



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA  
Tanindrazana - Fahafahana – Fandrosoana

---

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

---

PROJET DE MISE EN VALEUR ET DE PROTECTION

DES BASSINS VERSANTS AU LAC ALAOTRA

(BV ALAOTRA)



**Document de travail BV lac n° 70**

**EVALUATION TECHNICO-ECONOMIQUE DE L'IMPACT DE L'INTRODUCTION  
DES SYSTEMES D'AGRICULTURE DE CONSERVATION DANS LES  
EXPLOITATIONS AGRICOLES DE LA REGION DU LAC ALAOTRA,  
MADAGASCAR**

Projet PAMPA / RIME

Programme d'Appui Multi-Pays pour l'Agroécologie / Réponse Intégrée Multi-Equipes

**Sarra Polleti, Eric Penot, Raphael Domas.**

**Novembre 2011**



Unité de Recherche en Partenariat  
Systèmes de culture et riziculture durable  
(SCRID)  
FOFIFA / Université d'Antananarivo / CIRAD



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



# PREAMBULE

Ce document de travail a pour objectif de présenter la méthodologie adoptée au cours du stage en réponse à la problématique suivante ; plus de 11 ans après le début de la diffusion des SCV dans la région du lac Alaotra par le projet BV-Lac, quel est le constat sur l'impact de l'adoption des SCV sur les exploitations agricoles et le revenu en particulier ? En d'autres termes, la mise en place de ces systèmes de culture durables a-t-elle amélioré le revenu des exploitations ? Dans quelles conditions ? Sur quelle durée ?

Afin de répondre de la durabilité économique de ces systèmes, nous verrons au cours du document que la méthodologie a progressivement évolué de façon conjointe avec la complexité des réponses qui sont apparues. Ce document présente les hypothèses de travail dans un premier temps, puis la méthodologie initiale, les résultats intermédiaires et enfin la méthodologie finale adoptée pour répondre à la problématique.

## I. Hypothèses de travail

Des hypothèses ont été proposées par le GT3 PAMPA sur les effets attendus des SCV au niveau du système de culture et du système de production global de l'exploitation (Faure *et al.* 2009). Ces hypothèses seront à confirmer ou infirmer au cours de l'étude.

### **Au niveau du système de culture (échelle de la parcelle)**

- Modification des successions culturales
- Modification des pratiques culturales pour la conduite des itinéraires techniques et donc modification des résultats technico-économiques (réduction du temps de travail, amélioration des rendements, précocité des productions)
- Amélioration des performances technico-économiques (productivité du travail, productivité de la terre)

### **Au niveau du système de production (échelle de l'exploitation)**

- Effets directs attendus
  - Modification de la gestion du travail au niveau de l'exploitation
- Diminution du temps de travail pour les productions végétales
  - Modification du calendrier agricole (semis précoce)
  - Modification des performances économiques
- Amélioration du revenu global (résultat et solde de l'exploitation)
- Augmentation de la productivité de la terre et du travail

- Effets indirects attendus
- Modification des systèmes de culture conventionnels (transfert partiel des techniques vulgarisées SCV)

## **II. Méthodologie**

### II.1. Etude des données existantes

#### II.1.1. Rapports de stage existants et bases de données afférentes

L'étude des rapports de stage existants est incluse dans le travail bibliographique nécessaire en préambule de l'étude. Les bases de données afférentes aux rapports de stage en lien avec la présente étude ont été recensées en vue d'une utilité pour l'étude. Il s'est avéré par la suite qu'aucune des bases de données d'enquêtes construites par les stagiaires n'a pu être réutilisée dans cette étude.

#### II.1.2. Base de données RFR

L'analyse de la base de données d'Olympe (2007-2010) (les données 2011 ne sont pas disponibles) a été réalisée dans le but d'extraire des données sur les systèmes de cultures conventionnels ; successions culturales et itinéraires techniques. Les données ont été extraites d'Olympe vers une base de données Excel et analysées au moyen d'un tableau croisé dynamique. Après avoir sélectionné l'échantillon de parcelles non SCV, des classes de rendements ont été déterminées pour chaque culture. Le calcul du coefficient de variation pour chaque classe dont l'échantillon était suffisamment grand a montré une forte variabilité des données (coefficient de variation supérieur à 30%). De plus, le nombre de parcelles disponibles pour chaque culture et par classe est trop petit (moins de 10 parcelles) pour être représentatif. S'est donc imposée pour la suite de l'étude la nécessité d'acquérir de l'information sur ces systèmes conventionnels majoritairement présents au lac Alaotra.

### II.2. Sélection des zones d'étude

#### II.2.1. Sélection des grandes zones de diffusion du projet

Les grandes zones d'étude ont été déterminées à partir des critères suivants : 1) surfaces en SCV et 2) accessibilité. Les surfaces en SCV sont faibles dans la zone ouest (100 ha) contrairement aux zones nord-est (430 ha) et sud-est (550 ha). Les surfaces anciennes en SCV (pérennisées depuis au moins trois ans) dans la zone ouest comptent seulement 3,6 hectares contre 34,2 hectares au nord-est et 46,1 hectares au sud-est (BRL, 2010)

## II.2.1.1. Localisation

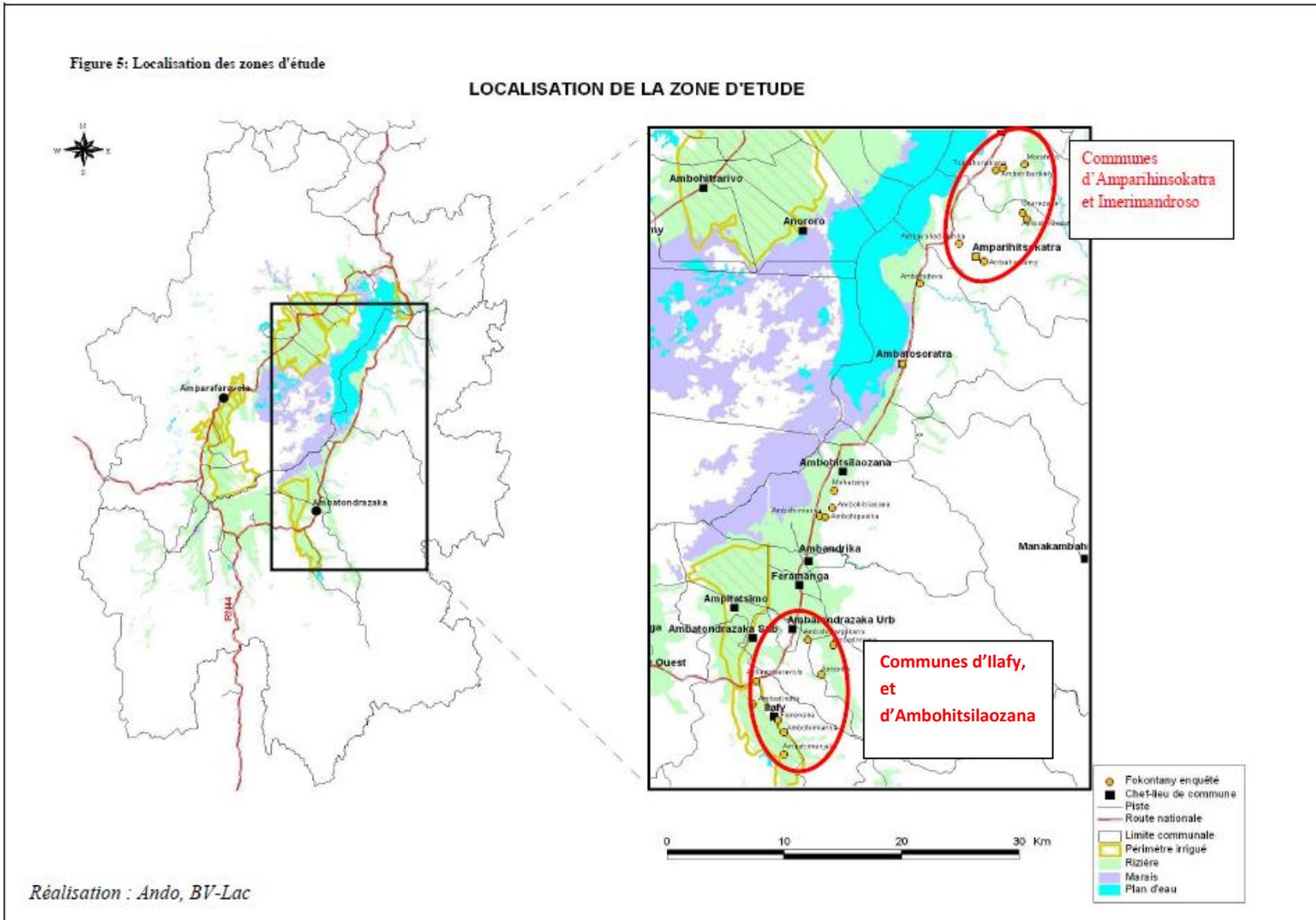


Figure 1 : Localisation des zones d'étude (Fabre, 2010)



Les zones nord est et sud est ont donc été retenues pour l'étude.

Vallée du sud-est	Nord -est
Beaucoup de <i>tanety</i> mais de qualité médiocre, beaucoup de <i>baiboho</i> et RMME. Proche des périmètres irrigués	Beaucoup de <i>tanety</i> généralement de bonne qualité, très peu de <i>baiboho</i> et peu de rizières irriguées mais de vastes surfaces de RMME (classiques et de décrue)
Bonne connexion au marché local	Isolement relatif
Dominance riziculture	Equilibre culture pluviale et irriguée
Diffusion ancienne (2000)	Diffusion plus récente (2003)

### II.2.1. Sélection des zones d'études

L'évaluation technico-économique s'effectue sur une sélection d'exploitations « anciennes en SCV » suivies chaque année depuis leur adoption par les opérateurs ; les fermes du RFR. Ces fermes se situent dans les *fokontany* d'Ambaniala et d'Amparihintsokatra pour la zone nord-est (communes d'Imerimandroso et d'Amparihintsokatra) et Ambohipasika, Ilafy, Mahatsara pour la zone sud-est (communes d'Ilafy, et d'Ambohitsilaozana).

#### II.2.1.1. Description des zones d'étude

(D'après Fabre, 2010)

##### II.2.1.1.1. Les exploitations du nord-est, enclavées entre les *tanety* et le lac Alaotra

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

##### ❖ *Des systèmes de production organisés autour des cultures pluviales*

Les rizières irriguées 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.

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 *baiboho* sont quasiment inexistantes dans la zone. Les systèmes de production sont organisés autour des cultures pluviales. 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 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 (Figure 2), 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.



Figure 2: Photo aérienne du fokontany d'Amparihintsokatra (source : Ando, BV Lac)

Les possibilités de travail extérieur à l'exploitation agricole sont réduites. La proximité du lac Alaotra permet de compléter les revenus agricoles par la vente de poissons. Les plantations d'eucalyptus permettent également de diversifier les revenus grâce à l'exploitation du bois.

❖ *Un terroir de diffusion plus récent que le sud est*

Les techniques SCV sont diffusées (directement avec les couvertures vives) dans les fokontany enquêtés depuis 2003 (à l'exception de quelques parcelles tests).

Malgré la diffusion plus récente du dispositif d'encadrement, les SCV sont bien diffusés dans cette zone.

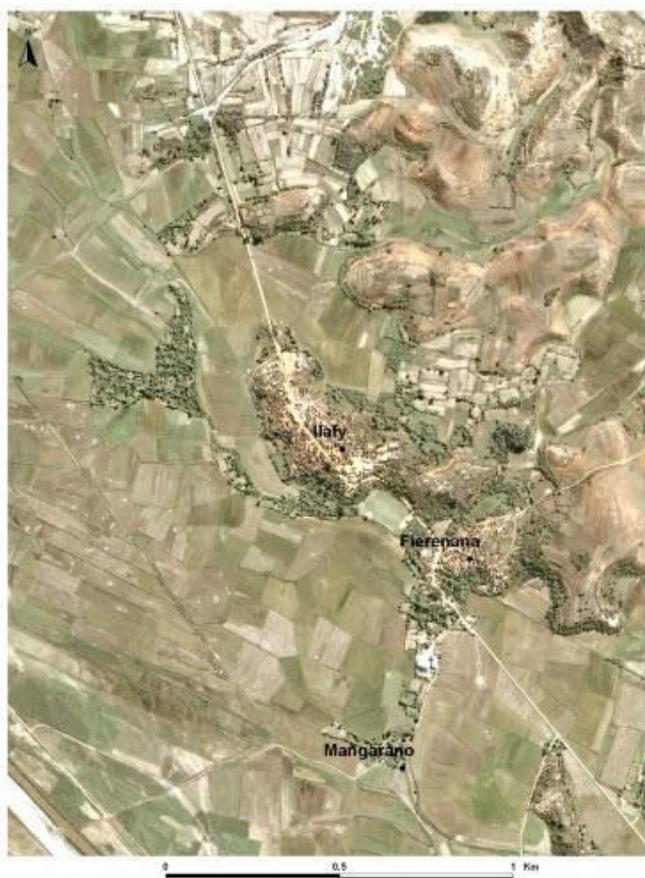
### II.2.1.1.2. Les vallées du sud-est : un paysage de rizières

Les communes d'Ilafy et d'Ambohitsilaozana sont situées dans une vaste plaine rizicole, en rive gauche des périmètres irrigués de la vallée *Marianina* et du Périmètre irrigué PC15 (Figure 3). Le paysage est ouvert et marqué par la riziculture.

❖ *Des exploitations rizicoles bien intégrées aux marchés*

Les rizières sont de nature très diverse allant des rizières à bonne maîtrise d'eau dans les périmètres irrigués aux RMME très représentées. Les *baiboho* sont nombreux et cultivés en saison avec du riz pluvial suivi d'une contre saison de maraîchage. Les *tanety*, peu fertiles sont moins nombreux sur la zone et sont sensibles au processus géologique d'érosion en *lavaka* (Raunet, 1996). Ils sont cultivés de manière extensive (maïs, légumineuses, manioc) ou menés en pâturage extensif (cultures fourragères). L'élevage bovin est bien développé, il est complémentaire des cultures rizicoles. En saison, les zébus sont utilisés pour la mise en place des cultures (labour, mise en boue). En fin de saison et pendant la saison sèche, les zébus paissent dans les rizières. La paille de riz constitue la principale source de fourrage. Le pâturage des zébus dans les rizières est une source importante de fumure.

L'économie de la zone repose donc sur la riziculture et les cultures de contre-saison. La proximité des marchés de la grande ville d'Ambatondrazaka encourage la production maraîchère. La zone est également assez bien desservie par les collecteurs de céréales ou de produits maraichers qui alimentent les marchés d'Antananarivo et Tamatave. La ville d'Ambatondrazaka offre également d'importantes opportunités d'*off-farm* (commerce, transport, services...).



❖ *Un terroir de diffusion plus ancien que le nord-est*

La commune d'Ilafy faisait partie des premiers terroirs « test » des projets de diffusion des SCV (2000). Les systèmes SCV sur couverture morte, l'écobuage, puis les couvertures vives ont été diffusés successivement. La diversité des systèmes diffusés dans ce terroir n'est pas forcément perçue comme un avantage par rapport au terroir nord.

Les deux zones d'étude présentent des contraintes et des opportunités distinctes en terme d'adoption des systèmes SCV. L'encadrement est assuré dans les deux zones par le bureau d'étude BRL.

Figure 3 : photo aérienne de la commune d'Ilafy et du périmètre irrigué de la vallée Marianina (source : Ando, BV-Lac)

### II.3.Méthode d'évaluation technico – économique de base

La méthodologie adoptée dans l'évaluation technico-économique des systèmes SCV est partiellement basée sur la méthodologie Evalinnov (Faure et al. 2009). L'objectif initial était de réaliser une évaluation en *ex-post* basé sur une démarche contrefactuelle. Nous verrons par la suite comment et pour quelles raisons la méthodologie a évolué, vers une analyse prospective.

#### II.3.1. Evaluer l'effet des SCV par rapport à une situation de référence

L'évaluation des effets de l'introduction d'une innovation dans l'exploitation s'effectue par la comparaison d'une situation dite de référence avec la situation actuelle dans laquelle se trouve l'exploitation. La situation de référence ici adoptée et validée par les agriculteurs (Fabre, 2010) est la situation initiale avant l'adoption du système SCV. Les effets des SCV vont donc être mesurés par rapport aux systèmes de cultures que faisaient les exploitations avant d'adopter l'innovation. Quand l'information n'est pas disponible, les voisins adoptants ou non adoptants sont une source d'information précieuse. L'étude se déroulant sur 6 mois, il n'est pas possible d'obtenir un suivi des indicateurs en temps réel. L'évaluation est par contre possible de manière contrefactuelle. Les situations de référence sur le fonctionnement de l'exploitation sont donc reconstruites à partir des dires d'experts (les paysans). Cette reconstruction repose en grande partie sur la mémoire des paysans, qui souvent n'ont pas de cahier de suivi, les bases de données BRL ne renseignant pas les systèmes de cultures non SCV.

La diffusion des SCV par le projet dans les zones d'étude sélectionnées est ancienne (2000 à 2003). L'information reposant sur la mémoire des paysans, il n'est pas possible d'effectuer une comparaison « sans projet » et « avec projet » qui pourtant semble la plus pertinente du fait que l'adoption d'une innovation ne se fait pas dans un environnement statique. La comparaison que l'on va adopter dans cette étude est celle de la situation actuelle « avec projet » avec celle « avant adoption du système SCV ». Il faut donc noter qu'avant d'avoir adopté l'innovation, les paysans peuvent avoir modifié leurs pratiques par observation des voisins (diffusion spontanée de l'innovation).

#### II.3.2. Choix de l'échantillon

L'évaluation se fait sur des exploitations anciennes en SCV, suivies depuis leur adoption ; les fermes du RFR, afin de pouvoir évaluer l'impact économique du changement technique (Penot *et al.* 2004). Parmi ces fermes, ont été choisies celles dont les types sont les plus représentatifs de chaque zone d'étude (à partir de l'analyse des bases de données BVLac). En effet, les fermes du RFR dans la pratique ne sont pas réellement représentatives de chaque zone (Terrier, 2008). Chaque exploitation du RFR sélectionnée a été enquêtée sur la base des itinéraires techniques, situations culturelles et résultats 2011, puis sur les systèmes de cultures non SCV pratiqués avant l'encadrement par le projet. Les informations sur les cultures non SCV pouvant être collectées à partir de ces enquêtes sont partielles. En effet, si la mémoire des paysans permet de retracer les rotations, elle ne suffit pas pour obtenir des renseignements sur les itinéraires techniques et encore moins sur les rendements. Une sélection d'exploitations dans le voisinage de chaque ferme du RFR a donc été réalisée.

Les exploitations ont été sélectionnées à partir de la base de données de BVlac campagne 2009-2010 traitée par tableau croisé dynamique. Le premier critère de choix a donc été la proximité géographique immédiate par rapport à la ferme du RFR concernée. On fait l'hypothèse que sur une même zone géographique restreinte on retrouve une homogénéité des pratiques chez les agriculteurs. Le deuxième critère est la typologie des exploitations. Parmi les exploitations voisines, ont été sélectionnées celle dont la typologie était la même que la ferme du RFR concernée. Le 3<sup>ème</sup> critère est la proportion de surface SCV sur les *tanety* et les *baiboho*. Ont été sélectionnées les exploitations ayant la plus faible surface SCV sur ces deux types de sol. Les exploitations enquêtées peuvent donc être adoptantes ou non.

### II.3.3. Contenu et déroulement des enquêtes

L'enquête est semi-directive, elle est divisée en 3 grandes parties (cf. Annexe 2). La première partie porte sur les caractéristiques générales de l'exploitation : nom de l'exploitant, nom du village, statut d'encadrement, nom de l'opérateur, zone, parcellaire (nombre de parcelles par type de sol, surfaces, et type de tenure), autosuffisance en riz, nombre de zébus, cochons, et revenu *off-farm*. La deuxième partie porte sur les rotations par parcelle. Sont renseignés par année et par parcelle les systèmes de cultures (saison et contre saison), les variétés, la production totale, la production autoconsommée, le prix de vente. On ne s'intéresse qu'aux *baiboho* et *tanety* ; on renseigne également le type de *tanety* (plateau, pente ou bas de pente) et de *baiboho* (sableux ou fertile) à dire d'expert. Lors de l'entretien on cherche à savoir quelles sont les raisons qui poussent l'agriculteur à opter pour une rotation ou une succession culturale. On note également les variétés, production, production auto consommée, prix de vente, quantités de semences et techniques de culture pour les rizières. Pour les fermes du RFR cette partie s'attache à retracer les informations seulement sur 2 ans (donc ici les campagnes 2009/2010 et 2010/2011), pour faire le lien entre l'année actuelle et l'année dernière. Ces fermes sont suivies tous les ans, donc les informations sont déjà disponibles. Pour les fermes sélectionnées, on essaie de recueillir l'information tant que la mémoire de l'agriculteur le permet, généralement jusqu'à la campagne 2005/2006. La troisième partie porte sur les ITK standard des cultures non SCV seulement dans le cas des fermes sélectionnées et de toutes les cultures SCV ou non SCV pour les fermes du RFR. On ne s'intéresse ici qu'aux *tanety* et *baiboho* de la campagne 2010/2011. Les itinéraires techniques nécessitent les informations suivantes : opération culturale, date, type d'intrant, quantité utilisée, coût, main d'œuvre familiale et salariée, coût de la main d'œuvre.

La démarche d'enquête est la suivante : i) l'échantillon d'exploitations à enquêter est fourni au technicien responsable de la zone qui prend les rendez-vous avec les exploitants. Les agriculteurs des zones d'étude sélectionnées sont habitués à recevoir chaque année des stagiaires mais il est préférable de passer par le technicien. ii) Il est coutume de se présenter au chef du *fokontany* avant toute intervention dans un village. iii) Chaque enquête se déroule avec l'aide d'un traducteur et dure entre une heure et demi et deux heures maximum.

Au total 37 enquêtes ont été effectuées sur les deux zones nord est et sud est. Les données recueillies lors des enquêtes permettent de constituer une base de données Excel.

#### II.3.4. Création d'itinéraires techniques standardisés et de rotations non SCV types en fonction du niveau d'adoption des techniques SCV : analyse technique

Dans un premier temps, l'étude de la base de données a pour but de mettre en lumière les différents niveaux d'adoption des techniques SCV chez les paysans enquêtés. Ces différents niveaux d'adoption sont basés sur les indicateurs suivants :

- reconstitution des assolements et rotations
- itinéraires techniques des systèmes de culture

On fait l'hypothèse qu'il existe 4 niveaux d'adoption des techniques SCV dans les zones étudiées :

- niveau 0 : système de culture traditionnel ; aujourd'hui supposé très peu présent en milieu paysan. Les systèmes de cultures actuels intègrent une partie des introductions techniques depuis les années 1930
- niveau 1 : système de culture conventionnel ; ce système est supposé très répandu chez les paysans enquêtés. Il correspond aux innovations amenées durant la colonisation et après l'indépendance
- niveau 2 : système de culture innovant ; il est le résultat d'une diffusion spontanée partielle des techniques vulgarisées par le projet BVLac et par les projets antérieurs. Ce système est difficile à distinguer des niveaux 1 et 3. Il est probable qu'il puisse être retrouvé chez certains exploitants du RFR.
- niveau 3 : système de culture SCV ; les techniques vulgarisées sont adoptées et appliquées totalement ou quasiment ; on suppose que ces systèmes sont ceux retrouvés chez les exploitants du RFR et chez certains paysans encadrés et motivés.

Ces différents niveaux de l'adoption seront chiffrés sur la base de l'échantillon d'exploitations enquêtées et décrits précisément selon les indicateurs énoncés précédemment. Ils seront définis pour chaque grande zone d'étude : nord-est et sud-est, l'échantillon enquêté n'étant pas assez grand pour permettre une analyse fine à l'échelle du *fokontany*. De plus, il est peu probable que les pratiques soient réellement très différentes à cette échelle.

Pour les trois premiers niveaux d'adoption des techniques SCV (niveau 0, niveau 1 et niveau 2) seront déterminés :

- des itinéraires techniques culturaux standardisés (ITK standard) par année
- des rendements moyens pour chaque culture par année
- des rotations ou successions culturales standards

Les ITK standards sont créés à partir des calculs de moyenne des besoins en travail mensuel pour chaque système de culture et de quantité d'intrants (semences, phytosanitaires, engrais minéraux et organiques). L'analyse s'effectue par tableaux croisés dynamiques sur la base de données. Pour les systèmes SCV chaque année les opérateurs déterminent des ITK standards, rotations standards

et rendements moyens pour chaque système de culture. Ces informations sont déjà renseignées dans le logiciel Olympe.

### II.3.5. Modélisation de l'échantillon RFR sous Olympe

La modélisation des exploitations du RFR sélectionnées se réalise avec le logiciel Olympe, sous forme de différents scénarios basés sur les niveaux d'adoption des techniques SCV. Il s'agit d'adopter une démarche contrefactuelle ; on reconstruit la situation de référence de l'exploitation c'est-à-dire comme si elle n'avait pas adopté les SCV. Cette situation de référence sera ensuite comparée économiquement à la situation actuelle de l'exploitation. La modélisation s'effectue sur une durée à moyen terme de 10 ans. Elle est réalisée en années réelles (l'effet climatique sur les rendements est donc pris en compte). Le niveau d'adoption des techniques SCV actuel de chaque exploitation du RFR n'est pas forcément le même (niveau 2 ou 3). On choisit de modéliser pour toutes les exploitations, tous les scénarios. Sauf dans le cas où une exploitation du RFR a un niveau d'adoption des techniques SCV actuel en SCV partiel (scénario 2) on ne modélise pas le scénario 3 (systèmes de culture SCV), car cela revient à adopter une démarche prospective.

Il faut déterminer dans un premier temps le niveau actuel d'adoption des techniques SCV de chaque exploitation du RFR ; il constitue le scénario actuel. Pour chaque ferme il y aura au total 3 à 4 scénarios différents. Ces scénarios ne sont modifiés uniquement qu'au niveau des systèmes de cultures sur *tanety* et *baiboho* (rotations, ITK std, rendements). Les rizières irriguées, ou à mauvaise maîtrise de l'eau restent inchangées, tout comme les autres paramètres de l'exploitation (nombre d'animaux, nombre de personnes à nourrir dans la famille, *off-farm*...). La modélisation avec le logiciel Olympe permet la comparaison : i) du résultat de l'exploitation pour évaluer la performance du système de production et ii) du solde et solde cumulé afin d'évaluer les changements au niveau du système d'activité à moyen terme.

### II.3.6. Analyse économique des performances des systèmes SCV et limites des modèles

L'évaluation des performances des systèmes SCV s'effectue d'une part à l'échelle de la parcelle ; on évalue alors les performances économiques pures des différents systèmes de production. D'autre part, l'évaluation porte sur l'effet « encadrement » par le projet en évaluant économiquement le système d'activité à l'échelle de l'exploitation. Le système d'activités est constitué par un ménage (ayant des activités extra agricoles éventuelles) et une exploitation agricole. L'effet encadrement correspond aux conseils techniques globaux que fournissent les opérateurs aux paysans. Hormis la diffusion des techniques SCV, les techniciens prodiguent également des conseils aux paysans sur leurs rizières (repiquage de plants plus jeunes, semis en ligne), sur les nouvelles variétés (en fonction du type de sol) etc. Cet effet encadrement nécessite d'être évalué ; certains paysans ne pratiquent par exemple qu'une très faible surface de SCV uniquement dans le but de maintenir un lien avec le projet. Il est donc intéressant de quantifier économiquement si l'encadrement apporte un plus sur le revenu global de l'exploitation.

L'analyse au niveau de la parcelle repose sur les indicateurs économiques (cf. Annexe 3) suivants (Faure *et al.* 2009):

- La marge brute pour mesurer la productivité des systèmes
- La valorisation de la journée de travail pour mesurer la productivité du travail
- Le retour sur investissement et le ratio d'intensification pour évaluer le niveau d'intensification du système et donc le degré de risque

L'analyse au niveau de l'exploitation repose sur deux indicateurs économiques (Faure *et al.* 2009) suivants :

- Revenu net agricole (calculé, avant autoconsommation)
- Revenu agricole réel (non calculé, après autoconsommation : à créer avec un indicateur dans Olympe)
- Revenu total (après autoconsommation et avec *off-farm*)
- Solde de trésorerie ( $\Leftrightarrow$  capacité théorique d'investissement) après autoconsommation et dépenses familiales

L'évaluation économique des performances des systèmes innovants repose sur des modèles construits à partir d'informations à dire d'experts ; les agriculteurs. La démarche contrefactuelle amène à obtenir des informations plus ou moins exactes non vérifiables. L'analyse économique fournit donc des résultats avec une marge d'erreur que l'on ne peut pas quantifier.

## II.4. Résultats intermédiaires

### II.4.1. Les données réellement disponibles en systèmes non SCV

#### II.4.1.1. Les bases de données parcelles des opérateurs

Les bases de données (BRL) des campagnes 2006-2007, 2007-2008 et 2008-2009 sont disponibles. Pour la campagne 2009-2010 la base de données est moins complète. Elle n'est pas utilisable. La base de données 2010-2011 n'est pas encore disponible.

#### II.4.1.2. La base de données du RFR

La plupart des informations disponibles dans le RFR (modélisées avec le logiciel Olympe) ne sont pas mises à jour ni vérifiées. De nombreux itinéraires techniques sont erronés ou incomplets (niveau d'intrants incohérent, rendements surestimés, calendrier de travail incomplet...). D'autres sont manquants. Les itinéraires techniques standards élaborés par BRL n'ont été construits et entrés dans la base de données d'Olympe uniquement pour les années 2007-2008 et 2008-2009, mais pour cette année-là le nombre d'échantillons est faible. Les assolements des exploitants sont souvent incohérents sur les différentes années. Les itinéraires techniques et rendements modélisés par exploitant sont très souvent simplement étirés d'années en années sans modification.

### II.4.1.3. La qualité des enquêtes

Culturellement, la population malgache a une notion du temps très différente de la vision occidentale. Pour la majorité de la population il est très difficile de se projeter dans le futur mais aussi de se remémorer des actions passées. Les résultats d'enquêtes reposent en quasi-totalité sur la mémoire des exploitants vu l'absence de suivis écrits (la culture malgache est une culture orale). Il a été difficile d'acquérir des données ne serait-ce que sur les successions culturales par parcelle sur plusieurs années. Les données sur les rendements sont peu fiables à partir des années antérieures à 2008. Les itinéraires techniques n'ont pas pu être déterminés pour une autre année que 2011. Globalement les données quantitatives ou qualitatives recueillies auprès des exploitants sont peu fiables en dehors des années 2011 et 2010. En conclusion, au vu des nombreux manques et erreurs dans la base de données du logiciel Olympe et des résultats d'enquêtes il n'est pas possible de modéliser les exploitations du RFR en années réelles. Il est nécessaire d'utiliser des modèles.

### II.4.2. La construction de modèles basés sur la typologie Durand et Nave et le Réseau de Fermes de Référence

Afin d'évaluer l'impact des systèmes SCV sur le revenu des exploitations agricoles il est nécessaire d'utiliser un modèle. On peut alors se demander ; les fermes du RFR sont-elles de bons modèles ? Sont-elles réellement représentatives des exploitations agricoles des zones d'études ? Ces deux questions en soulèvent également une troisième ; connaît-on vraiment les exploitations agricoles des zones d'étude ?

Les enquêtes de terrain ont permis de comparer les informations disponibles dans la base de données exploitation de BEST (campagne 2009-2010) avec la réalité. Des décalages ont été observés entre la base de données exploitation et les enquêtes de terrain. En effet, après enquête, la structure de la plupart des exploitations enquêtées ne reflète pas le type indiqué dans la base de données. On peut alors émettre plusieurs hypothèses : i) La base de données a été mal remplie, ii) Les exploitations ont évolué dans le temps et n'ont pas été remises à jour, iii) Les exploitations ne sont pas représentatives du type ; la typologie est-elle alors réellement représentative de l'ensemble de la population agricole locale du lac Alaotra ? Est-elle suffisamment discriminante ? , iv) La typologie est périmée (date de construction 2007 par Durand et Nave)

#### II.4.2.1. Analyse de la base de données exploitations (BEST et opérateurs)

L'analyse de la typologie des exploitations encadrées au lac Alaotra dans la base de données a permis de constater un très grand nombre d'erreurs. Le type d'exploitation indiqué ne correspond pas à la structure de l'exploitation. Cette dernière elle-même est parfois incohérente. De nombreuses erreurs de saisie ont également été constatées. Il est donc apparu nécessaire de reprendre la base de données et de rétablir les erreurs. Or, il s'est avéré que la typologie construite par Durand et Nave (2007) pour le lac Alaotra (cf. annexe 1) n'est pas suffisamment discriminante dans certains cas. En effet, de nombreuses exploitations ne font partie d'aucun type. Lors de la deuxième phase du projet BV-Lac en 2008 (BV-Lac II) cette typologie avait été reprise et

détaillée plus finement, dans le contexte de l'approche exploitation. La base de données exploitation a donc été réactualisée avec cette nouvelle typologie (Tableau 1).

Tableau 1 : Typologie des exploitations au lac Alaotra revisitée (Durand C. et Nave S., 2007 ; Penot E. et opérateurs, 2008 ; Domas R., 2011)

<i>TYPES</i>	<i>CRITERE 1</i> autosuffisance en riz lié aux types de rizières	<i>CRITERE 2</i> niveau de diversification avec d'autres productions	<i>CRITERE 3</i> type de main d'œuvre et off- farm
<b>A : Grands riziculteurs</b>	<b>Riziculture Irriguée Autosuffisants en riz + vente</b>	<b>Surfaces de <i>tanety</i> supérieures à 4 ha Peu, voire pas cultivées Cultures extensives</b>	<b>MO temporaire &gt; 300 H.j (homme x jour)</b>
A1 : Rizières Irriguées ≥ 6 ha			
A2 : 3 ha ≤ Rizières Irriguées < 6 ha			
A21 : > 4 ha de surfaces exondées plus ou moins cultivées A22 : ≤ 4 ha de surfaces exondées			
<b>B : Riziculteurs aux rendements aléatoires</b>	<b>RI &lt; 3 ha RMME ou RD ≥ 7,5 ha Autosuffisants en riz + vente</b>	<b>Surfaces exondées non irriguées (≥ 2-3 ha) entièrement cultivées de manière plus ou moins intensive dans un objectif de vente</b>	<b>MO temporaire &gt; 200 H.j</b>
B1 RI < 3ha RMME ≥ 7,5ha			
B11 : <i>baiboho</i> (sols exondés riches) et/ou <i>tanety</i> ≥ 1 ha B12 : <i>tanety</i> seulement			
<b>C : Autosuffisants exploitants les <i>tanety</i></b>	<b>1ha ≤ RI &lt; 3ha RMME &lt; 7,5ha Risque moyen Autosuffisants en riz</b>	<b>Sols exondés &lt; 3ha et entièrement cultivés intensivement dans un objectif de vente</b>	<b>MO temporaire ~ 100 H.j Off-farm = services</b>
<b>D : Agriculteurs diversifiant leurs productions</b>	<b>RI &lt; 1ha RMME &lt; 2 Risque important Autosuffisants mais pas forcément tous les ans</b>	<b>Objectifs de vente Présence d'activités d'élevage</b>	<b>MO temporaire ~ 100 H.j</b>
D1 : Ratio rizières ≥ 2			
D11 : <i>baiboho</i> ≥ 1ha D12 : <i>baiboho</i> < 1ha et <i>tanety</i> ≥ 7,5ha D13 : <i>baiboho</i> < 1ha et <i>tanety</i> < 7,5ha			
D2 : Ratio rizières < 2			
D21 : <i>baiboho</i> ≥ 1ha D22 : <i>baiboho</i> < 1ha et <i>tanety</i> ≥ 7,5ha D231 : <i>baiboho</i> < 1ha et 3 ≤ <i>tanety</i> < 7,5ha D232 : <i>baiboho</i> < 1ha et <i>tanety</i> < 3 ha			
<b>E : Agriculteurs non autosuffisants, ouvriers agricoles</b>	<b>Ratio rizières &lt; 2 RI &lt; 0,5, RMME &lt; 2 Risque très important Non autosuffisants</b>	<b>Sols exondés &lt; 1 ha cultivés très intensivement dans un objectif de vente</b>	<b>MO temporaire ~ 0 Activités hors exploitation comme ouvrier agricole</b>
<b>F : Pêcheurs pratiquant l'agriculture</b>	<b>Ratio rizières &lt; 1 RI &lt; 0,5, RMME &lt; 0,5 Non autosuffisants</b>	<b>Sols exondés &lt; 0,5 ha cultivés intensivement pour la vente et l'autoconsommation</b>	<b>MO temporaire ~ 0 Activités hors exploitation : Pêche</b>
<b>G : Pêcheurs sans terre, sans activité agricole. → Susceptibles de devenir type F</b>	<b>Sans terre Non autosuffisant</b>	<b>Sans terre</b>	<b>Ouvriers agricoles : fournissent de la main d'œuvre aux autres types</b>

Une RI produit 3500 kg/ha riz paddy en moyenne par an. La RMME, plus soumise aux aléas de pluviométrie, va produire en moyenne 1750 kg/ha de riz paddy par an. Pour nourrir une famille de 5 personnes il faut en moyenne 3,5 tonnes de riz paddy par an. L'exploitation doit compter 1 ha de RI et 2 ha de RMME pour être autosuffisante. L'équation (ratio rizière)  $2RI + RMME \geq 2$  indique que l'exploitation est autosuffisante en riz. Si  $2RI + RMME < 2$  alors l'exploitation est non autosuffisante. La réactualisation de la base de données permet d'obtenir les proportions réelles de chaque type d'exploitation pour chaque zone d'étude. Les résultats sont présentés dans les graphiques ci-dessous. Les exploitations de type G ne sont pas représentées ; ce sont des agriculteurs sans terres qui par définition n'ont pas d'exploitation agricole.

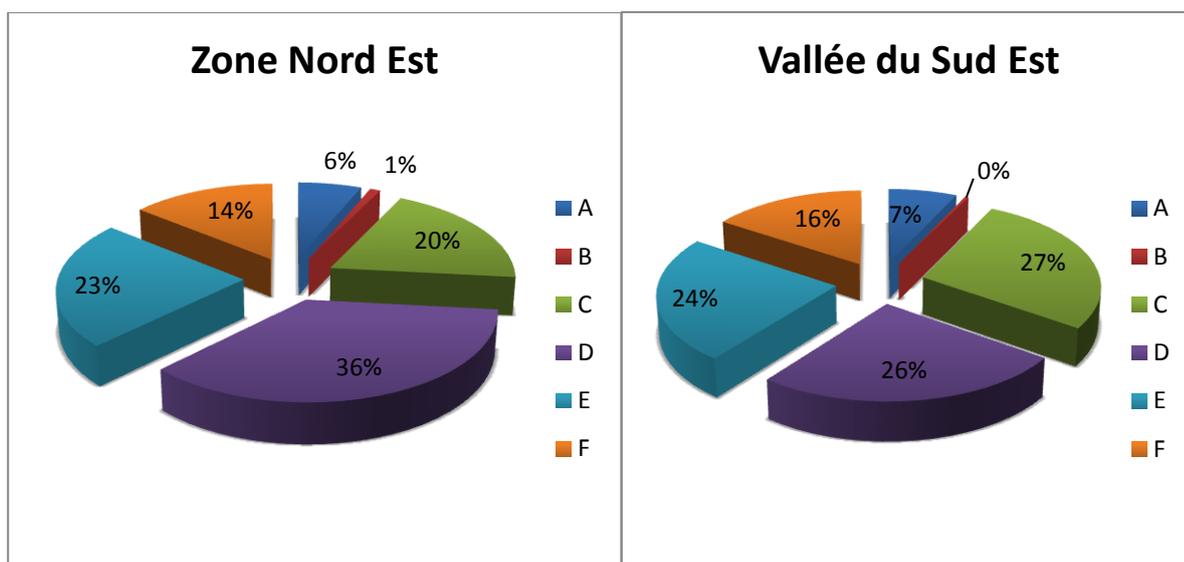


Figure 4 : Répartition des types principaux d'exploitations dans les zones nord-est et sud-est du lac Alaotra

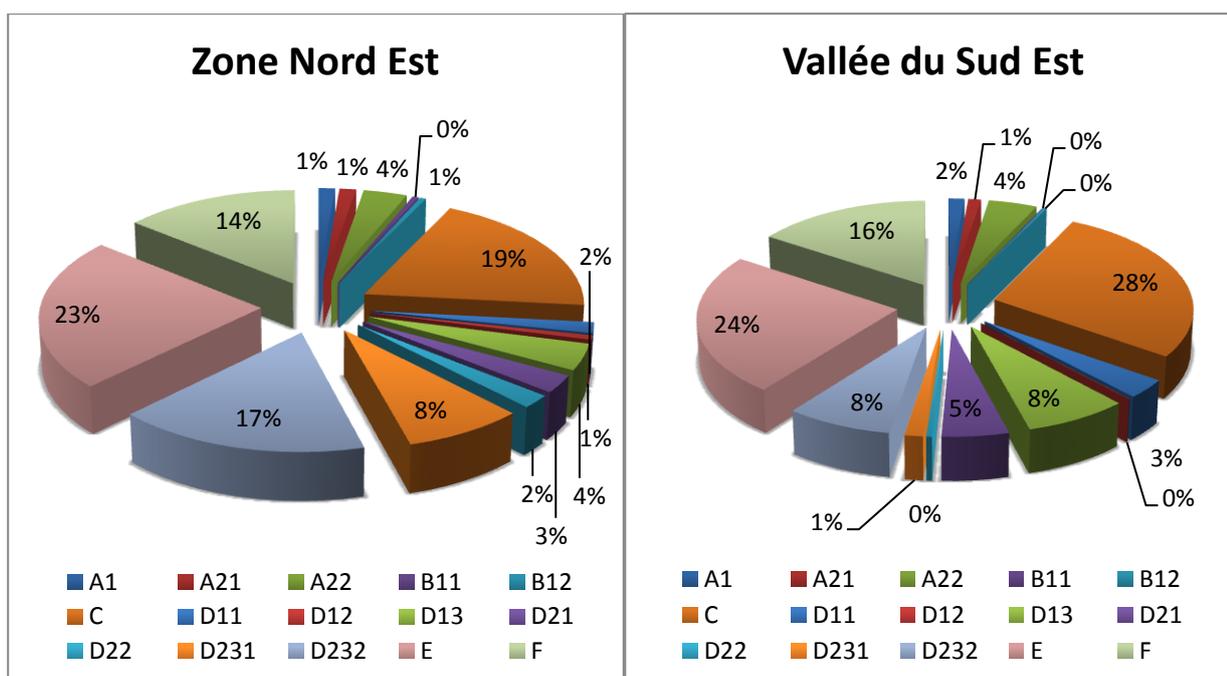


Figure 5 : Répartition des types détaillés d'exploitations dans les zones nord-est et sud-est du lac Alaotra

Dans la zone nord-est les types d'exploitation les plus représentés parmi les exploitations encadrées pour la campagne 2009-2010 sont les types D (36%), E (23%) et C (20%). Dans la vallée du sud-est ce sont les types C (27%), D (26%) et E (24%).

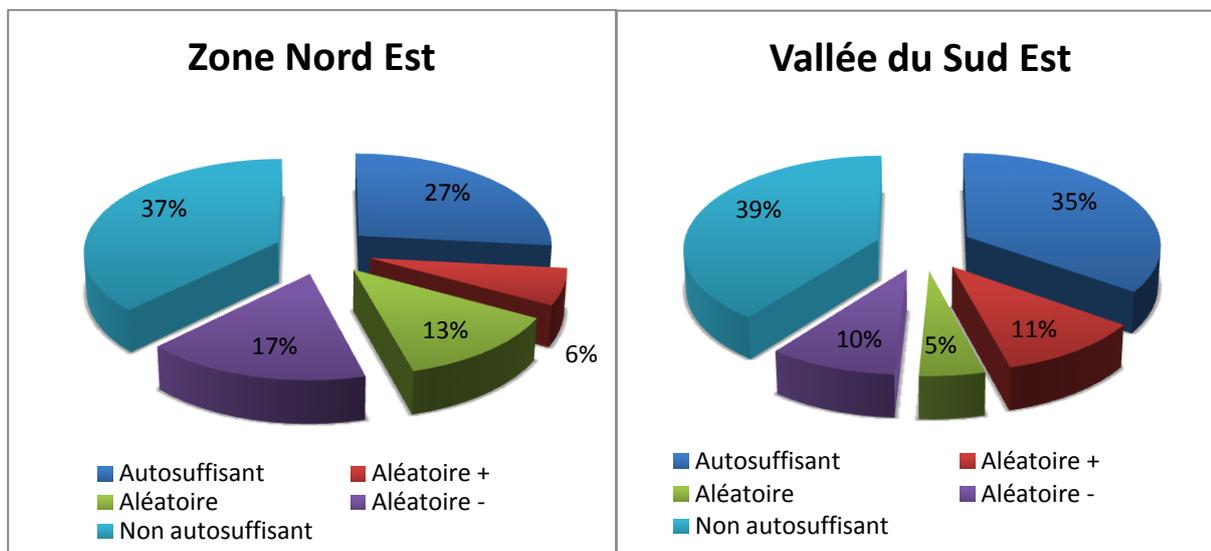


Figure 6 : Répartition des exploitations des zones nord-est et sud-est selon le critère d'autosuffisance en riz

Les types A, B et C sont autosuffisants en riz tous les ans, avec un minimum de 3500 kg de riz paddy par an, soit 27% des exploitations encadrées. Les types D ont une autosuffisance en riz aléatoire. Pour la zone sud-est, les exploitations des types D11, D12, et D13 (aléatoire+) peuvent réduire leur déficit en riz par la culture de riz pluvial sur leurs surfaces exondées plus importantes que pour les types D2. Ces derniers ; D21 (aléatoire), D22, D231, D232 (aléatoire-) ne peuvent pas compenser leur déficit en riz les mauvaises années, ils ne sont pas autosuffisants. Dans la zone nord-est les types D11, D12, D13 (aléatoire+), D21, D22, D231 (aléatoire), ne sont pas autosuffisants les mauvaises années, mais peuvent réduire les risques grâce à des surfaces exondées plus importantes que le type D232 (aléatoire-), qui est rarement autosuffisant. Dans les deux zones les types aléatoire+ ont tendance à être autosuffisants les années où la pluviométrie est suffisante et bien répartie, grâce aux surfaces exondées comprises entre 4 et 8,5 ha. Ils tendent à se rapprocher du type C. Les types aléatoires- ont des surfaces exondées inférieures à 4 ha. Ils sont rarement autosuffisants et tendent vers le type E.

Les exploitations du type E et F ne sont jamais autosuffisantes en riz, ce sont des exploitations avec moins d'un hectare de rizières et moins d'un hectare de surfaces exondées pour le type E et moins de 0,5ha de surfaces exondées pour le type F. Dans la zone nord-est la proportion d'exploitations non autosuffisantes en riz est légèrement plus élevée que dans la zone sud-est. Parmi les exploitations autosuffisantes et aléatoires en riz, 60% environ sont autosuffisantes dans la zone nord-est contre 70% dans la zone sud-est.

En conclusion, la base de données exploitation était d'une part, mal remplie par les opérateurs, et d'autre part la typologie de base de 2007 ne permettait pas de discriminer certains types d'exploitations agricoles. L'échantillon d'enquêtes réalisées en 2007 par Durand et Nave n'était pas équilibré entre les trois zones de diffusion du projet, la majorité de l'échantillon se situe dans

la zone sud est. Ceci a pour conséquence de lisser les différences des exploitations d'une même zone. De plus, les trois zones ont des caractéristiques bien différentes : de grands périmètres irrigués au sud-est, de grandes rizières de décrue dans le nord-est et de vastes plateaux de *tanety* sur la rive ouest. L'analyse des proportions réelles des types d'exploitation permet d'obtenir pour la modélisation, des types détaillés d'exploitation représentatifs des zones d'étude. Les fermes du RFR sont-elles alors toujours représentatives de la typologie revisitée ?

#### II.4.2.2. Les fermes du RFR

La réactualisation des types d'exploitations sur les fermes du RFR a montré que pour quatre fermes sur six, le type indiqué dans la base de données était erroné. Les caractéristiques de trois d'entre elles ont évolué au cours du temps.

Tableau 2 : Les fermes du RFR sélectionnées pour cette étude

<i>Zone</i>	<i>Exploitation du RFR</i>	<i>Type selon la BD</i>	<i>Type réel</i>	<i>Evolution de la structure depuis 2007</i>
<b>Zone NE</b>	Randriamiarintsaina Zakamarosoa	D	<b>C</b>	non
	Rabemanantsoa Edmond	C	<b>C</b>	non
	Heranamanjaka	F	<b>C</b>	oui
<b>Zone SE</b>	Rakotoary Ernest	D	<b>C</b>	oui
	Rakotoarimanana Sylvain	E	<b>E</b>	non
	Randriamahaso Jules	D	<b>B</b>	oui

On note que la majorité des exploitations du RFR a évolué vers un type « supérieur ». La majorité des exploitations du RFR sont des types C. On compte également un B et un E. Toutes les exploitations sauf une sont donc autosuffisantes en riz. Les types les plus représentés sur les deux zones d'étude étant les types D, C et E, les fermes du RFR ne peuvent être que de bons modèles pour le type C. Le type E du réseau n'étant pas un cas intéressant ; l'exploitant ne possède qu'une parcelle en RMME de 0,5 ha et le fonctionnement de son exploitation n'est pas compréhensible à partir des informations données par le paysan. En conclusion les fermes du RFR ne sont pas réellement représentatives des zones d'étude. Cependant, elles peuvent être de bons modèles pour la modélisation de types C. Parmi les types C seront choisies une ferme par zone d'étude ; les plus intéressantes en terme de répartition du parcellaire sur la toposéquence (diversifié).

#### II.5.Méthode d'évaluation technico-économique réadaptée

Au vu des résultats intermédiaires de l'étude, il est nécessaire de réorienter la méthodologie au niveau de la modélisation. Il n'est pas possible de modéliser en années réelles à cause du manque sérieux de données réelles fiables. Il faut donc utiliser des modèles d'exploitations.

### II.5.1. Situation de référence

La situation de référence n'est plus reconstruite à partir des dires d'acteurs, mais sera un modèle basé sur des rotations et itinéraires techniques standards non SCV (construits par toposéquence pour chaque zone).

### II.5.2. Choix du nouvel échantillon

Les exploitations à modéliser sont des fermes du RFR représentatives de chaque zone d'étude et intéressantes en terme de diversité des toposéquences sur la SAU. Il s'agit d'une ferme de type C sélectionnée dans chaque zone. Pour les types à modéliser non présents dans le RFR ; type D et E pour chaque zone, la structure du parcellaire des exploitations du RFR sélectionnées sera modifiée afin qu'elles évoluent vers les types recherchés.

### II.5.3. Construction des fermes types

A partir des fermes du RFR de type C sélectionnées dans chaque zone on construit les fermes de type D et E. Le parcellaire de chaque ferme de type C est conservé. Le premier critère discriminant de la typologie des exploitations du lac Alaotra est l'autosuffisance en riz. Les rizières irriguées sont les principales garanties d'une production en riz stable. Le type D ayant une autosuffisance en riz aléatoire, ne possède pas de rizières irriguées. En revanche il possède des RMME. Quant au type E, il n'est jamais autosuffisant en riz, du fait de ses faibles surfaces en RMME et sols exondés. On conserve les mêmes surfaces exondées pour les trois types. Seule la surface en rizière varie. L'assolement est identique pour les trois types.

### II.5.4. Itinéraires techniques standardisés SCV et non SCV

La méthodologie de détermination des rotations et successions culturales non SCV reste inchangée. A partir des résultats d'enquêtes les rotations et successions culturales types sont déterminées par toposéquence pour chaque zone d'étude par observation des rotations ou successions culturales les plus pratiquées.

Les systèmes SCV modélisés sont ceux diffusés par le projet et ceux définis par Fabre, J. à partir des résultats d'enquêtes en 2010 chez des exploitants encadrés sur les mêmes zones d'étude. Les SCV préconisés et diffusés par les opérateurs sont variés. Les exploitants semblent n'adopter que certains de ces systèmes et les modifient en partie. Modéliser les systèmes réellement adoptés par les paysans permet d'obtenir un modèle plus proche de la réalité du terrain qu'avec les systèmes diffusés. Les standards SCV utilisés pour la modélisation ont été construits par toposéquence, pour chaque zone par BRL pour la campagne 2007-2008. C'est la seule campagne à posséder des standards détaillés pour toutes les cultures. Cependant, dans un souci de rigueur ces standards ne seront pas utilisés tels quels. Une analyse de la base des données brutes pour cette campagne va permettre d'évaluer l'évolution des rendements en fonction de l'ancienneté du système SCV. Cette évolution doit être confirmée par l'analyse de courbes de tendances sur les résultats de BRL (rapport annuel sur les rendements par culture). Les quantités d'engrais sont considérées comme stables pour la modélisation ; depuis 2007 les quantités d'engrais appliquées

par les agriculteurs sont inférieures aux recommandations de BRL (la quantité d'engrais appliquée doit couvrir les exportations). L'évolution des rendements n'est donc pas liée à l'évolution des quantités d'engrais appliquées.

Les itinéraires techniques et les rendements standards non SCV vont être basés non plus à partir de plusieurs campagnes mais d'une seule ; 2007-2008. Les données 2010-2011 recueillies lors des enquêtes sont exploitables mais pas réellement représentatives ; cette campagne est exceptionnelle par sa faible pluviométrie (cf. Annexe 4) ; 649,4 mm d'eau contre 1262,2 mm d'eau en moyenne sur les 4 campagnes précédentes. Les rendements et les temps de sarclages sont alors sous-estimés. Le manque d'eau ayant entraîné une pression moindre des adventices. Par ailleurs, il est plus rigoureux de modéliser et comparer les données standards SCV et non SCV construites sur la même année afin d'éviter tout biais lié au climat. On utilise les standards de l'année 0 en SCV (avec labour) comme standard de culture conventionnelle. Ces standards sont modifiés en fonction de la culture (ex : maïs dolique en année 0 sur labour sera modifié en éliminant toutes les charges et produits liés à la mise en place de la dolique).

L'absence de données réelles fiables ne permet pas de pouvoir analyser l'évolution des rendements en systèmes de culture non SCV ni l'évolution du niveau d'intensification par culture sur plusieurs campagnes. On considère alors les rendements et les itinéraires techniques stables sur 10 ans. Les itinéraires techniques non SCV ont été construits par type, on fait varier les temps de main d'œuvre salariale (MOS) sur les rizières. Selon la typologie Durand et Nave (2007) : les exploitations type C ont recours à environ 100 homme.jour par an de MOS, celles du type D à 20 homme.jour. Les exploitations du type E ne font pas appel à la MOS.

#### II.5.5. Modélisation de l'échantillon RFR sous Olympe

La modélisation s'effectue en conservant la structure du parcellaire de l'exploitation et les cultures sur RMME et RI. Les cultures de riz sur RMME et RI sont modélisées à partir des informations d'enquêtes recueillies et entrées dans la base de données Olympe en 2007. On considère ces systèmes stables sur 10 ans. Les cultures sur *tanety* et *baiboho* sont remplacées par les systèmes types non SCV et SCV (rotations ou successions culturales types, itinéraires techniques types) sous forme de variantes de l'exploitation. Le choix des rotations ou successions culturales types conventionnelles et SCV s'effectue à partir des informations disponibles sur les systèmes cultivés par l'exploitant. Les systèmes types modélisés seront les plus proches de ceux que l'exploitant pratique réellement.

Pour chaque exploitation type on crée une variante SCV avec des ITK standards SCV sur labour pour la première année, suivi d'ITK SCV en année 1 et plus, sans labour pour les années suivantes. Puis une variante non SCV avec des ITK standards non SCV, stables sur dix ans. Les données globales d'exploitation (*off farm*, nombre d'UTH, autoconsommations, dépenses du ménage) restent inchangées entre les types. Le coût des charges (engrais, semences, phytosanitaires, main d'œuvre) et le prix de vente des produits sont constants sur 10 ans. Ces coûts et produits sont ceux de la campagne 2007-2008.

Synthèse : **DEMARCHE METHODOLOGIQUE**



<b>Etapes</b>	Caractérisation des pratiques agricoles au lac Alaotra	Caractérisation des exploitations agricoles du lac Alaotra	Evaluation des performances économiques des systèmes innovants
<b>Sous-étapes</b>	Etude BDD existantes et bibliographie Sélection/description des zones d'études Choix de l'échantillon d'enquêtes Enquêtes => résultats intermédiaires=>modification de la méthodologie	Choix des fermes types Elaboration de rotations et successions culturales types en systèmes non SCV Elaboration d'itinéraires techniques standards SCV et non SCV	Modélisation de fermes types avec le logiciel Olympe
<b>Outils</b>	BDD RFR sous Olympe Rapports de stage et BDD afférentes BDD exploitation Best et opérateurs Résultats d'enquêtes	Résultats d'enquêtes BDD Olympe BDD BRL	Logiciel Olympe ITK standards 2007-2008 BRL
<b>Problématiques</b>	Quels sont changements techniques entraînés par l'adoption d'une technique innovante ? Quels sont les différents niveaux d'adoption des techniques SCV?	Quels sont les systèmes de cultures réellement pratiqués par les exploitations du lac ALaotra ?	Les systèmes de cultures SCV ont-ils des performances économiques différentes de celles des systèmes de cultures non SCV?
<b>Résultats</b>	Typologie de comportement face à l'adoption des techniques culturales en SCV	Construction de modèles	Réponse à la demande ; les systèmes SCV permettent-ils d'augmenter le revenu des agriculteurs du lac Alaotra ?

Du fait de la très faible intensification des systèmes de cultures non SCV, le climat est le principal facteur limitant des rendements. Au vue de l'analyse des données climatiques sur les 5 dernières campagnes, on peut émettre l'hypothèse que les rendements en systèmes non SCV varient sur 10 ans. En revanche, on suppose que les rendements en systèmes SCV évoluent en fonction de l'ancienneté de la parcelle. On fait également l'hypothèse que ces systèmes sont plus résilients face aux aléas climatiques. Ces hypothèses seront traitées sous Olympe au moyen d'aléas.

En conclusion la modélisation d'exploitations standardisées va donc permettre d'évaluer non plus l'impact des SCV sur le revenu réel des exploitations mais sur le revenu théorique de fermes modélisées.

## 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.

BAR, M., (2010). Indicateurs de vulnérabilité, résilience durabilité et viabilité des systèmes d'activité au Lac Alaotra, Madagascar. Mémoire de Master 2ème Année « Analyse de projet » Magistère 3ème Année : « Développement Economique », CERDI, université de Clermont-Ferrand, France, 122p.

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

BRL, 2008. Rapport de campagne agricole de la saison 2007-2008, vallée du sud-est/nord-est. Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra(BV-Lac Alaotra), rapport de campagne, 102p.

BRL, 2009. Rapport final de la campagne de saison 2008-2009, lot 3 : zone des vallées du sud-est.

Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra phase 2 (BV-Lac Alaotra II), rapport de campagne, 118p.

BRL, 2009. Rapport final de la campagne de saison 2008-2009, lot 2 : zone nord-est.

Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra phase 2 (BV-Lac Alaotra II), rapport de campagne, 92p.

BRL, 2010. Rapport final de la campagne de saison 2009-2010, lot 3 : zone des vallées du sud-est.

Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra phase 2 (BV-Lac Alaotra II), rapport de campagne, 118p.

BRL, 2010. Rapport final de la campagne de saison 2009-2010, lot 2 : zone nord-est.

Projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac Alaotra phase 2 (BV-Lac Alaotra II), rapport de campagne, 92p.

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 III<sup>ème</sup> congrès mondial Conservation Agriculture : Linking Production, Livelihoods and Conservation, 3 au 7 octobre 2005, Nairobi, Kenya, 8p.

COTTET, L., (2010). Mise en place de scénarii d'analyse prospective à partir du réseau de fermes de référence du projet BV-Lac. Rapport de stage de césure, AgroParisTech, 182p.

DEVEZE, J.C., (2007). Évolutions des agricultures familiales du Lac Alaotra (Madagascar). Défis agricoles africains, Karthala, Paris.

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

DUGUE P., (2010). Mise en œuvre du projet PAMPA GT3 à Madagascar. Rapport de mission, CIRAD, 3p.

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, Mémoire ESAT 1, IRC, France, Montpellier, 174p.

EQUIPE COORDINATION GT3 PAMPA, DELARUE J., (2010). Evaluation socioéconomique et conditions de diffusion des SCV dans les exploitations agricoles. Compte rendu de l'atelier GT3 RIME PAMPA, CIRAD, 22p.

FABRE, J., (2011). Evaluation technico-économique des effets des systèmes de culture sous couverture végétale dans les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de spécialisation en agronomie tropicale, IRC SupAgro, France, Montpellier, 161p.

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 16 juin 2011.

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. CIRAD, 26p.

FREUD C., (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' view. Field Crop Research, vol. 114, issue 1, Oct. 2009, 23p.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, (2001). Monographie de la région du Moyen-est. Unité de politique pour le développement rural (UPDR), 258p.

NAUDIN K. ; HUSSON O. ; ROLLIN D. ; GUIBERT H. ; CHARPENTIER H. ; ABOU ABBA A. ; NJOYA A. ; OLINA J.P. ; SEGUY L., (2007). Conservation agriculture adapted to specific conditions – No tillage for smallholder farmers in semi-arid areas (Cameroon and Madagascar). CIRAD, 4p.

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 SupAgro, France, Montpellier, 146p.

PENOT, E. ; ATTONATY, J.M. ; LE GRUSSE, PH. ; DEHEUEVELS, O., (2003). Le logiciel Olympe un outil de simulation et de modélisation du fonctionnement de l'exploitation agricole. CIRAD, 18p.

PENOT, E. ; LE BARS, M. ; DEHEUEVELS, O. ; LE GRUSSE, PH. ; ATTONATY, J.M., (2004). Farming systems modeling in tropical agriculture using the software Olympe.

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

PENOT, E., (2008). Olympe un outil d'analyse technico-économique de la parcelle à la région. CIRAD, 71p.

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, CIRAD, 37p.

PENOT E., HUSSON O., RAKOTONDRAMANANA, (2010). Les bases de calculs économiques pour l'évaluation des systèmes SCV. Manuel pratique du semis direct à Madagascar, annexe 2, CIRAD, 27p.

REYNAUD-CLEYET M., (2011). Evaluation de la viabilité de l'intensification par l'utilisation d'engrais minéraux dans les exploitations agricoles du lac Alaotra, Madagascar. Rapport de stage ENSAT, 2<sup>ème</sup> année, 96p.

SEGUY L., (2010). Recommandations et propositions d'action pour le développement et la recherche en appui au GSDM et aux projets BV-Lac et BVPI- SEHP. Rapport de mission à Madagascar du 19 mars au 10 avril 2010, 108p.

SERPANTIE G., (2009). L'agriculture de conservation à la croisée des chemins. Vertigo, revue des sciences et de l'environnement, vol. 9, n. 3, 21p.

TERRIER M., (2008). Mise en place du réseau de fermes de références dans la zone d'intervention du projet BV/Lac, lac Alaotra, Madagascar. Méthodologie, conventions et règles d'utilisation. Mémoire IRC SupAgro, France, Montpellier, 120p.

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.

#### Sites web consultés

Site internet du CIRAD : [cirad.fr](http://cirad.fr), consulté le 20 juin 2011

# ANNEXE 1 : TYPOLOGIE DES EXPLOITATIONS UTILISEES POUR LE RFR

---

(D'après Durand et Nave, 2007)

## I. Définition des types

### **Type A : Grands riziculteurs**

Ces exploitants sont spécialisés dans la riziculture. Ils sont autosuffisants et cultivent de grandes surfaces de rizières irriguées (de 3 à 6 hectares de rizières). Les *tanety* et *baiboho* sont généralement cultivées de manières extensives et sont toujours secondaires par rapport aux rizières. Des ouvriers permanents sont généralement employés dans l'exploitation pour assurer les travaux agricoles. Les exploitations sont mécanisées voire moto-mécanisées.

### **Type B: Riziculteurs à rendements aléatoires**

Ces agriculteurs sont autosuffisants en riz sauf de rares très mauvaises années (rendements = 0 sur les RMME). Les rizières sont principalement des RMME. Pour faire face à ce risque et sécuriser les revenus, ils cultivent les *tanety* et *baiboho* pour la vente avec intensification et diversification. Ce revenu complémentaire permet de compenser les risques sur les RMME. Les exploitations sont mécanisées ou moto-mécanisées.

### **Type C : Autosuffisants exploitant les *tanety***

Ils sont autosuffisants en riz mais ne dégagent aucun surplus pour la vente. Ils ont de 1 à 3 ha de rizières de type RI ou RMME. Pour dégager un revenu supplémentaire, ils cultivent moins de 3 ha de *tanety* et *baiboho* mais de façon très intensive et en vendent les productions. Certains développent également des activités de petit élevage, ou bien une activité extra agricole (off-farm) pour diversifier leurs types de revenus. Les exploitations sont mécanisées ou moto-mécanisées.

### **Type D : Agriculteurs diversifiant leurs productions**

Ils ne sont pas autosuffisants en riz chaque année, car leurs rizières sont uniquement de type RMME et ils n'ont pas plus de 1,5ha. Ils recherchent donc une sécurisation de leurs revenus en exploitant les *tanety* et *baiboho* qu'ils possèdent. Lorsqu'ils ont au moins 2ha, ils les cultivent en fruits ou manioc... mais lorsqu'ils ont moins d'1 ha, ils développent des activités extra agricoles (off-farm) en plus. Ils ont souvent une activité d'élevage (zébus, porcs, volailles) ce qui leurs confèrent une bonne intégration agriculture élevage sur leurs terrains. L'agriculture est mécanisée ou moto-mécanisée.

### **Type E : Non autosuffisants et ouvriers agricoles**

Ces agriculteurs ne sont jamais autosuffisants en riz, car ils ont très peu de surface en rizières de type RI ou RMME (moins de 0,5ha). Ils cultivent alors de façon très intensive, le seul hectare de *tanety* et *baiboho* qu'ils possèdent, ce qui constitue leur principale source de revenu. Ce revenu ne couvrant pas les besoins familiaux, ils vendent leur force de travail auprès d'autres exploitations agricoles. Les exploitations sont rarement mécanisées.

### Type F : Pêcheurs ayant une activité agricole

Ils ne sont pas autosuffisants en riz car ils n'ont qu'1ha de rizière type RMME. Ils ont moins de 0,5ha de *tanety* et *baiboho* qu'ils cultivent en totalité (riz, légumes, tomates...) souvent dans une optique de vente. Mais surtout, ils profitent de leur position proche du lac (au nord-est de la zone) pour pêcher et en tirer un revenu conséquent. Les exploitations sont rarement mécanisées.

### Type G : Pêcheurs sans terre sans activité agricole

Ce sont des pêcheurs à plein temps et la vente du poisson est leur seule source de revenu. Ils ne possèdent et ne travaillent aucune terre pour eux-mêmes, ils ne sont donc pas autosuffisants en riz. Toutefois, ils vendent leur force de travail en tant qu'ouvrier agricole, notamment pendant l'interdiction de pêche. Ce type n'est pas constitué d'agriculteurs mais de pêcheurs qui fournissent de la main d'œuvre agricole et interagissent donc avec les autres types.

## II. Principaux critères déterminants

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

Source : Stefanie Nave et Claire Durand, 2007.

## ANNEXE 3 : CONVENTIONS DE MODELISATION ET DEFINITIONS DES TERMES ECONOMIQUES

---

Le vocabulaire utilisé ci-après est celui du logiciel Olympe. Olympe est basé sur une approche budgétaire et fonctionne en **trésorerie réelle**.

### I) CONVENTIONS DE MODELISATION AVEC OLYMPE

D'après Terrier *et al.*, (2008), Cauvy *et al.*, (2009)

- **Marge** : toutes les marges calculées sont des marges brutes. Sinon, on précise marge nette.
- **Autoconsommation** : par convention l'autoconsommation est modélisée comme si l'agriculteur vendait et puis rachetait sa production. Le calcul correspondant est : quantité autoconsommée \* prix auquel le produit aurait été vendu (s'il n'avait pas été autoconsommé). Ce montant entre dans les dépenses de la famille. Pour le riz, le prix varie au cours de l'année. Une moyenne pondérée à la quantité vendue selon la période est effectuée.
- **Off-farm** : c'est l'argent gagné par la famille grâce au travail extérieur (salarié agricole, transport, épicerie...). Il rentrera dans Recettes de la famille.
- **La main d'œuvre extérieure temporaire** est considérée comme une charge opérationnelle.

### II) DÉFINITIONS DES FORMULES DE CALCULS

D'après Penot *et al.* (2010). Tous les calculs sont ramené à l'hectare sous Olympe.

- **Produit brut** = production parcelle \* prix unitaire de vente. C'est la valeur de la production brute agricole estimée au prix du marché, prix sortie ferme. Le produit brut à l'hectare correspond donc au rendement (moins les pertes post-récolte).
- **Charges opérationnelles (consommations intermédiaires)**: charges qui disparaissent dans l'acte de production. Elles reposent en particulier sur les éléments suivants : semences, engrais, produits phytosanitaires, location de la terre (fermage) charges salariales temporaires affectées à une culture. Pour le métayage, il n'y a pas de coûts dans les charges opérationnelles ; ils sont directement retirés à la base dans le calcul du produit brut (production de la parcelle – ½ (généralement)).
- **Charges de structure (charges fixes)** : charges qui ne disparaissent dans l'acte de production ; location de bâtiment, matériel, personnel permanent ect.
- **Marge brute (Ar/an/ha) = revenu agricole réel** = produit brut + subventions – charges opérationnelles. Les subventions n'existant pas à Madagascar la **marge brute = valeur ajoutée brute (VAB)**.

- **Marge brute totale** de l'exploitation ( $Ar/an$ ) =  $\Sigma$  marges brutes
- **Marge nette** ( $Ar/an$ ) = **revenu agricole net = résultat** = marge brute totale – charges structures – frais financiers. Elle est calculée au niveau de l'exploitation, elle représente donc le revenu net agricole avant les dépenses du foyer. **La marge nette = valeur ajoutée nette (VAN)** à Madagascar (VAN = marge nette – subventions).
- **Revenu net total (RNT)** ( $Ar/an$ ) = marge nette + revenus off-farm

Les marges brute et nette représentent le revenu agricole avant autoconsommation. Elles permettent de comparer les exploitations entre elles. Cependant, cela ne reflète pas le revenu réel contrairement au solde de trésorerie

- **Solde de trésorerie** ( $Ar/an$ ) = RNT –  $\Sigma$  dépenses familles (dont autoconsommation)

Le solde de trésorerie se calcule au niveau de l'exploitation, il permet de mesurer le capital réellement disponible en fin d'année. On peut le considérer comme la capacité théorique d'investissement. Le solde de trésorerie cumulé sur 10 ans permet de voir si l'exploitation est dans une phase de capitalisation ou stabilisation relative, ou si elle s'appauvrit.

- **Productivité du travail** ( $kg/heure$ ) = production/ nombre de jours de travail. Elle permet de comparer la productivité de systèmes de cultures identiques (riz irrigué avec riz pluvial par exemple) sur plusieurs années sans le biais lié aux variations des prix. Elle ne permet pas de comparer des systèmes de cultures ayant des produits différents, et ne peut pas être calculée pour des associations de cultures.
- **Valorisation de la journée de travail (VJT)** ( $Ar/heure$ ): marge (brute ou nette) / temps de travail familial. Cette définition est réellement représentative de la valorisation de la journée de travail familiale. La valorisation brute de la journée de travail permet de comparer les différents systèmes tandis que la valorisation nette permet d'évaluer l'efficacité économique des systèmes de production. Toutefois, la VJT ne permet pas de comparer des systèmes d'une année sur l'autre quand les prix fluctuent.
- **Ratio d'intensification** (%) = charges opérationnelles/marge brute. Il permet d'évaluer le risque pris pour conduire un système. Un ratio supérieur à 50% est dangereux. Il est souvent de l'ordre de 30% pour les systèmes SCV diffusés.
- **Retour sur investissement** (%) = marge nette/ charges opérationnelles. Permet d'évaluer l'intérêt de prendre un risque pour conduire un système.

## ANNEXE 4 : CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES DU LAC ALAOTRA

### 1. Un climat erratique

D'après Durand, C., & Nave, S., (2007)

La région du lac Alaotra est marquée par un climat tropical humide d'altitude (température moyenne annuelle > à 20°C), avec deux saisons nettement contrastées.

**L'hiver austral** (saison sèche), d'avril à octobre, est frais et sec (température moyenne de 17°C). Il se caractérise par un fort déficit hydrique et des jours courts, empêchant toute double culture de riz. Dans certaines zones la culture de contre saison est permise par une alimentation en eau par remontée de la nappe. Les minima moyen et absolu sont respectivement au-dessous de 15°C et 5°C de mai à octobre. La période hivernale (juillet et août) est marquée par une nébulosité et des crachins fréquents ; les mois suivants (jusqu'en novembre), la région entre dans la période d'insolation minimum.

**L'été austral** (saison des pluies) de novembre à mars, est chaud et humide (température moyenne de 24°C) et enregistre 80% des précipitations annuelles. C'est la principale saison de culture. Dans cette période, les maxima moyen et absolu s'approchent respectivement de 30°C et 35°C et l'insolation maximum intervient entre janvier et juin. L'hiver austral se caractérise par de fortes variations pluviométriques interannuelles en termes de quantité, de répartition et de durée de la saison (dates d'arrivée et de fin des pluies variables). Cette variabilité interannuelle entraîne une alternance de campagnes très sèches et très arrosées. On note également une variabilité spatiale des précipitations. La zone étant soumise au vent de l'alizé, les masses d'air océaniques en provenance de l'est, après un assèchement et un réchauffement, s'humidifient à nouveau au-dessus de la plaine lacustre. Globalement la zone ouest du lac est donc plus arrosée que la rive est (Teyssier, 1994).

Le climat irrégulier constitue le premier facteur de risque pour les paysans du lac Alaotra.

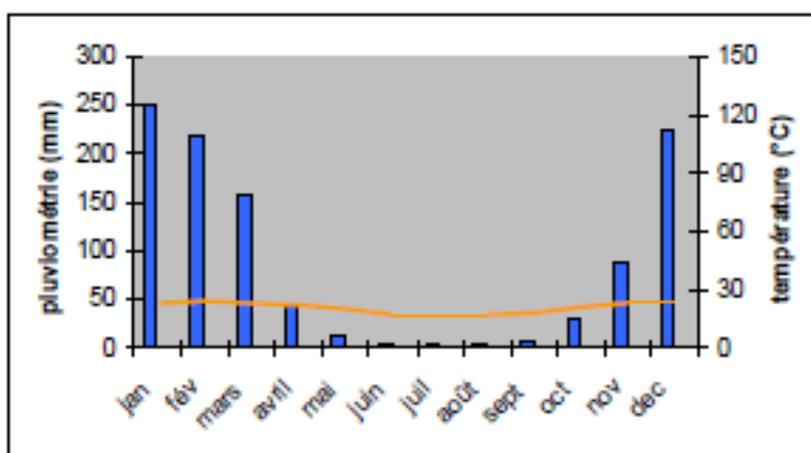


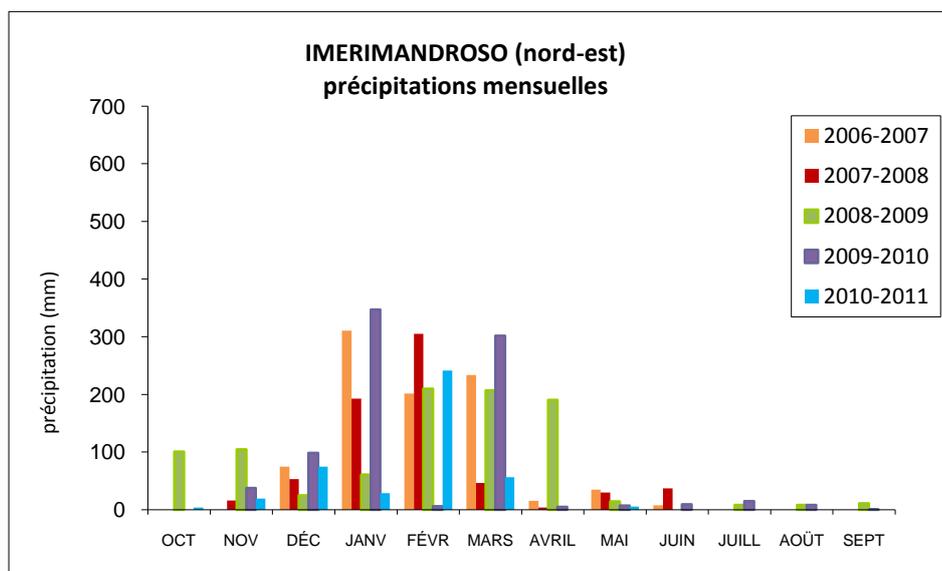
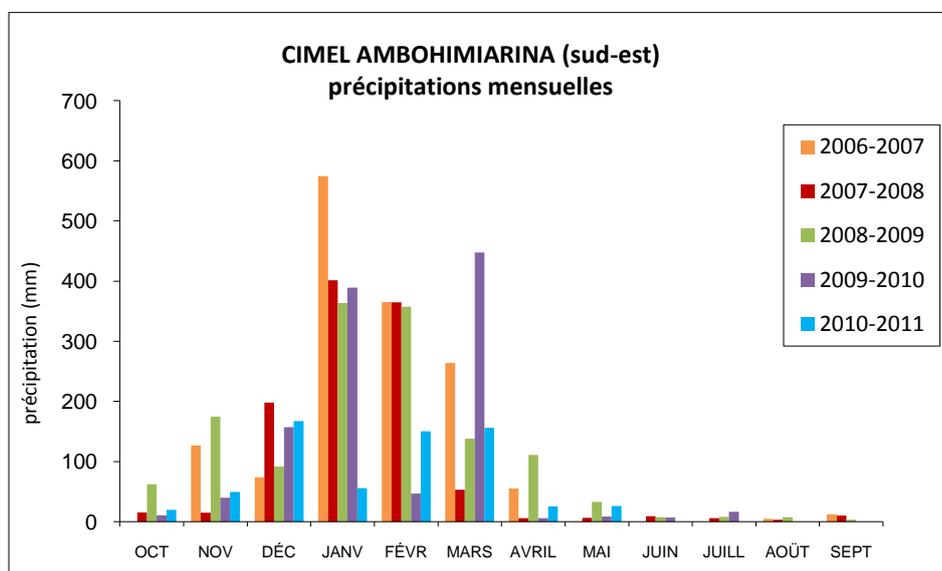
Diagramme ombrothermique (Station d'Ambatondrazaka, période 1962-2005)

## 2. Caractéristiques des campagnes 2005-2006 à 2010-2011

Les campagnes 2007-2008 et 2009-2010 se caractérisent par une saison des pluies courte ; arrivée des pluies tardive et arrêt des pluies en mars. Pour la campagne 2009-2010, on note un déficit de précipitations au mois de février et une abondance en mars (ouragan). Les précipitations cumulées sont légèrement inférieures à la normale de ces cinq dernières années (1139 mm pour le sud-est).

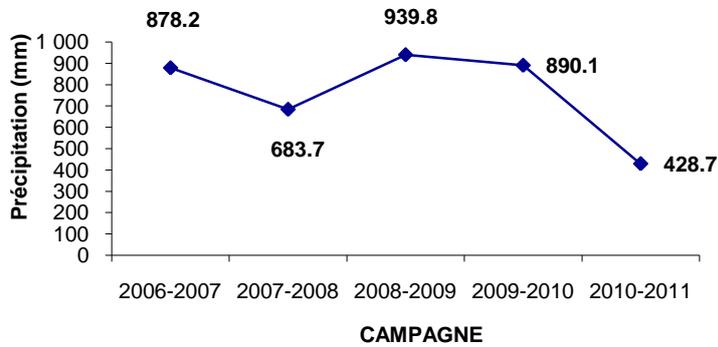
Les campagnes 2006-2007 et 2008-2009 sont caractérisées par une saison des pluies normale (novembre à avril), et des précipitations normales et bien réparties. La campagne 2010 -2011 est caractérisée par une saison des pluies normale mais avec des précipitations très faibles (43 % de moins dans la zone sud-est et 44 % de moins dans la zone nord-est).

Les précipitations dans la vallée du sud-est sont supérieures de 33% en moyenne par rapport à la zone nord-est.

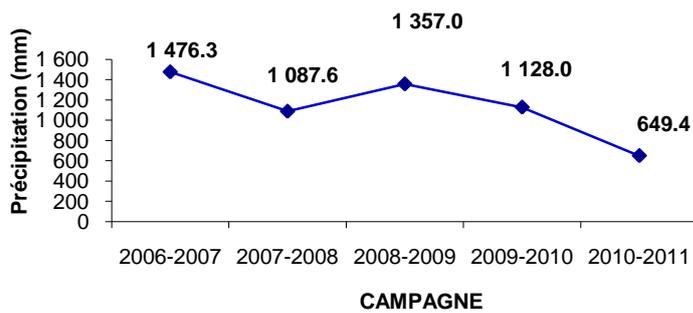


Précipitations mensuelles cumulées pour les zones sud-est et nord-est

### IMERIMANDROSO PLUVIOMETRIE ANNUELLE



### CIMEL (AMBOHIMIARINA) PLUVIOMETRIE ANNUELLE



Précipitations annuelles cumulées pour les campagnes 2006-2007 à 2010-2011, zones sud-est et nord-est

En conclusion, la campagne 2006-2007 est considérée comme une bonne année d'un point de vue agronomique. Les campagnes 2007-2008 et 2009-2010 sont des années moyennes. La campagne 2008-2009 est une très bonne année. Enfin, la campagne 2010-2011 est une très mauvaise année.