recréer les conditions du milieu paysan, les pratiques restent différentes car soumises à moins de pression (pas de chevauchement de calendrier de travaux...). Les résultats de TAFSA comparent surtout la performance des différents itinéraires techniques. Récemment, l'analyse des bases de données du projet B-Lac a permis l'étude des performances technico-économiques des SCV.

Les travaux de Chabierski *et al.* (2005) au lac Alaotra montrent une valorisation intéressante de la journée de travail et le dégagement de revenus supérieurs au coût d'opportunité dès la première année pour certains systèmes SCV. Au fil des années, les rendements ont tendance à augmenter alors que les charges opérationnelles diminuent, notamment par la suppression du labour, la diminution de la pression des adventices, la meilleure valorisation des fumures et la réduction des doses d'engrais. Du fait du non labour, les SCV peuvent être installés dès la première pluie. Les produits peuvent ainsi être commercialisés plus tôt, à la fin de la période de soudure, lorsque les prix du marché sont très élevés. Les résultats de Domas *et al.* (2009) et les rapports de BRL vont dans le même sens. Ils démontrent que les SCV jouent potentiellement un rôle sur la gestion des aléas climatiques par effet tampon. Le semis précoce est corrélé à un accroissement des rendements, dans un contexte de pluviométrie aléatoire, et à une récolte précoce, permettant une meilleure valorisation des produits. Les rendements en SCV enregistrent une plus forte stabilité que ceux sur labour, en raison de l'effet tampon permis par le *mulch*. Les rendements ont tendance à augmenter de manière conséquente après la troisième année, alors que la productivité du travail et la valorisation de la journée de travail s'améliorent dès la première année. Cependant, selon les unités agro-écologiques, les résultats sont très variables. Sur les *baiboho* l'amélioration des performances économiques est plus rapide que sur les *tanety*, en raison notamment du degré d'investissement en fonction du risque. Toutefois, les forts écarts types dans les résultats témoignent d'une très grande hétérogénéité des situations, liées notamment à la diversité des pratiques.

Le rapport sur le sondage du rendement réalisé en externe cette fois par la coopérative Andri-ko (2009 et 2010), montre une augmentation du rendement les premières années en SCV, puis une baisse tendancielle à partir de la quatrième année, pour atteindre quelquefois des niveaux inférieurs à ceux obtenus en traditionnel.

Des méthodes d'obtention des données soumises à la critique

Des évaluations au niveau de la parcelle sont réalisées chaque année, mais les méthodes d'obtention des résultats ont été soumises à certaines critiques. Giller *et al.* (2009) et Serpentié (2009) notent que fréquemment les témoins utilisés pour la comparaison des résultats ne sont pas suffisamment décrits. Au lac Alaotra, les résultats des parcelles en SCV sont très renseignés, en revanche, les études sur les parcelles en traditionnel sont beaucoup plus rares, voire absentes.

Les SCV sont conçus comme un ensemble de techniques indivisibles. La séparation dans leur évaluation économique est difficile entre ce qui est réellement lié aux SCV et ce qui provient uniquement d'un changement variétal ou de l'utilisation d'engrais, quand la parcelle témoin n'en utilise pas. De même, selon Serpentié (2009) un effet de sélection existe dans la construction de l'effectif des parcelles en SCV, puisque celles donnant de mauvais résultats sont fréquemment abandonnées, donc pas retenues pour la comparaison.

Des résultats très hétérogènes selon le contexte

Suivant les zones géographiques, les types d'exploitations et les systèmes SCV, les résultats de l'évaluation des SCV peuvent être très différents. Mando *et al.* (2005 cité par Giller *et al.*, 2009) montrent qu'aucun effet sur le rendement n'a été observé après 10 ans de SCV au Burkina Faso. En France, Bertrand *et al.* (2004) montre que les résultats économiques des SCV, en comparaison avec ceux de l'agriculture conventionnelle et biologique sont les moins performants. Ces exemples illustrent l'importance de la prise en compte du contexte pour l'évaluation des impacts des SCV, de même que la bonne définition des pratiques agricoles associées au système évalué, ainsi que du type de système SCV. Les résultats peuvent varier sensiblement voire s'opposer selon les cas. Un soin tout particulier doit être apporté au choix des témoins pour la comparaison des résultats.

Les évaluations socio-économiques au niveau exploitation

Au lac Alaotra, deux évaluations socio-économiques de l'impact des SCV sur les exploitations agricoles ont été réalisées par des experts indépendants. La première réalisée par Beauval *et al.* a eu lieu en 2003. L'étude n'a pas été validée par le projet BV-Lac. La seconde a été réalisée par Freud en 2005. Les deux études soulignent le manque de dispositif pour permettre l'évaluation. Beauval *et al.* (2003) rappellent les difficultés économiques traversées par le pays (qui n'ont fait que s'accroître depuis), et prépondérantes dans les petites exploitations familiales. Or, la plupart des itinéraires techniques diffusés préconisent une intensification de l'utilisation d'intrants. Le coût des herbicides est prohibitif pour les petites exploitations familiales. Ce surinvestissement financier, conjugué fréquemment à un surinvestissement en travail pour certain système où la paille doit être collectée, peuvent être un facteur d'augmentation des risques. L'investissement sur le long terme est un frein pour de nombreuses familles paysannes. Au regard de leurs faibles disponibilités financières, les paysans préfèrent « *la logique de l'extensif qui leur garantit un revenu certain à court-terme au pari productiviste qu'il n'est pas sûr de gagner et qui lui coûte cher* » (Freud, 2005).

D'après Freud (2005), pour les petites exploitations familiales des pays tropicaux, le surinvestissement en travail et en capital est fréquent durant les premières années de « rodage » des SCV (variant de 1 à trois ans). Le sol s'enrichit progressivement en matière organique et nutriments grâce à l'accumulation de biomasse qui se décompose régulièrement. De plus, sa structure s'améliore progressivement du fait de l'action de la macro et de la microfaune. Il est donc nécessaire de prendre en compte le fait qu'il existe des situations très différentes au niveau des résultats socio-économiques d'adoption des SCV. Avec le temps, les paysans développent des savoir-faire, qui leur permettent de s'approprier les techniques vulgarisées pour les adapter à leurs stratégies de production. La prise en compte de différents stades dans l'évaluation des SCV est fondamentale. D'autres éléments freinent le développement des SCV. Afin de mieux identifier ces facteurs de blocages, les causes d'abandon des SCV sont de plus en plus étudiées dans les évaluations.

Causes d'abandon et facteurs de blocages à la diffusion des SCV

Au lac Alaotra, dans la vallée du sud-est, les causes d'abandon ont été par ordre d'importance (Domas *et al.*, 2009): i) des résultats économiques décevants (29% des abandons), ii) la divagation des animaux d'élevage entraînant la destruction du *mulch* (28%), iii) les aléas climatiques (23%), iv) l'insécurité foncière (14%). L'analyse des situations d'abandons des SCV met en évidence les contraintes et limites à l'adoption de ces systèmes de culture. De nombreux facteurs socio-économiques freinent l'adoption des SCV au lac Alaotra.

Si contrairement à d'autres zones d'élevage de Madagascar (comme dans la région laitière du Vakinankaratra), la compétition pour les résidus d'élevage ne semble pas vraiment limitante, en revanche la divagation des animaux causes des dégâts importants sur les couvertures végétales. L'organisation sociale et les modes de gestion collective de l'espace, par la pratique courante de la vaine pâture, sont des contraintes à la mise en place des SCV. Dans le même temps, l'introduction d'une culture fourragère permet une nouvelle source d'alimentation pour les bovins, porcins et volailles au sein des exploitations. Les *mulchs* sont très sensibles à la pratique ancienne, mais pourtant interdite, des feux de brousse, en régression dans la région du lac Alaotra. L'accès aux intrants et aux crédits est capital pour le développement des SCV, en raison des coûts élevés, surtout les premières années (Beauval *et al.* 2003).

Freud (2005) montre qu'au lac Alaotra une bonne partie des terres sont en location ou en métayage. Cette situation d'insécurité foncière est un frein au développement des SCV. Les exploitants des parcelles ne sont pas assurés de continuer à avoir accès à la terre l'année suivante. De plus, dans le métayage, l'exploitant doit fréquemment partager la moitié de sa récolte avec le propriétaire. Certaines cultures, comme la patate douce par exemple, occupent une place centrale dans les assolements mais ne sont pas encore intégrées dans les systèmes diffusés aux agriculteurs. Les différents travaux existants sur l'évaluation des SCV à Madagascar font ressortir la nécessité de bien contextualiser chaque étude avec précision et intégrer l'aspect du temps long. Ils font également apparaître certaines difficultés, comme le choix des témoins pour la comparaison, la grande diversité des systèmes et l'imbrication des échelles d'analyse (parcelle, exploitation, territoire).

Méthodologie

L'objectif de cette étude est de réaliser une évaluation technico-économique des SCV dans les exploitations agricoles du lac Alaotra. L'évaluation doit être adaptée aux outils disponibles sur le terrain, différents selon les dispositifs de diffusion, et aux effets que l'on veut observer. La diffusion ancienne des SCV au lac Alaotra permet de disposer d'un terrain avec des exploitations ayant eu le temps de tester et d'intégrer les nouvelles techniques des SCV. Beauval *et al.* en 2003, proposaient un suivi des exploitations anciennes de manière à mieux saisir les processus de changement.

L'évaluation technico-économique porte sur le changement technique au sein des exploitations, les modifications des pratiques gestionnaires des producteurs et leur efficacité sur les performances économiques de l'exploitation. Le contexte particulier du lac Alaotra avec une forte proportion d'exploitations « anciennes » en SCV, permet une analyse ex-post de ce qui s'est passé dans les exploitations depuis l'adoption des SCV. Cette problématique suppose plusieurs étapes :

- En préambule, que s'est-il passé à l'échelle du lac Alaotra ? Où en est la diffusion des SCV aujourd'hui ? Quelle est l'état des lieux de l'adoption des SCV au lac Alaotra ? Combien d'exploitations ont adopté « durablement » les SCV ?
- A l'intérieur des exploitations « adoptantes », quelle est la place occupée par les SCV aujourd'hui ? Quels différents comportements peut-on observer dans l'adoption des SCV ?
- Comment s'est fait le changement dans les différentes exploitations ? Quelle est l'efficacité des changements réalisés ?

Des hypothèses initiales des effets attendus des SCV ont été élaborées dans le cadre du projet PAMPA. Elles ont été complétées par des hypothèses plus spécifiques au lac Alaotra.

Hypothèses de travail

La définition des effets attendus de l'introduction de l'innovation dans les exploitations constitue les premières hypothèses qu'il faudra confirmer ou infirmer au cours de l'étude. Le programme PAMPA GT 3 propose, diverses hypothèses sur les effets attendus de l'introduction des SCV dans les exploitations agricoles (Faure *et al*, 2009). En préambule à l'étude, des entretiens collectifs ont été réalisés avec les opérateurs et les agriculteurs, pour cibler les attentes de chacun, et renforcer les hypothèses initiales de recherches. Les différentes hypothèses nécessitent d'intégrer plusieurs échelles d'analyse dans l'évaluation :

L'adoption des SCV dans les exploitations ont pour effets directs attendus :

Au niveau de la parcelle et du système de culture:

- Modification des rotations
- Réduction des besoins en travail grâce à un meilleur contrôle des adventices
- Amélioration des performances technico-économiques (productivité de la terre et du travail...)

Au niveau de l'exploitation et du système de production

- Des effets directs attendus au niveau de
 - o La gestion du travail :
 - Diminution du temps de travail pour les productions végétales
 - Modification du calendrier agricole (date de semis et d'implantation plus précoce)
 - o Des performances économiques
 - Amélioration du résultat et du solde de l'exploitation
 - Augmentation de la productivité de la terre et du travail
 -
- Effets indirects attendus
 - Modification des systèmes d'élevage par une redéfinition de la place des animaux de traits (voir revente ou recyclage des bovins)
 - Modifications des surfaces cultivées dans l'exploitation
 - Renforcement des capacités des agriculteurs (acquisition de savoir et savoir faire)

L'étude devra vérifier la validité de ces hypothèses

Les bases de données renseignées par les opérateurs sont une première source d'informations qui permet de chiffrer le changement à l'échelle régionale du lac Alaotra. L'analyse des bases permet d'identifier les systèmes définis comme SCV (regroupant les trois principes de l'AC), de ceux qui n'en sont pas (systèmes fourragers...). La lecture des adoptions et abandons par cohorte est une tentative de définition des étapes du processus de diffusion. A travers la progression des cohortes, la phase d'adoption (à partir de laquelle l'agriculteur devient réellement expérimentateur) est définie.

Une fois les bases de données « épurées » des non SCV, leur analyse par un tableau croisé dynamique donne un aperçu régionalisé de la diffusion des SCV au lac et de l'ancienneté des exploitations. A partir de ce traitement, deux zones d'études ont été définies.

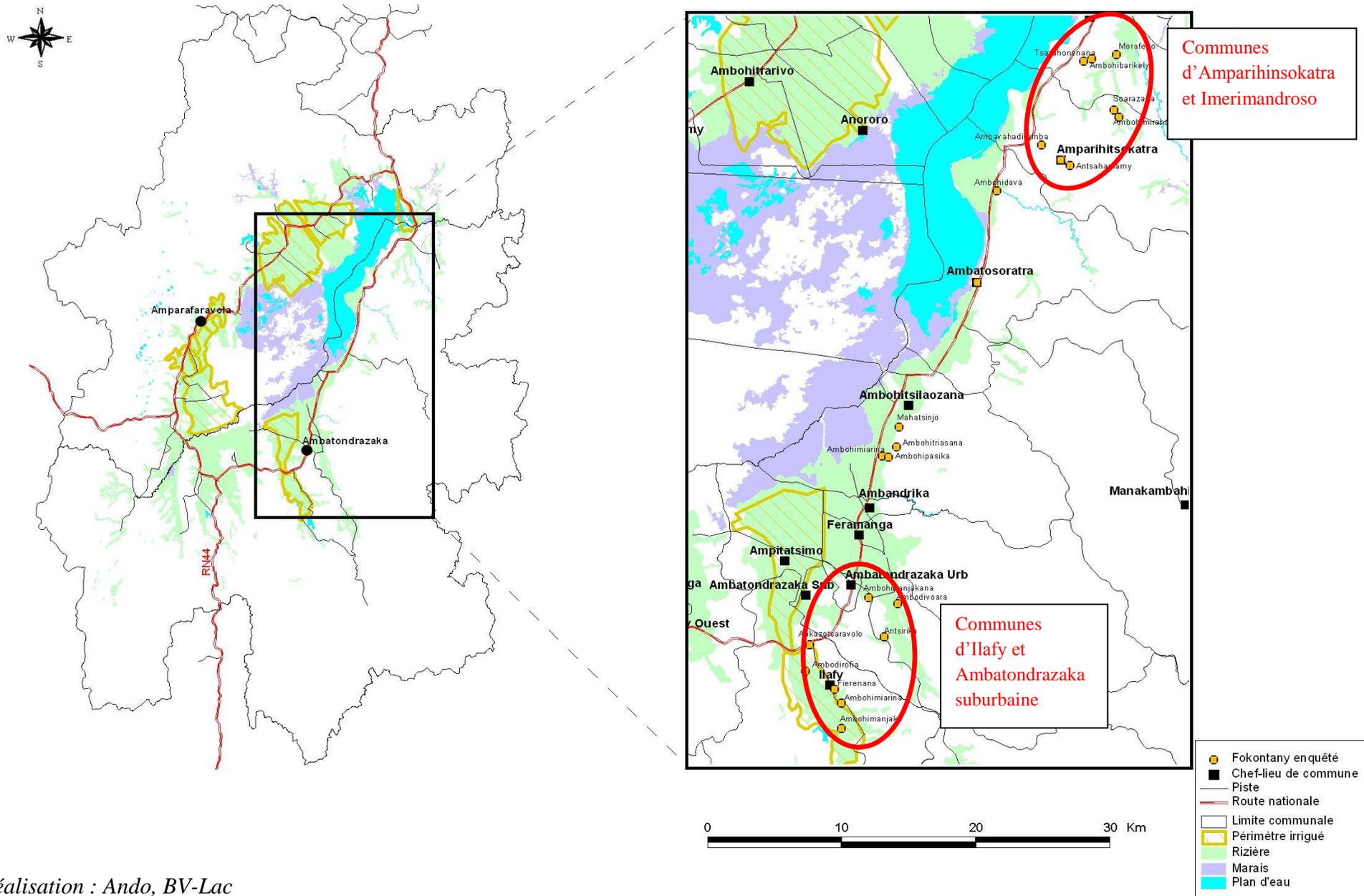
Deux zones d'études ont été retenues en fonction de leur diversité géographique et de leur accessibilité.

Vallée du sud-est	Nord -est
Peu de <i>tanety</i> , beaucoup de <i>baiboho</i> et RMME. Proche périmètre irrigué	Beaucoup de <i>tanety</i> , peu de <i>baiboho</i> et rizières
Diffusion ancienne des SCV (2000)	Diffusion récente (2005)
Bonne connexion au marché	Isolement relatif
Dominance riziculture	Dominance culture pluviale

Les zones recouvrent les communes d'Amaprihinsokatra et Imerimandroso dans le nord-est du lac, et les communes d'Ilafy et Ambatondrazaka suburbaine dans les vallées du sud-est. Ces deux communes sont encadrées par l'opérateur BRL. Au sein du bureau d'étude, la diffusion des SCV est assurée par deux équipes différentes : BRL nord, pour le nord-est, et BRL VSE pour les vallées du sud-est. La zone ouest du lac n'a pas été retenue. L'opérateur chargé de la diffusion des SCV est l'ONG AVSF. Les techniques et les moyens d'encadrement sont différents. L'évaluation technico-économique semble plus pertinente dans des zones où l'encadrement est homogène, de manière à réduire le plus possible les différences liées aux moyens d'encadrement. Les SCV sont peu diffusés à l'ouest du lac. D'un point de vue logistique, les déplacements auraient été importants pour aller à la rencontre des anciennes exploitations en SCV. Les deux communes sélectionnées sont situées dans des zones aux dynamiques de développement très différentes. Les deux zones sont situées au nord-est et dans les vallées du sud-est (cf. figure 5). A l'intérieur des communes, les *fokontany* (délimitation administrative d'un village) les plus accessibles et ceux qui présentaient le plus d'exploitations correspondant au groupe de l'échantillon ont été retenus.

Figure 5: Localisation des zones d'étude

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE



Les exploitations du nord-est, enclavées entre les *tanety* et le lac Alaotra

Les communes d'Amparihinsokatra et Imerimandroso sont situées au nord-est du lac Alaotra. Le pôle urbain le plus proche est la petite ville d'Imerimandroso.

Des systèmes de productions organisés autour des cultures pluviales

Les rizières sont rares au nord-est du lac, et s'étendent dans les bas-fonds entre les *tanety*, ou sur les bords du lac Alaotra. Certaines rizières sont cultivées uniquement pendant la période d'étiage du lac, avec du riz de décrue. Les rizières de bas-fond sont alimentées par des points d'eau pérennes ou temporaires, comme des petits lacs ou des marigots. Certaines rizières situées à proximité des sources d'alimentation en eau peuvent être cultivées pendant la saison sèche avec du riz de contre-saison.

Figure 6: Photo aérienne du fokontany d'Amparihinsokatra (source: BV-Lac)



Les *tanety*, très nombreux, sont constitués de sols basiques relativement fertiles (Raunet, 1984). La sécheresse est le principal risque sur ces unités où l'irrigation est impossible. Les *baibo* sont quasiment inexistantes dans la zone. Les cultures de contre-saison, à l'exception du riz dans les bas-fonds, sont donc très rares. Les systèmes de production sont organisés autour des cultures pluviales. Le maïs, l'arachide et le manioc sont les principales cultures des *tanety*. Plus récemment, depuis les années 90, le riz pluvial est cultivé grâce à la mise au point de nouvelles variétés (B22). La possibilité de produire du riz sur les *tanety* fut une innovation très importante pour les exploitations. Les petits élevages familiaux (porcs, volailles...) sont très développés grâce à la forte production de maïs et manioc sur les collines. L'élevage bovin est pratiqué avec de petits effectifs. L'isolement de la zone la rend très sensible aux attaques armées et aux vols de zébus. La pression sur les ressources fourragères est également importante durant la saison-sèche, étant donnée la faible disponibilité de paille de riz et de rizières.

Une faible intégration au marché

Le paysage de *tanety* est fermé et accidenté (cf. figure 6), rendant les déplacements difficiles, surtout en saison des pluies. Les différentes communautés subissent un gradient d'isolement au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de la piste principale qui relie Ambatondrazaka à Imerimandroso. L'isolement relatif de la zone a un impact sur les productions mises en place. Les céréales et légumineuses de longue conservation sont préférées aux produits périssables qui peuvent difficilement être transportés. L'isolement de la zone pénalise à la fois l'accès au marché, mais également l'approvisionnement des agriculteurs en intrants. Les possibilités d'off-farm en dehors des tâches agricoles sont réduites. La proximité du lac Alaotra permet de compléter les revenus agricoles par la vente de poissons, et les plantations d'eucalyptus diversifient les revenus grâce à l'exploitation du bois.

Un terroir de diffusion récent

Les techniques SCV sont diffusées dans les *fokontany* enquêtés depuis 2005 (à l'exception de quelques parcelles tests). Malgré la nouveauté du dispositif d'encadrement, les SCV sont bien diffusés dans cette zone. La sensibilisation a commencé directement avec les systèmes à bases de couvertures vives.

Les vallées du sud-est : une dominance marquée de la riziculture

Les communes d'Ilafy et d'Ambatondrazaka suburbaine sont situées dans une vaste plaine rizicole, en rive gauche des périmètres irrigués de la vallée *Marianina* et du PC15 (cf. figure 7). Le paysage y est très ouvert et marqué par la riziculture.

Figure 7: Photo aérienne de la commune d'Ilafy et du périmètre irrigué de la vallée Marianina (source: BV-Lac)



II.2.3.1 Des exploitations rizicoles bien intégrées aux marchés

La diversité de rizières est importante, allant de rizières à très bonne maîtrise d'eau dans les périmètres irrigués ou certains bas-fonds, à des RMME à faible rendement. Les *baiboho* sont très nombreux et cultivés avec du maraîchage de contre saison après la saison rizicole. La production maraichère est encouragée par la proximité des marchés de la capitale régionale d'Ambatondrazaka. La zone est également assez bien desservie par les collecteurs de céréales ou de produits maraichers qui alimentent Antananarivo et Tamatave.

Les *tanety* sont constitués sur des roches très acides, donnant un sol très peu fertile et sensible au processus géologique d'érosion en *lavaka* (Raunet, 1996).

L'économie de la zone repose sur la riziculture et les cultures de contre-saison.

L'élevage bovin est bien développé et important pour travailler les rizières. La forte proportion de paille de riz est une source de fourrage conséquente pendant la saison sèche. La présence de bovins joue un rôle favorable sur la production de fumure dans la zone. Elle augmente les risques de divagation.

La ville d'Ambatondrazaka offre d'importantes

opportunités d'*off-farm* (commerce, transport, services...).

Un terroir de diffusion ancien

La commune d'Ilafy faisait partie des premiers terroirs « test ». Les agriculteurs sont sensibilisés de longue date aux techniques SCV. Rares sont ceux qui n'ont jamais entendu parler des techniques de l'agriculture de conservation. Ils ont vu se succéder les systèmes SCV proposés (l'essor de la couverture morte et l'écobuage, puis les couvertures vives...) et les politiques d'encadrement (avancement des intrants, remboursements en nature, microcrédits, taux d'intérêts, problèmes de corruption avec les techniciens...). Les agriculteurs de cette zone ont en quelque sorte « essuyé les plâtres ». L'ancienneté de l'encadrement ne donne pas forcément un avantage en termes de diffusion. Les deux zones d'études présentent des contraintes et des opportunités distinctes en terme de SCV. L'encadrement est assuré dans les deux sites par le bureau d'étude BRL, mais avec des équipes différentes.

Deux angles d'approche différents pour l'évaluation technico-économique

L'évaluation des effets d'une innovation nécessite la comparaison avec une situation de référence. La mesure d'effet peut être appréhendée par le suivi de l'évolution d'indicateurs au cours du temps ou par la comparaison à un même moment de deux situations avec et sans SCV. Les deux méthodes comprennent des points forts et des points faibles (Delarue, 2007). La méthode du suivi d'évolution des indicateurs doit être commencée suffisamment tôt, avant l'introduction de l'innovation, de manière à pouvoir renseigner une situation de référence. La difficulté majeure lors de l'analyse des résultats est l'attribution des évolutions observées à l'innovation ou à d'autres facteurs.

La comparaison de deux échantillons d'exploitations avec et sans SCV a l'avantage de se soustraire à « l'effet année » car tous les producteurs sont soumis aux mêmes conditions de climat ou de prix. Cependant, la difficulté réside dans la constitution de deux échantillons aux caractéristiques similaires. La parfaite réplique d'une exploitation SCV et non SCV n'existe pas. La part des transformations liées à l'innovation est donc difficile à établir.

Déterminer la « situation de référence » avec les agriculteurs

Des entretiens collectifs ont été réalisés en début de stage avec les agriculteurs pour discuter de leurs propres moyens d'évaluation. Les entretiens ont fait ressortir que la situation de référence pour les agriculteurs est en premier lieu leur propre situation avant l'adoption de l'innovation. Les effets des SCV sont mesurés par rapport à leur situation initiale, puis ensuite éventuellement avec celle de leurs voisins. En tenant compte de cette réflexion, l'évaluation s'est portée principalement sur l'évaluation des effets des SCV par rapport à ce que faisaient les agriculteurs antérieurement. L'étude se réalisant sur une durée de six mois consécutifs, le suivi de l'évolution des indicateurs sur la longue durée en temps réel n'est pas possible. En revanche, il est possible d'analyser après coup les effets des SCV sur des exploitations ayant adopté l'innovation. Les situations de références ont été reconstruites à posteriori, à partir d'études rétrospectives sur le fonctionnement des exploitations avant l'introduction des SCV. La reconstitution de la situation initiale repose en grande partie sur la mémoire des agriculteurs.

Delarue (2007, pp. 29-30) montre que se baser uniquement sur la référence « avant SCV » comporte un biais. *L'innovation n'a pas lieu dans un environnement statique. La « reconstitution de la situation qui aurait prévalu en l'absence d'intervention est donc indispensable pour mesurer l'impact, qui se ramène à un différentiel entre la situation sans et avec projet. A contrario, comparer la situation « avec projet » à la situation « avant projet » (ou avant/après) mène à une mesure erronée de l'impact »*

Etant donné les circonstances de l'études (durée, période..), la double comparaison (avant/après) était difficile à mettre en place. Le choix a été fait de se concentrer sur une comparaison avant/après, en gardant à l'esprit que cette approche est incomplète et permet de mesurer quels sont les effets par rapport à l'avant projet mais pas à la situation actuelle des autres exploitations « sans projet ».

Evaluer les effets des SCV en milieu paysan

Les exploitations en sont à des stades différents d'adoption. Elles ont installé les SCV à des dates différentes et ont eu plus ou moins le temps d'en intégrer les principes. Le fait d'introduire des SCV dans l'exploitation ne fait pas d'un agriculteur un « adoptant ». Le processus d'innovation est le fait de l'agriculteur qui valorise une invention en l'intégrant à son système de production, ce qui l'amène à revoir son mode d'organisation et ses procédures de prises de décision (Dugué *et al.*, 2006). Afin de cerner les effets des SCV en milieu paysan, il est important d'étudier les modifications qui correspondent aux choix des agriculteurs, et pas des techniciens. Il est difficile de déterminer à ce stade à quel moment les agriculteurs deviennent des adoptants. Le degré d'ancienneté permet de supposer que les agriculteurs ont eu le temps d'acquérir des savoir-faire, et qu'il ne s'agit pas uniquement de l'application des directives des techniciens, mais réellement d'une reformulation de l'innovation par rapport à leurs objectifs de production. La proportion d'agriculteurs ayant adopté les SCV depuis plus de 3 ans est relativement importante au lac ALaotra (plus de 70 agriculteurs en rive

est). L'échantillonnage se portera sur ce groupe d'adoptants, le plus « apte » à priori à avoir expérimenté et à s'être approprié les techniques de l'agro-écologie. Les anciennes exploitations se prêtent potentiellement mieux à l'évaluation économique, étant donné que la progression des surfaces en SCV est censée augmenter avec le temps, selon l'analyse des basses de données. L'effet des SCV sur les revenus agricoles serait donc davantage mis en évidence dans ce type d'exploitation.

Un échantillonnage basé sur les anciennes exploitations en SCV

La difficulté de constituer un groupe témoin « non adoptants »

Outre l'intérêt de travailler avec des exploitations « adoptantes anciennes », des raisons logistiques sont venues appuyer ce choix. Dans le contexte du lac Alaotra, la diversité des exploitations est telle que la construction de deux échantillons témoins, recouvrant tous les types d'exploitations, dans plusieurs sites d'études était difficilement réalisable compte tenu du temps imparti et des moyens logistiques. S'il est possible d'obtenir des informations sur les structures des exploitations en SCV, les renseignements sur les caractéristiques des exploitations non SCV sont beaucoup plus difficiles à avoir.

Les exploitations ayant adopté l'innovation sont habituées à recevoir la visite de personnels du projet BV-Lac. La justification des enquêtes auprès des familles extérieures au projet est plus difficile à établir, dans un contexte où les interventions ont été nombreuses, et où les dons ou rémunérations en échanges d'informations ont pu exister dans le passé.

Un échantillonnage non aléatoire et raisonné

L'échantillon est non aléatoire et raisonné. Il a été construit à partir du groupe d'exploitations possédant des anciennes parcelles en SCV (plus de 3 ans) réalisé par un traitement des bases de données lors d'un stage précédent (Raharisoa, 2010). A l'intérieur de ce groupe, des exploitations de différents types de la typologie utilisée pour le RFR (Durand et Nave, 2006) ont été sélectionnées [cf. annexe 9]. Initialement, le nombre d'exploitations de chaque type devait être homogène. Le groupe d'échantillonnage n'était pas suffisamment important pour opérer cette sélection. Certains types sont plus représentés que les autres dans la réalité. L'échantillon suit globalement cette distribution [cf. annexe 12]. Au sein des zones d'études, l'ensemble des exploitations de plus de 4 ans en SCV a été enquêté. Certaines exploitations ont été sélectionnées à l'extérieur de la zone pour remplacer des familles absentes ou ne désirant pas réaliser un entretien.

La notion d'abandon dans les anciennes exploitations prend des formes particulières. Selon Raharisoa (2010), seulement deux exploitations ont abandonné totalement les techniques SCV. En revanche, les abandons de parcelles au cours de l'histoire des exploitations, avec ou sans reprise, sont nombreux. L'échantillon permet d'analyser les raisons de l'abandon au sein de l'exploitation, mais n'est pas adapté pour analyser les abandons totaux des techniques, puisque ce cas là n'existe quasiment pas. Etant donné la faible quantité d'exploitations de plus de quatre ans, la quasi-totalité des exploitations des communes étudiées ont été enquêtées.

L'échantillon permet d'évaluer l'impact des SCV uniquement dans les anciennes exploitations en SCV. Il comporte un biais important à souligner : les exploitations retenues dans l'échantillonnage sont celles qui ont à priori effectivement adoptées les SCV. On peut donc s'attendre à ce que les effets soient suffisamment positifs pour permettre le maintien voire l'extension des cultures SCV. Or il semble qu'après la quatrième année, les familles persévérant dans les SCV n'abandonnent plus ces techniques, au niveau de l'exploitation. Cet échantillon n'est pas approprié pour évaluer les causes d'abandons dans les années antérieures. Il permet donc d'évaluer les effets des SCV dans les exploitations où les agriculteurs sont devenus des expérimentateurs.

Au final, 18 exploitations ont été enquêtées dans chaque zone, soit un total de 40 exploitations ayant adopté l'innovation. A l'intérieur de cet échantillon, un sous-échantillon de 4 exploitations a été établi.

La définition de comportements différents dans l'adoption des SCV

La grande diversité d'exploitations agricoles au lac Alaotra suppose des comportements différents dans l'adoption des SCV. Les enquêtes avec les agriculteurs ont permis de comprendre comment l'introduction des SCV s'est réalisée.

Une analyse fine des pratiques gestionnaires de l'exploitation

Les enquêtes conduites avec l'aide d'un traducteur étaient organisées en deux temps. La première partie portait sur i) la définition de la trajectoire de l'exploitation en partant d'avant l'introduction des SCV jusqu'à aujourd'hui (reconstitution des assolements de chaque année), ii) la structure actuelle de l'exploitation et du système d'activité iii) la perception des changements et de leur efficacité (ainsi que les critères d'évaluations si possible). La deuxième partie portait sur les modifications des pratiques gestionnaires. Les enquêtes étaient semi-directives et s'inspiraient du questionnaire « Olympe » pour la modélisation des exploitations agricoles du lac Alaotra, complété par des questions spécifiques aux SCV [cf. annexe 13] (Cauvy et Penot, 2008). La reconstitution historique des assolements a donné lieu à une typologie des exploitations en fonction de leur dynamique d'adoption des SCV. La corrélation avec les différentes structures des exploitations (typologie du RFR) permet la construction d'hypothèses sur la manière dont les SCV s'intègrent dans les stratégies de production.

Les indicateurs du changement

La deuxième partie des enquêtes a permis d'établir des itinéraires de changement, d'après le renseignement d'indicateurs :

- La **reconstitution des assolements et des rotations** pour comprendre les modifications de gestion des soles et les écarts avec les rotations préconisées. Dans certains cas, les rotations mises en place par les agriculteurs étaient discutées ensuite avec les techniciens.
 - Les **itinéraires techniques** des parcelles SCV et non SCV pour comprendre les modifications techniques des systèmes de culture. Ils étaient dans la mesure du possible confrontés avec les systèmes avant SCV. Une parcelle traditionnelle dans une exploitation avec des SCV subie indirectement les modifications des parcelles SCV (modification des dates de semis, accès aux crédits, intrants...).
- Ils ont permis le renseignement
- des indicateurs sur le travail :
 - o les **besoins en travail** de chaque système
 - o les **dates des opérations pour évaluer** la précocité des semis.
 - o Les dates de récoltes et de ventes
 - des indicateurs économiques
 - o Les prix de vente des productions et les acheteurs
 - o La **marge brute**¹ pour mesurer la productivité des systèmes
 - o La **valorisation de la journée de travail** pour mesurer la productivité du travail
 - o Le **retour sur investissement** pour évaluer le degré de risque et le niveau d'intensification du système

La manière dont les différents effets se coordonnent et se hiérarchisent permet de mettre en lumière les itinéraires de changement suivis par les exploitations.

¹ Tous les concepts économiques et leurs modes de calculs sont définis dans l'annexe 14.

Les itinéraires du changement

La modélisation sous Olympe

Un sous-échantillon a été confectionné à partir de quatre exploitations représentatives de ces itinéraires de changement. Des enquêtes approfondies ont été menées dans ces exploitations, de manière à modéliser le fonctionnement de ces exploitations à partir du logiciel Olympe. La situation de référence de l'exploitation a été reconstruite. Pour chaque exploitation, une première simulation a été créée à partir de l'évolution des indicateurs technico-économiques et des surfaces en SCV, en suivant le plus possible l'évolution « réelle » de l'exploitation. Une seconde simulation a été réalisée, à partir de l'évolution de l'exploitation si elle était restée en traditionnel. Le système de fonctionnement de l'exploitation avant l'introduction de l'innovation a été extrapolé, et soumis aux mêmes contraintes conjoncturelles (prix des intrants et des productions...) que l'exploitation actuelle ayant adopté l'innovation [cf. annexe 14].

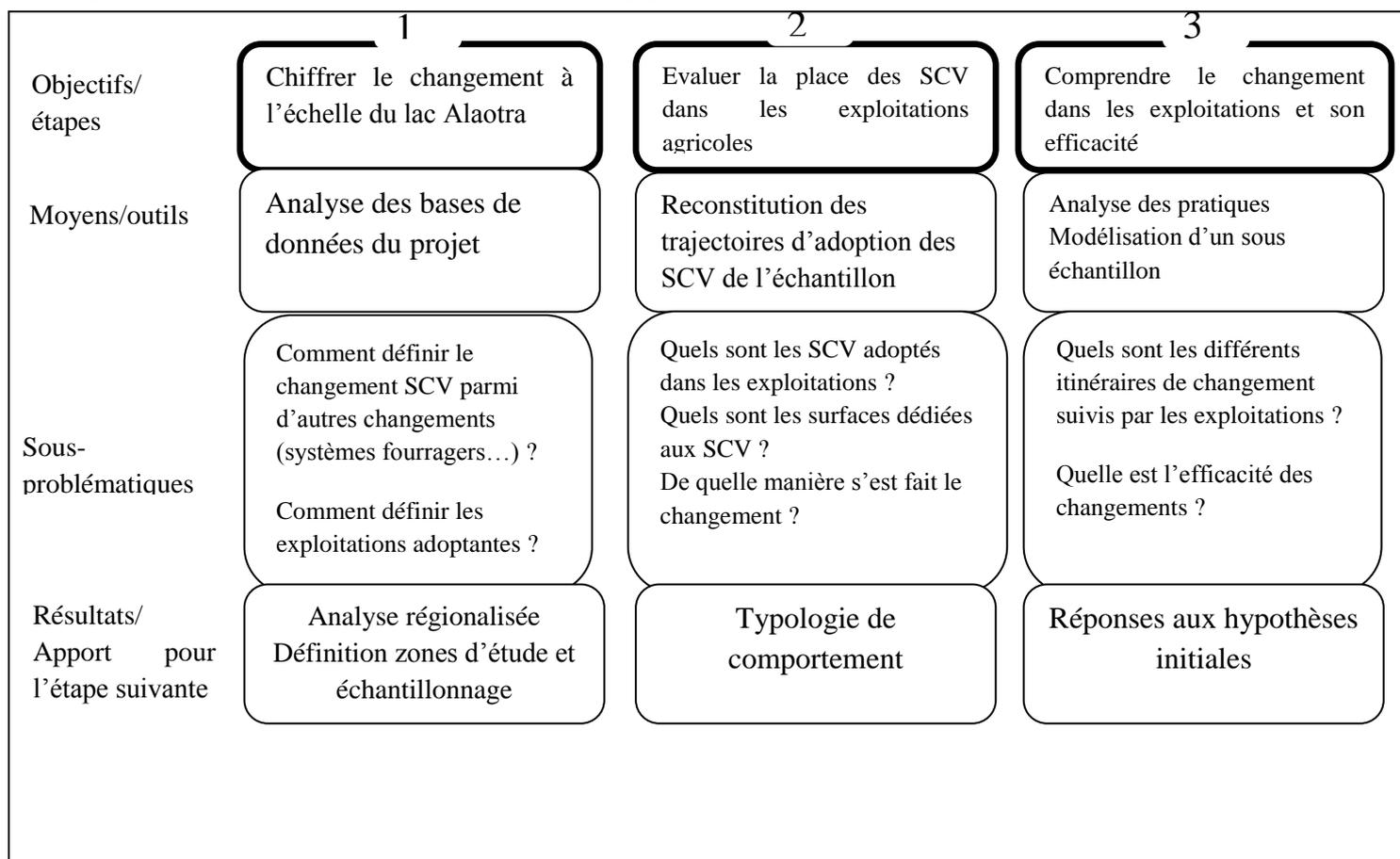
La modélisation sous le logiciel Olympe a permis la comparaison : i) des calendriers de travaux pour évaluer la modification de l'organisation du travail, ii) du résultat¹ de l'exploitation pour évaluer la performance du système de production, iii) du solde pour évaluer les changements au niveau du système d'activité iv) du solde cumulé pour évaluer les changements sur le long terme. La comparaison des deux scénarii permet de voir, dans la durée, les évolutions des deux exploitations modélisées, celle avec introduction de l'innovation, et sa variante sans l'innovation SCV. La différence entre les deux donne une tendance des modifications technico-économiques. Les marges d'erreurs sont trop importantes pour pouvoir mesurer avec précision les modifications des performances économiques.

Fiabilité et validation des données et des modèles

Le suivi des indicateurs ne se fait pas en temps réel mais repose sur la mémoire des agriculteurs. Plus un événement est lointain, plus il perd en exactitude. Une dizaine d'enquêtes complémentaires ont été effectuées dans des exploitations n'ayant pas adopté l'innovation pour recouper les itinéraires techniques traditionnels et vérifier la validité des données. Les bases de données « parcelle » permettaient de vérifier les informations sur les parcelles en SCV au fil des années. Cinq des exploitations retenues tenaient également des cahiers d'exploitation, dans lesquels elles avaient noté les itinéraires techniques des cultures des années précédentes. Les résultats des exploitations modélisés ont été montrés sous formes de « sorties Olympe » (assolement avant et après SCV, calendrier de travaux, détail des recettes et dépenses et graphique d'évolution des résultats et soldes) aux quatre agriculteurs. Ils ont été discutés, corrigés et validés par les agriculteurs. Dans l'idéal, cette phase aurait dû demander plus de temps pour s'assurer que les agriculteurs comprenaient bien les modèles. La méthode mise en place dans cette étude permet avant tout d'établir un modèle fiable et des liens plausibles de causes à effets plutôt que de calculer un impact global moyen des SCV dans les exploitations agricoles.

¹ idem

Figure 6: Synthèse de la démarche méthodologique



RESULTATS : PLACE DES SCV DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES

Malgré l'adoption ancienne des SCV dans les exploitations de l'échantillon, les systèmes développés et la place réservée à l'innovation sont différents. Le poids potentiel des systèmes SCV dans l'exploitation est un critère déterminant pour supposer des effets de l'innovation.

Quelles places occupent les SCV dans les exploitations enquêtées? Est-il possible d'établir des relations entre le comportement dans l'adoption des SCV et la structure de l'exploitation?

En préambule à cette analyse, la définition des systèmes rencontrés dans les exploitations est fondamentale, pour évaluer s'il s'agit bien *stricto sensu* de systèmes SCV, ou si les paysans y ont apporté des modifications. L'innovation reformulée par les paysans doit être décrite.

L'état des surfaces en SCV dans une exploitation n'est pas stable. Il s'agit du résultat d'un processus d'adoption dynamique. Les surfaces peuvent encore évoluer. La manière dont se diffusent les SCV dans les exploitations au cours du temps complètera l'analyse des comportements des agriculteurs avec ces nouvelles techniques. Les pratiques d'organisation foncière des agriculteurs seront détaillées. Pour prendre en compte la diversité des situations rencontrées au lac, l'étude se base sur un échantillon d'exploitations dans deux zones d'études différentes.

Définition et choix des systèmes installés

Les types d'exploitation au lac sont nombreux. Pour répondre à cette diversité, les systèmes SCV conçus par la recherche sont également abondants. La reconstitution des assolements et rotations

Figure 17: Distribution des différents systèmes rencontrés en fonction du nombre d'adoptants

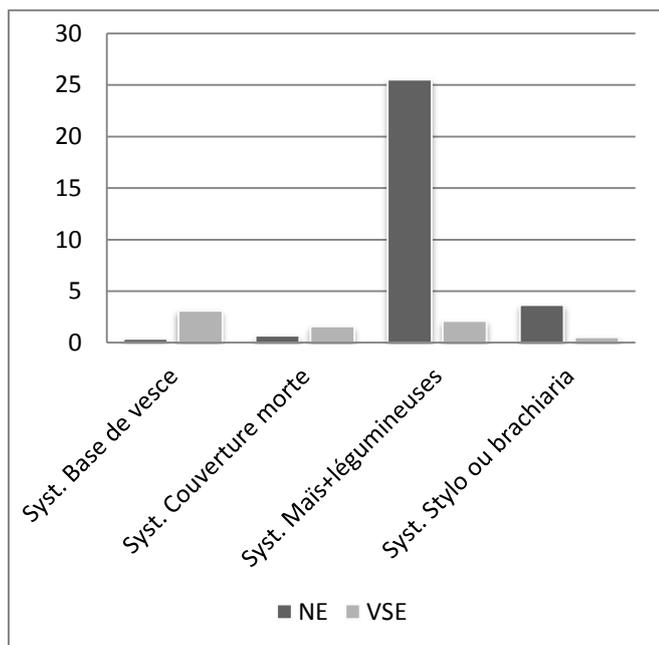
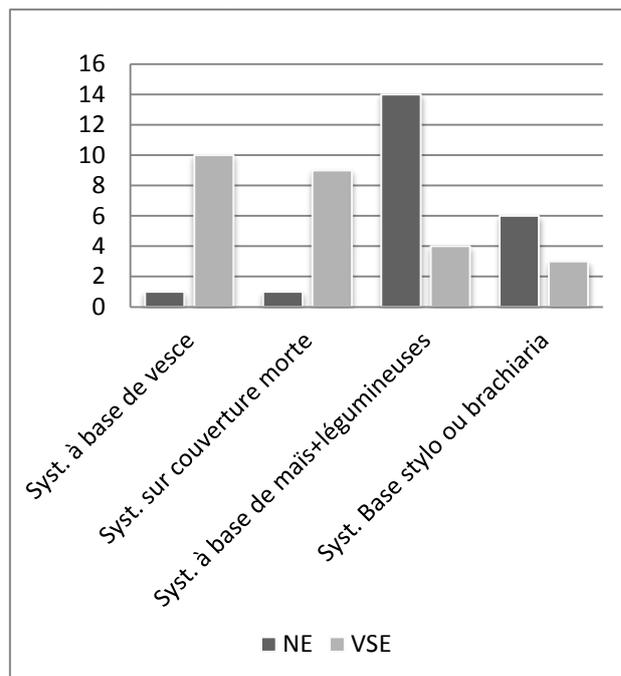


Figure 18: Distribution des systèmes rencontrés en fonction des surfaces (en hectares)



pratiqués montrent le type de systèmes installés par les agriculteurs et les modifications apportées. Les systèmes rencontrés dans les exploitations enquêtées se déclinent de la manière suivante : Quatre principaux systèmes sont adoptés au lac Alaotra, en proportion différentes selon les zones.

Les systèmes à base de vesce

Le système à base de vesce présent sur 22% des parcelles est diffusé principalement dans les vallées du sud-est. La faiblesse des *baiboho* dans le nord-est ne permet pas un fort développement de ce système. Ce dernier est le plus adopté dans les vallées du sud-est, mais sur des surfaces faibles. Dans les exploitations enquêtées, il se décline de deux manières principales :

- **1 : Riz pluvial/vesce en pure//Riz pluvial/vesce en pure¹ (10 % des parcelles)**
- **2 : Riz pluvial/haricot+vesce//Riz pluvial/haricot+vesce (12 % des parcelles)**

Dans la première rotation, la vesce est installée en pure la première année en contre saison, après la récolte du riz. Elle est détruite à partir du mois de septembre pour permettre l'installation du riz pluvial. La vesce se ressème généralement toute seule et repart la saison suivante, à condition que le prélèvement pour le fourrage et la récolte des graines n'ait pas été trop intensifs.

Le second système est le même, mais avec installation d'une culture de haricot en association avec la vesce, permettant le dégagement de revenus économiques. Cette solution est adoptée dans les exploitations de petites tailles, qui cherchent une intensification forte de leur production. Les exploitants avec beaucoup de surfaces installent plutôt la vesce en pure. L'augmentation des surfaces va généralement de pair avec la croissance du cheptel bovin (plus il y a de surface, plus le nombre d'animaux pour les cultiver et produire de la fumure est important). Dans les grandes exploitations, la vesce en pure peut davantage être valorisée comme fourrage. Trois exploitants de l'échantillon avec de petites surfaces ont fait des essais à base de vesce mais les ont abandonnés pour des systèmes à base de maraîchage paillé, plus rémunérateurs.

¹ Par convention, / désigne une rotation au sein de la même année calendaire ; // désigne une rotation sur deux années calendaires ; + désigne une association de culture

La contrainte première avancée par les agriculteurs pour les systèmes à base de vesce est qu'elle ne permet pas d'association avec des cultures de contre saison, à part le haricot qui à un cycle très court. Les autres cultures maraîchères sont étouffées par la vesce. Selon les opérateurs, l'association avec des productions maraîchères est possible à condition d'installer la vesce en décalé ou de la réguler avec des herbicides. Le ralentissement de la croissance de la vesce doit être effectué lors de l'implantation des cultures de contre-saison, après la récolte du riz, à une période où les agriculteurs ont beaucoup de dépenses (achat des semences de contre-saison, engrais, remboursement des crédits...). Les dépenses occasionnées par ce système s'accordent mal aux calendriers de trésorerie de la plupart des agriculteurs. La vesce peut tout de même être exploitée en contre-saison comme fourrage, ou pour la vente des graines. Toutefois, le projet envisage de stopper l'achat de graine d'ici un à deux ans. Cette source de revenu, qui atteignait des niveaux assez considérables chez certains exploitants va donc s'arrêter. Les systèmes à base de vesce sont peu transformés par les agriculteurs, mais ne sont pas exploités au maximum de leur capacité dans les petites exploitations (en association) en raison de problèmes de trésorerie.

Les systèmes sur couverture morte

Ces systèmes installés sur 20% des parcelles sont surtout présents sur les *baiboho* des exploitations des vallées du sud-est, sur de très petites surfaces. Après la culture du riz en contre saison, les agriculteurs installent des cultures maraîchères dans la paille de riz. La technique du paillage était utilisée traditionnellement par les agriculteurs. Elle mobilise des connaissances qu'ils possédaient déjà en partie. Les principes des systèmes sur couverture mortes sont assimilés rapidement. La plupart des agriculteurs des vallées du sud-est a adopté d'abord les systèmes sur couverture morte, puis est passé aux systèmes sur couverture vive. Ces systèmes nécessitent une quantité importante de paille, et l'acheminement de la biomasse de son lieu de production vers la culture. Dans les vallées du sud-est, la paille de riz est quasiment illimitée étant donnée la forte production rizicole. Les agriculteurs s'arrangent pour prélever la paille dans les parcelles voisines pour réduire les déplacements et la pénibilité de l'épandage.

Ce système est très peu diffusé dans la zone nord-est, où la paille de riz est une denrée très rare, réservée pour l'alimentation des bovins. Elle possède d'ailleurs une valeur marchande, alors qu'elle est en libre service dans les vallées du sud-est. De plus, le maraîchage est peu développé dans la zone nord où les *baiboho* sont quasiment inexistant. Les collecteurs sont rares étant donné l'éloignement de cette zone avec le pôle économique d'Ambatondrazaka.

Ce système consomme de la biomasse mais n'en produit pas. Il est relativement intensif en travail (épandage de la paille). Il est mis en place sur de très petites surfaces, et surtout dans les petites exploitations qui recherchent des systèmes très productifs. Plus de 50% des parcelles se situent dans des exploitations de types E ou F [cf. en annexe la typologie du RFR]. Les exploitations de types D regroupent 20% des parcelles, et celles de type A et C, les 30% restants.

Le maraîchage paillé est le seul système à être diffusé spontanément et partiellement dans les exploitations non encadrées. Les agriculteurs non encadrés¹ pratiquent un système hybride avec travail du sol en saison pour l'installation du riz, et installation du maraîchage en semis direct avec couverture, pour limiter la croissance des adventices et surtout l'arrosage.

Les systèmes à base de *stylosanthes* ou *brachiaria*

Ces systèmes présents sur 18% des parcelles, nécessitent peu d'apport d'engrais étant donné l'importante quantité de biomasse produite. Ils sont conduits de deux manières principales :

¹ Deux agriculteurs non encadrés pratiquaient cette technique. Les agriculteurs encadrés nous ont dit qu'il s'agissait d'une pratique « répandue » dans la zone. Des études complémentaires permettraient d'approfondir la portée de cette pratique.

- De manière extensive (12% des parcelles) :

Manioc + stylosanthes ou brachiaria// jachère stylosanthes ou brachiaria x n années// céréales ou manioc// jachères x n années

Cette rotation se rencontre sur les parcelles très affectées par des problèmes d'érosion où se pratiquaient traditionnellement des jachères de longue durée. La productivité de ces parcelles était faible. Le système à base de *stylosanthes* est un moyen de valoriser plus intensivement des parcelles à faible productivité et à faible poids économique.

- De manière intensive (6% des parcelles) :

Jachère améliorée de stylosanthes ou brachiaria// céréales x n// jachère améliorée x n

Les parcelles stratégiques (bonne accessibilité et degré de risque faible) sont conduites avec ce système. Ce dernier est également présent sur les parcelles stratégiques dont la fertilité a diminué. L'intérêt est de recharger la biomasse du sol et de restaurer la fertilité. Dans deux des exploitations, après avoir laissé des « jachères améliorées » de *stylosanthes* d'un an ou deux, les exploitants ont mis en place un système à base de maïs + légumineuses, sans jachère. Les agriculteurs observent que « *Le stylo c'est bien pour remettre des réserves dans le sol, mais il faut beaucoup de patience avant de produire* ». Pour cette raison, dans les exploitations où les bonnes terres sont limitées, les systèmes sur *stylosanthes* sont perçus comme un « traitement » pour recharger la fertilité du sol, et évoluer ensuite vers d'autres systèmes sans jachère.

Figure 19: Les rotations à base de *brachiaria* et *stylosanthes* rencontrées en fonction du type d'exploitation

Types/Rotations	1	2
A	9%	
C	17%	4%
D	30%	13%
E	6%	

La rotation « extensive » est présente dans tous les types d'exploitations (cf. figure 19). La priorité de cette rotation semble être l'intégration avec l'élevage (pour les grandes exploitations). A cela s'ajoute la fonction de restauration des parcelles abimées difficilement valorisables en traditionnel (principalement dans le type D). Cette rotation est même présente dans une exploitation

avec petite surface (type E) pour restaurer la fertilité et protéger la parcelle en dessous, grâce aux racines de *brachiaria*. Elle est développée dans trois exploitations qui ne possèdent pas de zébus.

La rotation intensive (2) est mise en place sur les bonnes parcelles dans les exploitations de tailles moyennes. Elle permet une diversification de la production.

Les systèmes à base de *stylosanthes* sont diffusés depuis peu de temps. Leurs potentialités et leur maîtrise ne sont pas encore aussi développées que ceux des systèmes plus anciens. Dans la plupart des cas, aucune rotation complète n'a pu encore être effectuée. Ces dernières sont plus longues que pour les autres systèmes (sur trois ans minimum). Les agriculteurs sont encore en phase d'essai, sans pouvoir dire s'ils vont garder ces systèmes ou non. Le *stylosanthes* et le *brachiaria* constituent deux bonnes plantes fourragères. Ils sont présents dans les exploitations avec des grandes surfaces et des troupeaux bovins (pour la valorisation fourragère). La seconde rotation est présente dans une exploitation de la zone nord-est qui ne possède pas de zébus mais des surfaces importantes.

Les systèmes à base de maïs + légumineuse

Ces systèmes de *tanety* sont les plus adoptés de l'échantillon avec 40% des parcelles. Ils recouvrent les surfaces les plus importantes et sont surtout présent dans la zone nord-est où les *tanety* sont nombreux. Ce système a été le premier à base de couverture vive diffusé au lac Alaotra. Les agriculteurs ont donc eu le temps de mieux le maîtriser que les autres systèmes.

Le système de culture varie selon la légumineuse associée (densité de semis, semis en décalé...). Le fonctionnement global du système est le même. Les rotations pratiquées par les agriculteurs sont les suivantes :

- 1 : Maïs + légumineuse// Riz pluvial//Maïs + légumineuse (18% des parcelles)
- 2 : Maïs + légumineuse//Riz pluvial//Maïs +légumineuse//Arachide//Maïs+légumineuse (6 % des parcelles)
- 3 : Maïs + légumineuse//Riz pluvial//Arachide//Maïs+légumineuse (14% des parcelles)
- 4 : Maïs+légumineuse//Maïs+légumineuse//Maïs+légumineuse (2% des parcelles)

La rotation 1 est celle préconisée par les opérateurs avec production de biomasse un an sur deux. La deuxième rotation intègre un cycle d'arachide en remplacement du riz pluvial un an sur quatre. Malgré cette innovation, le principe de la rotation n'est pas perturbé.

Les rotations 3 et 4 ne remplissent pas les trois principes des SCV. Dans le numéro 3, la couverture n'est produite qu'un an sur trois. Elle ne peut remplir efficacement son rôle de contrôle sur les adventices, ni de labour biologique. La rotation 4 n'inclue pas de rotations avec d'autres cultures que le maïs et les légumineuses. La même plante est cultivée chaque année. Cette rotation est rencontrée sur une seule parcelle. Selon les techniciens, elle ne pose pas trop de problème car l'association compense en partie la rotation.

Plus de la moitié des rotations pratiquées ne correspond pas à la rotation « standard », et plus d'un tiers ne répond pas aux principes des SCV. La rotation maïs + légumineuse est installée sur les *tanety* fertiles de la zone nord-est. Elle est présente dans tous les types d'exploitation, avec ou sans zébus.

Figure 20: Les rotations rencontrées en fonction du type d'exploitation

Types/Rotations	1	2	3	4
A	7%			
C	15%		7%	
D	20%	7%	17%	
E	5%		20%	2%

La rotation 3 se rencontre prioritairement dans les exploitations caractérisées par des problèmes fonciers (de type D ou E) (cf. figure 20). La rotation « standard » se rencontre en majorité dans les grandes exploitations. Les systèmes préconisés, selon le tableau ci-contre, sont plus souvent transformés (rotations 2,3 et 4) dans les exploitations les plus vulnérables et de plus petites tailles (D et E).

Plusieurs rotations peuvent être présentes au sein d'une même exploitation. Cette observation laisse penser que la mise en place d'une rotation sur une parcelle dépend bien d'un choix stratégique et pas d'une mauvaise compréhension du système de culture (l'association la plus présente est une parcelle en rotation « standard » avec sur une autre parcelle une rotation modifiée).

La difficulté de mettre en place des « systèmes pérennes » dans un contexte de forte instabilité économique

Quatre systèmes différents recouvrent la totalité des systèmes rencontrés dans les exploitations de l'échantillon. L'intégration dans les assolements dépend en grande partie des rotations qui étaient pratiquées avant. Un agriculteur faisant du maraîchage va rarement abandonner sa culture pour installer de la vesce maïs va plutôt chercher le système le plus proche de celui qu'il pratiquait. Les systèmes qui s'intègrent bien dans les assolements (la rotation riz/vesce là où il n'y avait que de la vesce par exemple ou riz/maraîchage) sont peu modifiés. C'est généralement le cas des cultures de *baiboho*.

En revanche, les systèmes de *tanety* mis au point présentent tous un écart important par rapport aux rotations traditionnelles des agriculteurs (que ce soit pour le maïs + légumineuses ou manioc+ *brachiaria*). Ils ne permettent pas de pratiquer exactement les mêmes assolements qu'en traditionnel. Les SCV sont souvent apparentés à des systèmes de culture pérennes (Seguy, 2006), car les rotations sont fixes et ne sont en théorie pas modifiables, comme c'est le cas dans un système de culture forestier. A l'échelle d'une parcelle, les agriculteurs passent de systèmes de culture annuelle, à des systèmes dont les rotations sont réfléchies et pensées sur le long terme. Le choix des systèmes et des rotations est extrêmement important car il va modifier l'assolement de l'ensemble de l'exploitation dès son application. Ce choix est d'autant plus déterminant que s'agissant de systèmes pérennes, la souplesse dans le choix des rotations est moindre.

Beauval *et al.* en 2003, pointaient les difficultés d'inclure certaines cultures dans les rotations, comme par exemple les tubercules. Depuis, les systèmes proposés n'ont cessé de se diversifier, incluant notamment les tubercules, mais des progrès restent à faire du côté de la recherche pour proposer des systèmes vraiment adaptés.

Les systèmes pratiqués par les agriculteurs ne correspondent pas tous à des systèmes SCV sensu stricto. L'analyse des systèmes mis en place est rendu difficile par le faible recul sur les rotations pratiquées. Toutefois, certains systèmes mis en place, comme pour le cas des maïs + légumineuses par exemple ne respectent pas les trois principes fondamentaux des SCV. Les systèmes diffusés sont modifiés par les paysans pour s'adapter à leur logique de production. Cette première analyse est effectuée uniquement d'après l'étude des rotations culturales, et non pas des pratiques de conduites de cultures. Les systèmes mis en place par les agriculteurs ne sont pas tous des systèmes SCV mais correspondent plutôt à des systèmes de culture innovants (SCI).

Des performances économiques diverses

Les différents grands systèmes mis en place possèdent des performances économiques variées. Les graphiques ci-dessous montrent les marges brutes de différentes cultures selon différentes sources. Le premier graphique (figure 21) est le résultat de l'analyse des bases de données des opérateurs réalisée par BRL pour la campagne 2008-09. Seules les valeurs des cultures sont présentées et non pas celles des systèmes de culture (le système de culture du riz pluvial n'est pas connu par exemple). Les cultures ne sont pas détaillées selon les topo-séquences. Le deuxième graphique (figure 22) présente les données issues de nos propres enquêtes. Pour conserver la comparaison, les données sont organisées par cultures et non pas par systèmes de culture. Elles sont de trois types : i) les moyennes des marges brutes de cultures en traditionnelles dans des exploitations sans projets (bâtons gris clairs). L'échantillon de parcelle est très faible. ii) les moyennes des marges brutes de cultures traditionnelles mais dans une exploitation ayant adopté l'innovation (bâtons gris intermédiaires). iii) les moyennes des marges brutes des cultures en SCV (bâtons noirs).

Les données sont présentées à titre indicatif. Au regard de la faiblesse de l'échantillon de parcelles (moins de 5 dans certains cas), et de l'écart-type très élevé¹, ces résultats n'ont aucune valeur statistique. Ils servent à montrer quels sont systèmes les plus rémunérateurs. Les données sur les parcelles en traditionnelles en particuliers font défaut. Des enquêtes supplémentaires sur un grand échantillon de parcelles permettraient l'obtention de résultats plus significatifs.

¹ Le détail des écarts-type et des parcelles est détaillé dans l'annexe 15.

Figure 21: Marges brutes de différentes cultures SCV d'après analyse des bases de données BRL pour la campagne 2008-09 (Domas *et al.*, 2009)

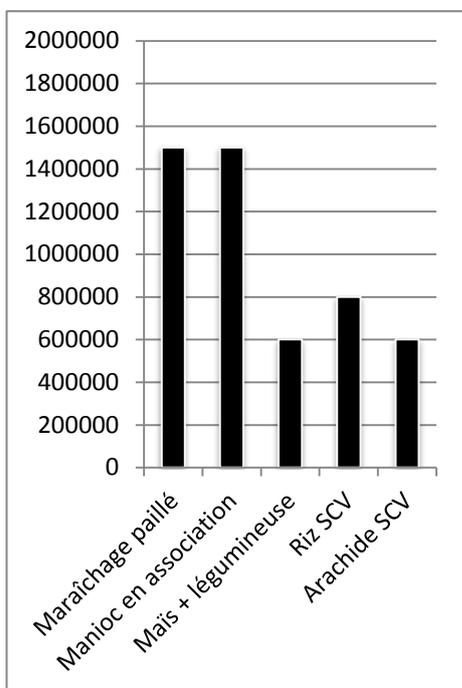
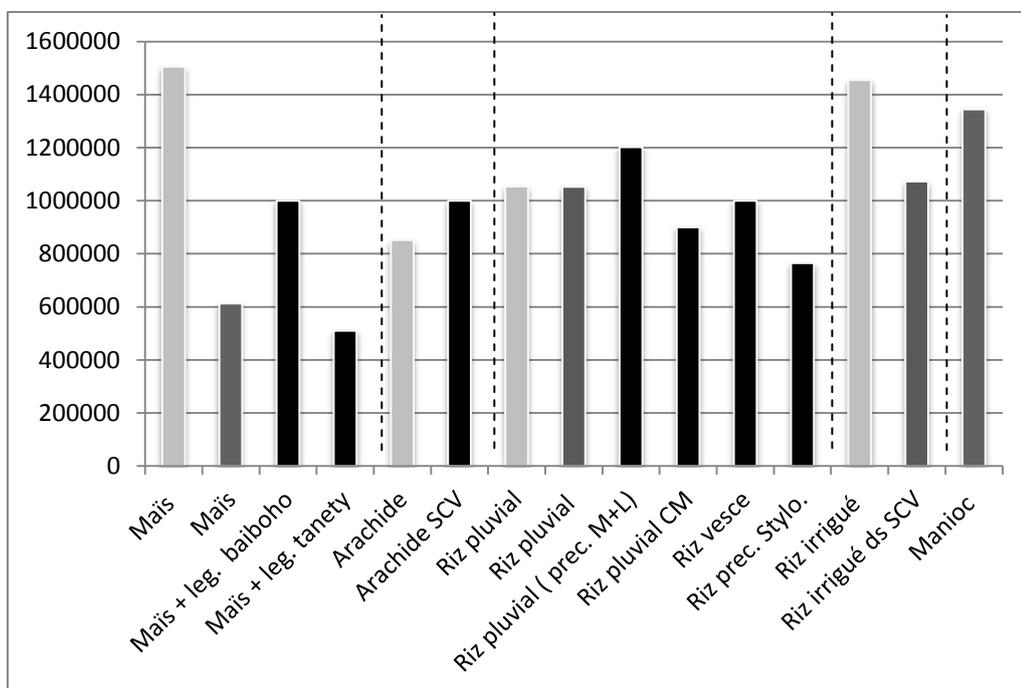


Figure 22: Marges brutes de différentes cultures (SCV et non SCV) d'après les enquêtes réalisées pour la campagne 2009-10



Les résultats issus des enquêtes montrent une variabilité en fonction de la culture précédente (pour le riz par exemple) et de la topo-séquence. Globalement, les systèmes les plus rémunérateurs sont ceux à base de maraîchage paillé et de manioc en association d'après la base de données de BRL (figure 21). Le cycle du manioc est à cheval sur deux ans et possède donc *in fine* une moins bonne rentabilité de la terre. Le riz est la céréale bénéficiant de la meilleure rémunération, ce que confirme nos enquêtes (figure 22), avec toutefois de fortes variabilités selon le précédent cultural. Le maïs donne des résultats très différents sur *tanety* ou *baiboho*. Par rapport aux cultures en traditionnel, les résultats ne sont pas forcément meilleurs. Cependant, la valeur de l'échantillon est vraiment trop faible pour pouvoir tirer des conclusions à ce niveau de l'étude. Trois des exploitations sans SCV ont déclaré ne pas vouloir tester de nouvelles techniques car elles sont déjà très satisfaites de leurs rendements. Les résultats sont trop généraux pour arriver à des conclusions.

Les différents systèmes SCV présentent des performances économiques différentes. Les marges brutes sont très dépendantes des pratiques culturales qui vont être mises en place, de l'unité agronomique et du précédent cultural.

Quelle place pour les SCI au sein des exploitations ?

Les surfaces réservées aux SCI sont variables au sein des exploitations. Pour aider à mieux comprendre la diversité des situations rencontrées, une typologie des différents comportements face à diffusion des SCI dans les exploitations à été construite.

Construction de la typologie de comportement

Deux variables ont servi à refléter les différents comportements des agriculteurs face à l'adoption des SCI au niveau de l'exploitation. Les théories sur l'innovation (Rogers, 1994) font ressortir le fait que

plus une innovation présente un intérêt élevé, plus sa diffusion sera importante. Partant de ce postulat, nous supposons que les surfaces dédiées aux cultures innovantes dans une exploitation peuvent être un indicateur de son efficacité par rapport aux objectifs de la famille. La part des surfaces des SCI par rapport aux surfaces totales de l'exploitation a été retenue comme première variable. Les SCI ne peuvent être mis en place sur toutes les unités agronomiques des exploitations. Aucun système SCI n'est adapté aux rizières irriguées, dont le sol très argileux doit systématiquement être labouré. Une seconde variable a donc été établie, prenant en compte la part des SCI sur les surfaces potentielles. Ces dernières ont initialement été définies comme l'ensemble des surfaces cultivables des unités agronomiques sur lesquelles la pratique des SCV est possible, à savoir les surfaces exondées de *tanety*, *baiboho*, et certaines RMME avec contre-saison possible (10% en moyenne des RMME sont en SCV). Les rizières irriguées et RMME où se pratique la riziculture inondée n'ont pas été prises en compte car les systèmes SCV actuels n'y sont pas adaptés ou ne présentent pas d'intérêt. Les surfaces potentielles ont donc été définies d'après les caractéristiques pédologiques des parcelles et leur mode de faire valoir. Au fur et à mesure des entretiens est apparue la nécessité de mieux définir ces « surfaces potentielles » en SCV.

Des surfaces « potentielles » à redéfinir

L'analyse des causes des écarts entre les surfaces potentielles en SCI et les surfaces effectivement cultivées a fait émerger d'après le discours des agriculteurs une définition plus complexe des surfaces potentielles. Des critères supplémentaires à la faisabilité du système font que les agriculteurs vont juger une parcelle apte à l'établissement de SCI. La mise en place des cultures est corrélée au degré de risque de la parcelle. Les risques sont fortement liés à la situation des parcelles dans l'exploitation et dans le terroir. Ils sont de nature diverses :

- **Risque de divagation** : Les parcelles situées à proximité des couloirs de passage des animaux sont jugées trop sensibles pour l'installation de SCI. Les couvertures sont fréquemment pâturées par les zébus. Les parcelles trop près des villages sont abimées par les volailles.
- **Risque de vol** : Les parcelles trop éloignées du village sont difficiles à surveiller en cas de vol.
- **Risque climatique** : Certaines parcelles situées à proximité des cours d'eau sont fréquemment inondées ou ensablées.
- **Risque lié à l'insécurité foncière** : Sur les parcelles qui ne sont pas en propriété, les agriculteurs hésitent quelquefois à investir. Les effets des SCV se font ressentir dans la durée. Les agriculteurs craignent que lorsque les bénéfices de plusieurs années de SCV commencent à se faire sentir les propriétaires récupèrent la parcelle. De même, les enfants travaillant sur les terres de leurs parents et qui ne sont pas certains d'en hériter ont des réticences à mettre en place de SCI.

Ces perceptions du risque ne sont pas communes à toutes les exploitations. Certaines familles, selon les relations qu'elles entretiennent avec les propriétaires vont tout de même choisir de mettre en place des SCI sur une parcelle en location. Certains agriculteurs vont réaliser des aménagements sur des parcelles sensibles à la divagation pour les protéger. Le fait d'installer des SCI sur une parcelle à risque est bien souvent un indicateur de l'efficacité des SCI pour une exploitation, prête à investir malgré le risque. Cette tendance concerne surtout les exploitations très dynamiques, et situées dans un terroir où des règles de gestion commune peuvent leur permettre de surmonter le risque.

Pour la construction de la typologie, la perception du risque des parcelles par les agriculteurs a été retenue. Quand un paysan a énoncé clairement qu'une parcelle était trop risquée pour y développer des SCI, la parcelle n'apparaîtra pas comme la surface potentielle.

La variable sur les surfaces potentielles en SCI par rapport aux surfaces totales renseigne sur le dynamisme d'adoption de l'exploitation. Ce dernier étant par définition un processus dynamique, analyser les résultats à un instant précis comporte un biais important. Selon l'ancienneté de l'exploitation et sa surface totale, la place des SCI sera différente. Pour une même dynamique

d'adoption, les SCI occuperont plus rapidement un pourcentage important dans une petite exploitation que dans une grande. La reconstitution de la manière dont s'est fait la diffusion au sein de l'exploitation a permis d'éclairer les tendances que suivaient les exploitations.

La typologie de comportement a été établie par le recoupement des surfaces en SCI et de l'histoire de l'adoption. Elle regroupe quatre grands types de comportement. Le croisement des données comportementales avec la typologie du RFR et l'analyse approfondie d'autres variables structurelles a permis d'éclairer les stratégies des agriculteurs.

Des comportements contrastés en fonction des types de structures

La typologie de comportement fait ressortir quatre grandes tendances dans la diffusion des SCV dans les exploitations.

- Les **exploitations très dynamiques** qui tendent vers 100% des surfaces potentielles en SCV ou les atteignent déjà. Les systèmes développés sont ceux « intensifs » en main d'œuvre et en intrants, de types maïs + légumineuses ou riz/ maraîchage paillé. La progression de l'adoption des SCI est forte. Le poids de la part des SCV dans le revenu est important et dépasse les 50%.
- Les **exploitations « dynamiques »** avec 25 à 50% de la surface potentielle en SCI. Les SCI ne sont mis en place que sur certaines parcelles « secondaires » mais ne représentent pas le cœur de l'exploitation. Les systèmes mis en place sont souvent « extensifs » en travail et en intrants. La majorité des revenus est assurée par d'autres cultures (la riziculture) mais les SCI apportent une contribution intéressante.
- Les **exploitations peu dynamiques** ou qualifiées quelquefois « d'opportunistes » par les opérateurs qui rencontrent des difficultés à mettre en place les SCV sur de grandes surfaces. La conservation de faibles surfaces peut dans certains cas être un moyen de conserver un lien avec le projet, avoir accès à des formations... Fréquemment, des abandons de parcelles ont lieu dans ces exploitations. La contribution des SCV à l'économie de l'exploitation est faible.

La typologie de comportement (figure 23) ne se superpose pas parfaitement à la typologie du RFR. Un type de comportement correspond à plusieurs structures d'exploitations et inversement.

Figure 23: Croisement de la typologie de comportement avec celle du RFR

Grands types	Sous types	Types correspondant avec typologie du RFR	Dénomination	Echant.	Part des SCI dans l'exploitation	Part des SCI / superficie potentielle en SCV	Localisation
Exploitations très dynamiques, qui tendent vers du 100% SCV	I.1	D/C	Les exploitations de taille moyenne mécanisées ou non mécanisées avec faible surface de rizières	n=6	de 50 à 75%	de 75 à 100%	NE
	I.2	E	Les petites exploitations non mécanisées avec faible surface de rizières	n=8			NE/VSE
	I.3	B	Les grandes exploitations mécanisées avec grandes surfaces de rizières et <i>tanety</i>	n=1			NE
Exploitations dynamiques	II.1	C	Les exploitations de tailles moyennes mécanisées avec grandes surfaces en rizières	n=3	moins de 15%	de 25 à 50%	VSE
Exploitations peu dynamiques ou "opportuniste"	III.1	D	Les petites exploitations mécanisées avec grandes surfaces de rizières	n=5	moins de 25%	moins de 25%	VSE
	III.2	C	Les exploitations de tailles moyennes mécanisées avec grandes surfaces en rizières	n=4			VSE
	III.3	A	Les grandes exploitations avec grandes surfaces de rizières	n=1			VSE

+

-

-

+

Gradient d'accès à la fertilisation, la mécanisation, les surfaces en rizières, la présence des bovins, l'accès aux crédits

Gradient de vulnérabilité

Un degré d'adoption des SCI inversement proportionnel à la dotation en facteurs de production

Le croisement des variables fait ressortir que d'une manière générale, l'adoption des SCV semblent inversement proportionnelle à la dotation en facteur de production, avec comme critères les plus discriminants, la mécanisation, la capacité de fertilisation (liée à la production de fumier de ferme) et l'accès aux rizières. L'annexe 16 présente plus en détail l'influence de chaque variable structurelle. Les exploitations les moins bien dotées (de petites tailles et sans zébus) ont un pourcentage plus élevé de surface en SCI par rapport à la superficie totale de l'exploitation. La structure de l'exploitation semble donc bien jouer un rôle sur l'adoption.

Une présence déterminante des bovins

L'absence de bovin dans les exploitations est contraignante à plusieurs niveaux :

- Les travaux de labour sont réalisés soit manuellement avec une bêche appelée *angady*, et nécessitent un fort investissement en temps de travail, soit à la tâche ou en louant une chaîne de traction (4 zébus, une charrue et une herse). Dans ce dernier cas, l'investissement se fait en capital pour payer les frais de location
- Les bovins attelés à une charrette servent pour le transport des productions et des intrants. Ils réalisent d'autres travaux comme le battage du riz. Leur absence rend les travaux plus longs et plus pénibles (battage du riz au bâton et transport des productions sur la tête).
- Les bovins produisent du fumier utilisé pour la fertilisation des cultures. Dans un contexte d'accès aux engrais minéraux difficile, cette source de fertilisation est bien souvent la seule existante.
- Les zébus constituent également un capital mobilisable en cas de problèmes graves (maladie...). Les exploitations sans zébus ne possèdent pas ce « filet de sécurité ». En cas de problèmes elles doivent décapitaliser leur capital productif de manière temporaire par la mise en location ou en métayage ou définitive par la vente de terres. La vulnérabilité de ces petites exploitations est donc extrêmement forte.
- Depuis quelques années, les institutions de micro-finance considèrent les bovins comme une garantie pour l'octroi de micro-crédit.

Les motoculteurs de marque chinoise « *kubota* » qui se sont fortement développés au lac Alaotra remplissent certaines des fonctions des zébus et permettent d'effectuer les travaux plus rapidement. Cependant, les motoculteurs ne produisent pas de fumier et consomment du gasoil.

Les exploitations non mécanisées sans zébus semblent avoir plus d'intérêts à adopter les SCV. Les SCI sont adoptés massivement dans les exploitations sans zébus, caractérisées par des problèmes de fertilité et des difficultés pour la réalisation du labour.

Une cohabitation difficiles entre SCI et rizières irriguées

Les surfaces en rizières au sein de l'exploitation semblent jouer un rôle important. L'adoption des SCI est inversement proportionnelle aux surfaces en rizières.

La typologie pourrait être affinée avec une précision de l'influence de chaque type de rizières. Le riz irrigué dégage généralement les marges brutes les plus importantes dans les exploitations. Céréale de base de l'alimentation malgache, le riz connaît des fluctuations de prix mais reste toujours intéressant pour les paysans, ne serait-ce que pour son rôle dans l'autoconsommation. Les rizières détiennent une place très importante dans les exploitations, d'autant plus lorsque la production est « sécurisée » par un bon accès à l'irrigation. Les paysans avec de fortes surfaces en rizières sont donc avant tout des riziculteurs. Les travaux sur les rizières sont toujours prioritaires. Le temps accordé aux cultures pluviales diminue avec l'importance des rizières.

La nature des surfaces exondées joue un rôle dans l'adoption des SCI (cf. tableau 2). Les exploitations avec une dominance de *tanety* adoptent plus massivement les SCI que celles avec des *baiboho*.

L'importance des surfaces exondées

L'adoption des SCI est différente en fonction des proportions de chaque unité agronomique qui compose l'exploitation. Cela renvoie au niveau du lac Alaotra à une répartition contrastée des niveaux d'adoption des SCV dans les exploitations agricoles. L'adoption des SCI est dynamique dans les exploitations du nord-est. Dans les vallées du sud-est proches des périmètres irrigués, les rizières et les *baiboho* sont davantage présents. L'adoption des SCI dans les exploitations est nettement moins dynamique.

Les *tanety* ont tendance à prendre de l'importance dans les exploitations des vallées du sud-est. Les surfaces de rizières, très convoitées, se divisent au fur et à mesure des héritages. L'accessibilité au marché ne semble pas avoir d'impact sur l'adoption des SCV. Elle joue un rôle décisif dans le choix des systèmes mis en place et la manière de conduire les cultures.

La taille de l'exploitation, les unités agronomiques qui la composent et la présence ou non de bovins sont les trois critères déterminants qui influencent la diffusion des SCI au sein de l'exploitation. D'une manière générale, les exploitations les moins bien dotées en facteurs de production celles possédant davantage de surfaces exondées adoptent plus massivement les SCI. Cependant, d'autres facteurs viennent perturber cette distribution.

Une modulation de l'influence de chaque facteur en fonction des stratégies des exploitations

L'influence de chaque facteur est hiérarchisée de manière différente dans les exploitations.

La pression foncière gomme l'influence de la topo-séquence

Dans le cas des petites exploitations, les surfaces cultivées semblent plus déterminantes que les unités agronomiques. Le type E de la typologie du RFR adopte un comportement très dynamique. Pourtant, ce type pourrait être décomposé en deux sous-types distincts. Le premier est constitué de petites exploitations du nord-est avec beaucoup de surfaces exondées. Il suit la tendance d'adoption normale. Le second sous-type est constitué d'exploitations avec beaucoup de *baiboho* qui offrent la possibilité de cultiver du riz chaque année et de réaliser des contre-saisons. Dans ce cas la taille de l'exploitation va être dominante par rapport aux unités agronomiques. La pression foncière rend semble plus déterminante que la toposéquence dans ce cas. Cette relation n'existe plus dans les exploitations de plus grandes tailles. Les types composés de beaucoup de *tanety* adoptent plus massivement les SCI que celles composées de *baiboho*.

La mise en location et en métayage comme « substitut » à l'élevage bovin

Le type I.A pourrait être décomposé en deux sous-types. Le premier est composé par deux exploitations qui se démarquent par le fait qu'elles ne sont pas mécanisées malgré les surfaces importantes. Elles ont développé des SCI sur l'ensemble des surfaces potentielles. Elles sont plus dynamiques que les exploitations de types E pourtant moins bien dotées en surfaces et possèdent des surfaces en rizières plus importantes que le deuxième sous-types d'exploitation D, qui adopte moins massivement les SCI.

Ces exploitations sont les deux seules où le fait de ne pas posséder de bovins correspond à un choix stratégique. Les exploitations sont situées dans des villages relativement isolés et craignent les vols de zébus fréquents. Les revenus des familles sont suffisamment élevés pour qu'elles puissent investir dans l'achat d'engrais minéraux et organiques et des ateliers d'élevages de volailles fournissent un fumier à teneur élevée en azote. Compte tenu des surfaces de rizières, ces types d'exploitations devraient normalement posséder une chaîne de

traction. Les deux familles ont mis leurs rizières en métayage. Les travaux de labour, battage et transport sont réalisés par le métayer. Les *tanety* sont tous cultivés en SCI, et ne nécessitent donc pas l'emploi d'un attelage. La première exploitation est d'installation récente. La famille achètera peut-être des zébus. En attendant, elle peut cultiver de manière autonome sans avoir à investir dans un attelage. La seconde famille est constituée d'un couple âgé. La fatigue physique les pousse à mettre de plus en plus de terres en métayage ou en location. Le fait de ne pas s'occuper des zébus est une charge de travail en moins.

Diverses opportunités de diversification du système d'activité pour les grandes exploitations

Les grandes exploitations présentent des dynamiques d'adoption relativement diversifiées. Les exploitations de types A, B et C sont présentes dans les quatre types de comportement. L'adoption des SCI dans ces cas là dépend des stratégies d'investissement des producteurs. Les exploitations de grandes tailles possèdent généralement une capacité théorique d'investissement importante. Plutôt que d'intensifier leur production, les familles choisissent fréquemment de diversifier les activités, avec le développement de nouveaux ateliers plutôt que le renforcement de ceux existants. Trois des agriculteurs de ces types (C ou III.2) ont des projets de développement d'ateliers laitiers, ou de petits élevages. Deux des agriculteurs de types A et B ont investi dans des activités *off-farm* avec l'achat d'usine de décorticage de riz. Un agriculteur de la zone nord-est (A ou type I.3) a choisi de baser sa stratégie sur l'intégration des SCI. La structure de l'exploitation a fortement évolué au cours du temps. Les premiers essais en SCV ont été réalisés lorsque l'exploitation était de type D (taille moyenne). En augmentant ses surfaces, l'agriculteur a également augmenté les surfaces en SCI. L'adoption ne s'est pas faite initialement sur une exploitation de grande taille. La famille a continué à travailler à grande échelle avec la même stratégie mise en place dans une exploitation de plus petite taille. L'hypothèse peut être émise que pour les grandes exploitations du nord-est, les SCV peuvent être une opportunité de diversification plus intéressante que pour celle des vallées du sud-est. La proximité d'Ambatondrazaka offre des possibilités d'investissements particuliers (immobilier, transport...).

Pour les grandes exploitations, les techniques SCI sont un des moyens parmi d'autres de développer leurs activités. La stratégie d'investissement va dépendre également des opportunités offertes par la zone (possibilité de marché, opportunité de développement d'activités *off-farm*...). Les exploitations de petites tailles ne possèdent pas les moyens d'investir dans des activités supplémentaires. Pour les exploitations de tailles moyennes, la situation est différente selon la part de rizière. Pour celles du nord-est possédant beaucoup de rizières, les SCI sont une opportunité intéressante. Pour les exploitations à dominante rizicole des vallées du sud-est, les revenus issus de la riziculture sont déjà satisfaisants, sans que les familles aient à modifier leurs systèmes de production ou à prendre des risques supplémentaires.

Une diffusion soutenue dans les exploitations défavorisées

Le diagnostic agraire réalisé par Durand et Nave (2006) ouvrait une réflexion sur les exploitations les plus aptes à adopter les SCV. Les hypothèses issues de l'étude étaient que les exploitations de types C et D étaient probablement les plus aptes à adopter les SCV, étant donné qu'elles possédaient les moyens et l'intérêt de prendre des risques. Les petites exploitations (E et F) étaient celles qui présentaient les plus forts degrés de risques dans l'adoption d'une nouvelle innovation, étant donné leur forte vulnérabilité.

L'accès au service et notamment au crédit ont joué un rôle dans les capacités des agriculteurs à adopter les SCI. Contre toute attente, les petites exploitations très vulnérables se montrent très ouvertes à l'innovation lorsqu'elles sont appuyées par des services. Les exploitations moyennes sont moins vulnérables mais possèdent une plus grande aversion aux risques (liée au moins grand intérêt qu'elles ont à adopter l'innovation).

De part la très forte instabilité de leur production agricole liée aux peu d'investissements réalisés sur les parcelles, les petits exploitants sont « accoutumés » aux risques et ont développé un système d'activités diversifiées (beaucoup de petites activités *off-farm*, très changeantes selon les années et leurs besoins). La part des surfaces en SCI n'est pas de même ampleur dans les différents types d'exploitation. Les structures et l'environnement géographique jouent un rôle important dans la place réservée au SCI dans les exploitations. Malgré les forts contrastes d'adoption, les SCI sont présents dans quasiment tous les types d'exploitations de la typologie du RFR. Si certaines exploitations ont donc plus d'intérêts que d'autres à adopter les SCI, aucune ne semble hermétique à cette innovation. Toutes sont potentiellement intéressées. Les rizières irriguées jouent défavorablement sur l'adoption des SCV, mais ne sont pas un facteur de blocage absolu. De même, la présence de grands troupeaux bovins n'est pas incompatible avec l'adoption des SCV.

DISCUSSIONS

Modélisation et évaluation technico-économique

Dissocier les effets des SCV des autres innovations

La modélisation sous le logiciel Olympe offre des opportunités intéressantes pour l'évaluation. Giller *et al.* (2009) et Serpentié (2009) font ressortir les difficultés à dissocier les effets des SCV et ceux liés à d'autres innovations. Cette étude confirme cette difficulté. Dans certains cas, la simple modification des techniques de fertilisation semble avoir un impact important sur le rendement. La comparaison d'itinéraires techniques avec différents niveaux de fertilisation en traditionnel et en SCV pourrait permettre d'évaluer la part du changement liée à l'usage d'engrais. La même opération pourrait être effectuée pour isoler l'effet de techniques précises (comparer le semis derrière la charrue et le semis direct par exemple).

L'avantage du logiciel Olympe est de permettre la comparaison de manière efficace au niveau de l'exploitation. La limite à cette entreprise est qu'il manque actuellement les données de base pour le paramétrage des modèles. Les deux sondages d'Andri-ko sur les cultures pluviales pour 2009 et 2010 croisent les données sur le rendement avec les variables sur la fertilisation, les variétés, les dates de semis... mais comme l'itinéraire technique complet n'est pas détaillé, il est difficile de hiérarchiser l'influence des pratiques.

Des études pointues pourraient être menées à l'échelle des systèmes de culture sur l'effet de la fertilisation et des conduites de culture. Les données sur les parcelles SCV sont relativement nombreuses (base de données « parcelle » des opérateurs et base de données TAFA), mais celles sur des parcelles témoins en traditionnel sont rares.

La recherche s'est beaucoup intéressée aux agriculteurs pratiquant les SCV dans les zones d'intervention. Un recentrage sur les agriculteurs « traditionnels » serait intéressant. Etant donné les effets indirects des SCV sur les parcelles traditionnelles dans une même exploitation, il semble que les parcelles témoins devraient être choisies dans des exploitations sans SCV. Les alternatives autres que l'adoption des SCV pourraient également être mises en avant. Il n'existe pas une stratégie SCV et une stratégie « traditionnelle » mais de multiples stratégies, qui se recoupent parfois.

La comparaison des SCI avec les systèmes de culture non SCV se heurte à la difficulté de définir des rotations dans les exploitations traditionnelles. Les SCV sont relativement simples à repérer dans une exploitation. Les rotations sont plus ou moins fixes. Les systèmes de culture à base de céréales, de légumineuses et de tubercules sont difficile à définir en traditionnel. A chaque SCV ne correspond pas forcément un système traditionnel mais plusieurs, en fonction des exploitations.

Les limites des comparaisons avant/après

Les comparaisons effectuées dans cette étude se basent sur un modèle d'exploitation avant l'introduction des SCV et un autre après l'adoption de l'innovation. Les exploitations qui adoptent les SCV sont souvent en situation de « crise ». Les SCV sont une des réponses mises en place. Si elles n'avaient pas développé des techniques agro-écologiques, les exploitations auraient nécessairement développé d'autres stratégies. Cette étude compare les effets des SCV par rapport au fonctionnement antérieur. Il serait nécessaire de la compléter par une comparaison avec des exploitations n'ayant pas adopté les SCV mais ayant développé d'autres stratégies. Cela permettrait d'évaluer l'efficacité des SCV avec d'autres alternatives (SRI ou SRA, élevage laitier...).

Modélisation et collecte des données : Une entreprise difficilement applicable sur un grand échantillon

La modélisation suppose un travail de collecte des données très fin et une bonne compréhension du fonctionnement de l'exploitation, avant de passer à la modélisation. La phase de collecte des données est particulièrement lourde dans le cas d'une représentation du système d'activité de l'exploitation. L'opération est alourdie par le fait que l'analyse se fait sur plusieurs années. La phase de saisie et modélisation nécessite également beaucoup de temps. La durée nécessaire à une telle démarche la rend applicable à un petit nombre seulement d'exploitations. Au final, l'échantillon d'enquête reposait sur une quarantaine d'exploitations dont une trentaine seulement en SCV. Quatre exploitations seulement ont été modélisées. Des études complémentaires, au moins auprès de chaque type d'exploitation du RFR, permettraient d'approfondir les effets des SCV en fonction des différentes stratégies. Cependant, une telle entreprise nécessite la mobilisation de moyens financiers et humains importants.

SCV et généricité : une très grande diversité d'exploitation et de systèmes SCV

Recentrer les études à l'échelle régionale pour réduire la diversité

Au sein même de la région du lac Alaotra, la diversité des exploitations est importante. Des études centrées sur une seule zone aux dynamiques agricoles relativement homogènes permettraient d'approfondir les effets des SCV sur certains types en particulier. La zone nord est en ce sens particulièrement bien adaptée à l'évaluation, étant donnée que malgré un encadrement plus récent, les SCV se développent plus rapidement que dans les vallées du sud-est. Les surfaces en SCV par exploitation sont plus importantes que dans le sud. La forte proportion des *tanety* occasionne une place favorable aux systèmes innovants dans les exploitations.

Comparer des agricultures différentes ?

La comparaison des systèmes entre plusieurs pays se heurte à de nombreuses difficultés. L'effet du contexte est important. Les agriculteurs transforment les techniques pour les adapter à leurs systèmes de production. Comme nous l'avons vu, dans de nombreux cas, les systèmes ne sont plus des SCV stricto sensu mais des systèmes de culture innovants. Comment est-il possible de comparer des systèmes qui ont un ancêtre commun (le SCV) mais qui ont évolué vers des systèmes relativement éloignés ? Comment comparer les effets des systèmes cotonniers ou fourragers du Cameroun (Rétif, 2010) aux systèmes de semis direct à

base de couverture morte de la Tunisie qui ne sont pas encore des SCV (Beauval *et al.*, 2003) ? L'effet agronomique des SCV peut se mesurer plus aisément par la reconstitution de situations proches de la réalité dans des parcelles expérimentales. En revanche, les contextes économique, climatique (avec ces aléas) et social ne peuvent être reproduits. Le poids des politiques nationales et du dispositif d'encadrement sont également à prendre en compte. Le contexte de l'agriculture française, brésilienne, camerounaise ou malgache n'offre pas les mêmes opportunités aux agriculteurs. La part des effets liée à la politique des prix des produits agricoles, à la régulation des marchés et aux opportunités de vente des produits est très importante. Les indicateurs économiques permettent la comparaison de systèmes de culture ou de production, mais ils n'ont de sens que remis dans leur contexte.

Améliorer les outils de suivi-évaluation

L'évaluation externe est importante car elle suppose que l'évaluateur est à priori un œil extérieur, neutre, puisqu'il n'est pas engagé dans la diffusion. La majorité des études d'évaluation même si elles ne sont pas organisées par les opérateurs de diffusion restent commanditées par les organismes de recherche qui conçoivent les systèmes SCV. Les évaluations internes par les opérateurs peuvent être considérées comme moins objectives. Elles possèdent l'avantage d'être réalisées par les personnes qui connaissent bien le contexte de diffusion. Renforcer les outils de suivi-évaluation sur le terrain permet de mettre au point des méthodes efficaces et d'obtenir des résultats relativement transparents. Les outils développés au lac Alaotra sont intéressants et bénéficient du recul de 12 ans de diffusion.

Les bases de données parcelles

Les bases de données parcelles sont utilisées à une finalité de traitement statistique. La première partie du chapitre 3 a mis en évidence certaines difficultés d'identification des parcelles SCV qui conduisent à une surestimation des surfaces. L'amélioration et la fusion des bases de données devraient permettre une meilleure lisibilité de l'évolution des surfaces et du nombre d'adoptants. Actuellement elles sont difficilement manipulables par les personnes extérieures au projet. Elles permettent une analyse à l'échelle de la parcelle mais pas au niveau de l'exploitation puisque seule les parcelles SCV sont renseignées. Aucune parcelle non SCV n'est rentrée dans la base, de sorte que la comparaison de l'efficacité des pratiques entre SCV et non SCV est impossible à réaliser.

Le RFR

Le Réseau ferme de référence a été mis en place en complément des bases de données parcelles. Il permet l'analyse prospective et l'étude d'impact. LE RFR représente le fonctionnement de l'ensemble de l'exploitation. Il permet une bonne analyse du système d'activité par la modélisation sous le logiciel Olympe. Jusqu'à présent, le RFR a été utilisé dans une optique de formation et d'analyses prospectives mais peu pour un suivi d'impact. L'évaluation des effets est difficile dans la mesure où il n'existe pas de situation initiale, avant l'introduction des SCV pour pouvoir mesurer le changement. L'actualisation du RFR n'a pas eu lieu toutes les années. Les exploitations rentrées dans le RFR sont déjà très sollicitées par les techniciens et les stagiaires. Elles ne sont pas forcément les mieux adaptées pour évaluer les effets. Ce point relève de la difficulté de mettre en place un tel réseau. Une fois les exploitations sélectionnées, il est difficile de savoir comment elles vont évoluer et si elles vont continuer à adopter l'innovation.

Les résultats de la modélisation dépendent de la fiabilité des données entrées dans le modèle. Aucune vérification des données n'est effectuée dans le RFR. Des itinéraires techniques standards ont été définis. Il s'agit d'un travail très intéressant mais qui expose aussi à la facilité de remplacer les itinéraires techniques réels par des standards. La norme a tendance à

devenir la règle. Or c'est justement l'explication des résultats hors-normes (s'agit-il d'une erreur ? D'un nouvel itinéraire original?) qui fait avancer le raisonnement. Bien souvent, la discussion avec les agriculteurs permet de corriger ou de comprendre l'écart avec le standard. Les agriculteurs du RFR pourraient être d'avantage intégré au processus d'évaluation. Ceux enquêtés ne connaissaient pas l'existence du RFR. Un retour de l'information pourrait être effectué, ce qui leur permettrait de s'impliquer d'avantage et de mieux comprendre à quoi servent les informations demandées.

Les sessions d'accélération de la propagation de l'innovation

Le RFR pourrait s'inspirer des sessions API. Ces réunions s'intègrent dans un processus d'évaluation participative, où les agriculteurs comparent eux-mêmes les performances de leurs systèmes de cultures. Les agriculteurs utilisent des indicateurs économiques tels que la marge brute, et la valorisation de la journée de travail. Ces sessions sont extrêmement intéressantes pour les agriculteurs comme pour les opérateurs. Elles en sont encore à la phase de démarrage. Pour l'instant, une seule série de session a eut lieu l'année dernière. Cette année, elles ne s'étaient toujours pas déroulées au mois de septembre. Les sessions restent pour l'instant centrées sur une approche système de culture, avec l'analyse d'une ou deux spéculations. L'objectif est d'évaluer l'efficacité d'un itinéraire technique. On pourrait imaginer le même procédé mais où une famille présente l'évolution de son assolement, et fait part des modifications techniques de son exploitation (sans aller forcément jusqu'à l'analyse économique du système d'activité dans un premier temps).

Les indicateurs utilisés lors des sessions API ont été mis en place par la recherche. Il serait intéressant de s'intéresser plus finement aux indicateurs qu'utilisent les agriculteurs. Des entretiens collectifs avec les agriculteurs réalisés au début du stage sur cette thématique ont fait apparaître que les agriculteurs étaient eux-mêmes en attente sur des résultats, et des moyens pour évaluer l'efficacité des techniques qu'ils mettent en place.

Intégrer davantage les agriculteurs à l'évaluation

Co-construire les systèmes d'évaluation avec les agriculteurs pourraient s'avérer fructueux. La collecte des données serait mieux comprise si les agriculteurs connaissaient la finalité des réponses qu'ils donnent. La restitution des résultats des enquêtes permet de mieux vérifier la validité des données. Les agriculteurs ont mentionné le fait qu'ils manquaient de moyens d'évaluation pour vérifier la performance des nouveaux systèmes de culture.

CONCLUSION

L'introduction des SCV au lac Alaotra s'est fait dans un contexte d'engouement du bailleur de fonds pour les techniques de l'agro-écologie. Le dispositif de diffusion est passé d'un modèle très descendant à une approche « éco-socio-territoriale » (Chabierski *et al.* 2005) qui prend davantage en compte les spécificités des exploitations agricoles. L'évolution de l'encadrement s'est accompagnée de la mise en place de nouveaux outils de suivi et d'évaluation. Les bases de données « parcelles » des opérateurs sont utilisées par le projet BV-Lac pour l'élaboration des statistiques sur l'adoption au niveau régional. L'analyse de ces bases de données montre des difficultés à faire la part entre les réels SCV et les autres innovations diffusées. La pérennisation des parcelles semble difficile. Ces résultats laissent supposer une difficulté à confirmer sur le terrain les techniques diffusées. Les enquêtes avec les agriculteurs font apparaître une réalité plus complexe. Les SCV diffusés sont reformulés et modifiés par les familles pour s'adapter aux stratégies paysannes. Au cours de ce processus d'apprentissage, les essais, les tâtonnements, les échecs et les reprises sont nombreux. La « rigidité » structurelle des bases de données masque la richesse des expérimentations effectuées par les agriculteurs, elle conduit quelquefois à la nécessité d'inclure ponctuellement un labour. Malgré l'ancienneté de la diffusion, il n'existe pas de

parcelles en SCV depuis plus de 8 ans, alors qu'il existe des agriculteurs encadrés depuis 12 ans. Le labour ponctuel fait partie du processus d'apprentissage.

Les itinéraires techniques et les rotations mis en place dans les exploitations agricoles sont fréquemment différents de ceux préconisés. Les exploitations les plus vulnérables, sous fortes contraintes, modifient davantage les systèmes de culture. Les SCV sont transformés en systèmes de culture innovants (SCI), nés du métissage des nouvelles techniques avec les connaissances traditionnelles des agriculteurs, de leurs moyens et de leurs objectifs. Les SCI sont présents dans des types d'exploitation très variés. Dans les exploitations du nord-est principalement tournées vers les cultures pluviales, ils occupent la majorité des surfaces. Les exploitations rizicoles des vallées du sud-est adoptent les SCI sur de plus petites surfaces. Les cultures de *tanety* et *baiboho* n'occupent qu'une place dérisoire dans le système de production. Les SCI sont mis en place plus massivement dans les petites exploitations non mécanisées que dans celles bien dotées en facteurs de production. L'accès à la fertilité en fonction des surfaces de l'exploitation est déterminant.

Les effets des SCI dans les exploitations agricoles anciennes sont très variés, et peuvent même s'opposer. Les effets sur le travail dépendent des pratiques des familles, des systèmes SCI, et du degré d'investissement dans les intrants (herbicides etc.). Les surinvestissements liés à l'adoption des SCV sont nombreux et concernent aussi bien les charges opérationnelles (achats d'intrants) que structurelles (pulvérisateur, canne planteuse...). Dans les cas étudiés, les SCI ont systématiquement engendré un surinvestissement financier les premières années. Dans la plupart des exploitations les dépenses ont pu être effectuées grâce au microcrédit. Les charges opérationnelles diminuent après plusieurs années de pratique, comme le montrent de nombreuses études (Chabierski et al, 2005 ; Domas *et al.*, 2009). La baisse des investissements dans le contexte du lac Alaotra semble liée à des modifications d'accès aux services (interdictions de prêts pour de nombreuses OP) et à une conjoncture de hausse du prix des intrants. Les agriculteurs n'investissent plus. Les rendements sont maintenus par un « effet précédent », mais ne sont probablement pas stabilisés à long terme.

Les performances économiques des exploitations augmentent mais la durabilité de la hausse n'est pas assurée, sauf dans le cas où les familles investissent une part de leur solde dans l'amélioration des facteurs de production. L'impact des SCV sur la stabilité des rendements est difficile à évaluer, étant donné le peu de cycles effectués pour chaque culture (beaucoup de rotations sont sur deux ou trois ans). À l'échelle des exploitations, la réduction des jachères et la pratique de jachères « améliorées » réduisent les fluctuations de revenus. Néanmoins, la fin des politiques d'achats de semences au sein du projet BV-Lac (principale valorisation économique des jachères améliorées) risque de réduire la valeur ajoutée des jachères améliorées par rapport aux traditionnelles. La stabilité des résultats de l'exploitation est principalement impactée par la variabilité des prix agricoles et les opportunités de valorisation. Les SCI entraînent des interactions positives avec l'élevage à l'échelle de l'exploitation.

Les effets des SCI sont difficilement généralisables entre les exploitations agricoles du lac Alaotra. Ils dépendent des pratiques mises en place par les agriculteurs. La comparaison des résultats économiques avec d'autres régions du monde est encore plus délicate. Les systèmes mis en place par les paysans ne correspondent pas à des SCV et ont peu de points communs. La faiblesse et la structure de l'échantillon ne permettent pas d'étendre les résultats à l'échelle du lac Alaotra. Les modifications du dispositif d'encadrement et de l'accès aux services (en particulier la diminution des crédits) laissent supposer des itinéraires de changement différents pour les exploitations qui adoptent aujourd'hui les SCV.

Par rapport aux objectifs initiaux de développement dans la zone, les SCI améliorent bien les revenus des familles, même s'il est difficile de juger à l'heure actuelle de la durabilité de ces améliorations. Les effets des SCI sur la préservation des ressources naturelles ne peuvent pas être démontrés par cette

étude. Au lac Alaotra, la diffusion des SCV n'a pas été prise en charge par des institutions nationales ou privées comme ce fut le cas au Brésil. Elle a été assurée principalement par des projets de développement nationaux sur investissements français (AFD). L'évolution du contexte de l'aide internationale laisse supposer des investissements extérieurs de plus en plus faibles sur les projets « techniques » en général. La dégradation de la situation économique du pays touche de plein fouet les familles paysannes malgaches. Dans le contexte de crise et de dégradation rapide du pouvoir d'achat des familles, la lenteur et le coût de la diffusion des SCV questionnent. Les SCI font leurs preuves dans les exploitations où ils sont adoptés de longue date. La difficulté semble être de créer les conditions favorables à leur adoption dans un contexte national très contraignant (absence de politique agricole ou de mesure incitatives).

BIBLIOGRAPHIE

ANDRI-KO ; (2009), *Evaluation de la production agricole par le sondage du rendement pour la campagne 2008-2009 dans la région du lac Alaotra. Lot 2 : Estimation des productions des cultures pluviales en semis direct sous couvert végétal (SCV) et rizières à irrigation aléatoire (RIA)*, MAEP, BV-Lac II, Madagascar, Ambatondrazaka, 63p.

ANDRI-KO, (2010), *Evaluation de la production agricole par le sondage du rendement pour la campagne 2009-2010 dans la région du lac Alaotra. Lot 1 : évaluation de la production rizicole sur les périmètres irrigués PC 15-Vallée Marianina*, MAEP, BV-Lac II, Madagascar, Ambatondrazaka, 79p.

BEAUVAL V., LEVAL D. (2003), *Bilan à mi-parcours du programme transversal d'agro-écologie. Rapport de synthèse définitif*. 87p.

BERNOUX M., *et al.* (2006), "Cropping systems, carbon sequestration and erosion" in *Brazil, a review. Agronomy for Sustainable Development*, 26: 1-8.

BERTRAND M., GUICHARD L., DE TOURDONNET S., SAULAS P., PICARD D., (2004), *Evaluation of the agronomic, economic and environmental impacts of no-tillage cropping systems. Results of a long-term experiment in France*. Paris, France : Institut National de Recherches Agronomiques (INRA).

BLANCHART E. *et al.* (2007) "Effect of direct seeding *mulch*-based systems on soil carbon storage and macrofauna in Central Brazil". *Agriculturae Conspectus Scientificus*, p. 81-87.

BREVAULT T.,(2007), "Impact of a no-till with *mulch* soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system", *Soil and Tillage Research*. Volume 97, Issue 2, Pages 140-149.

CAUVY S., PENOT E., (2009), Mise au point des scénarios en analyse prospective et des simulations sur les exploitations agricoles du réseau de fermes de référence, Document de travail n°43, BV-Lac, 28p.

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*, Communication au IIIème congrès mondial Conservation Agriculture : Linking Production, Livelihoods and Conservation, 3 au 7 octobre 2005, Nairobi, Kénya, 8p.

CORBEELS M.,*et al.* (2006), "Soil carbon storage potential of direct seeding *mulch*-based cropping systems in the Cerrados of Brazil" *Global Change Biology*, 12: 1-15.

- DELARUE, J. , (2007), *Mise au point d'une méthode d'évaluation systémique d'impact des projets de développement agricole sur le revenu des producteurs* , Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), Paris, 509p.
- DEVEZE. J. (2008), « Evolutions des agricultures familiales du Lac Alaotra (Madagascar) », in *Défis agricoles africains*, Karthala, Paris
- DOMAS R., ANDRIAMALALA H. (2008), *Bilan sur les activités entreprises par BRL au cours de la première phase du projet BV-Lac. Quelles perspectives à court et moyen terme ?*, Document de travail n°11, BRL/ Projet BV-Lac, 18p.
- DOMAS, R. ; ANDRIAMALALA H., (2009) *Quans les tanety rejoignent les rizières au lac Alaotra : diversification et innovation sur les zones exondées dans un contexte foncier de plus en plus saturé*, Regional workshop on conservation agriculture, CIRAD/AFD, Phonsavan Xieng Khouang Laos PDR, 31p.
- DROY I., (2000), « Que sont les greniers à riz devenus? » *Economie de Madagascar N°2 1997*, Antananarivo, 25p.
- DUGUE P., (2008), *Rapport de mission au lac Alaotra*, Madagascar
- DUGUE P., BERTRAND M., SIBELET N., SEUGE C., VALL E., CATHALA M., OLINA P., (2006), « Les paysans innovent, que font les agronomes ? Le cas des systèmes de culture en zone cotonnière au Cameroun », in *Agronomes et innovations*, l'Harmattan, coll. « Entretiens du Pradel, Paris, France, p. 103-122
- DURAND, C. ; NAVE.S., (2007). *Les paysans de l'Alaotra, entre rizières et tanety. Étude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière, Lac Alaotra, Madagascar*, Rapport de stage ESAT 1, IRC, 123 p.
- EVALINOV, (2009), *Les systèmes de cultures sous couvert végétal (SCV) dans les exploitations agricoles familiales (Madagascar, Cameroun, Laos, Brésil, Viêt-Nam). Evaluation socioéconomique et condition de diffusion*, 25p.
- FAO, 2008. *Agriculture de conservation*. Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. URL : <http://www.fao.org/ag/ca/fr/>, consulté le 15 avril 2010
- FAURE G., DUGUE P., RETIF., (2009), *Méthodologie pour l'évaluation socio-économique des SCV dans les exploitations (EVALINNOV)*, Conclusions de l'atelier de Montpellier du 1 et 2 juillet 2009, 26p.
- FINDELING A., (2003). *Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach*, Journal of hydrology, vol.275, n. 1-2, p. 49-66.
- FREUD, (2005), *Evaluation de l'impact économique des systèmes de culture sur couvert végétal au Brésil et à Madagascar*, CIRAD, 55p.
- GARIN P., (1998), *Dynamiques agraires autour de grands périmètres irrigués : le cas du lac Alaotra à Madagascar*, Thèse, Université de Paris X Nanterre (Géographie), Cemagref, CIRAD, 374 p.
- GILLERS K., WITTER E., CORBEELS M., TITTONELL P., (2009), “Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics ‘s view”, *Field Crop Research*, vol 114, issue 1, Oct. 2009, 23p.
- HUSSON O. *et al*, (2006) *An approach for creation, training, and extension of systems based on direct seeding on permanent cover in Madagascar*, Husson O., Rakotondramanana (eds), *Voly rakotra. Mise*

au point, évaluation et diffusion des techniques agroécologiques à Madagascar, pp 50-53

JOUVE P. (2001), *Les systèmes de culture à base de semis direct sur couverture végétale*, CNEARC, France, Montpellier, 220p.

LAL R.(2007), *Constraints to adopting no-till farming in developing countries*, Soil Till Res; 94 : 1-3.

MAEP (2004). *Compte rendu de la visite au lac Alaotra du 06 et 07 juin 2004*, 50 p.

MANDO A., OUATTARA B., SEDOGO M., STROOSNIJDER L., OUATTARA K., BRUSSAARD L., VANLAUWE B., (2005), "Long-term effect of tillage and manure application on soilorganic fractions and crop performance under Sudano-Sahelian conditions", *Soil*

OUSTRY M., (2007), *Analyse des causes de non remboursement des crédits au lac Alaotra à Madagascar, quelles implications pour les groupements de crédits à caution solidaire, les institutions financières et le projet BV-Lac ?*, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de spécialisation en agronomie tropicale, ESAT 2, IRC Sup' Agro, France, Montpellier, 146p.

PENOT E., (2009), *Des savoirs aux savoirs faire, l'innovation alimente un front pionnier : le lac Alaotra de 1897 à nos jours*, document de travail BV-Lac n°27, AFD, MAEP, 37p.

PENOT E., 2008. *Harmonisation des calculs économiques et correspondance avec le logiciel Olympe* Document méthodologique de travail n° 5.

PENOT E., 2008. *Mise en place du réseau de fermes de références avec les opérateurs du projet*. Document de travail du PROJET BV-LAC N° 4

PENOT E., ANDRIATSITOHAINA R., (2010), *Savoirs, pratiques et changement de paradigme: de l'agriculture irriguée à la colonisation des tanety. Mythe, espoirs et réalités pour un développement durable au lac Alaotra*, communication Innovation and sustainable development in agriculture and food, 28 juin-1 juillet 2010, France, Montpellier, 12p.

Projet BV-Lac (2009), *Evaluation socioéconomique des SCV, projet PAMPA GT3, document méthodologique de travail pour le terrain de Madagascar*, 30p.

Projet-BV-Lac (2006). *Mise en valeur et Protection des Bassins versants du Lac Alaotra* Document du projet: 3 p.

RANDRIANARISON N., (2007), *Diagnostic agraire et mise au point d'une méthode de suivi et d'analyse des succès et abandons des systèmes SCV. Cas du fokontany d'Antsapanimahazo, Madagascar*, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme master professionnel de l'Université de sciences économiques de Montpellier 1, 91 p.

RAUNET M., (1984) ; *Le milieu physique de la région du lac Alaotra, système et structure*, IRAT, 226p.

RETIF M., (2010), *Le semis direct sous couvert végétal dans les systèmes de production du Nord-Cameroun*, Rapport de stage pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Agro-développement international, ISTOM, CIRAD, 189p.

ROGERS E., (1994), *Diffusion de l'innovation*, New York, Free Press

ROLLET C., (1995), *Introduction à la démographie*, Armand Collin, 125 p.

SEGUY L *et al.* (2003). *New concepts for sustainable management of cultivated soils through direct seeding mulch based cropping systems: the CIRAD experience, partnership and networks*. In

“Producing in harmony with nature”, II World congress on Sustainable Agriculture proceedings, Iguacu, Brazil, 10-15 August.

SERPANTIE G, (2009), « L’agriculture de conservation à la croisée des chemins », *Vertigo, revue des sciences et de l’environnement*, vol 9, num 3, 21p.

TERRIER M., PENOT E. (2008), *Le réseau de fermes de références du lac Alaotra : identification des principales conventions de modélisation avec le logiciel Olympe*, Document de travail n°18, 37p.

TEYSSIER, A. (1994), *Contrôle de l’espace et développement rural dans l’ouest Alaotra : de l’analyse d’un système agraire à un projet de gestion de l’espace rural*. Thèse de géographie Université Paris I Panthéon Sorbonne: 473 p