

<b>Université Paris XII</b>
Val-de-Marne
Faculté des Sciences et Technologies



<b>CIRAD Madagascar</b>
Projet de mise en œuvre et de protection des Bassins versants du Lac Alaotra (BVLac) Ambatondrazaka
Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche



## DESS

### GESTION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EN ZONE TROPICALE

#### LES TECHNIQUES RIZICOLES AU LAC ALAOTRA A MADAGASCAR :

**Analyses et propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture sous couvert végétal hors périmètre irrigué.**



Par  
**Hélène DEMERINGO**  
 Promotion 15  
 Année 2004-2005

**Maître de stage :** Monsieur Philippe GRANDJEAN, Agronome, directeur de cellule BVLac.

**Superviseur :** Monsieur Daniel LAFFRAY, Professeur d'écologie, Paris XII.

**Directeur du DESS :** Professeur Evelyne GARNIER-ZARLI, Doyen de la Faculté des Sciences et Technologies.

<b>Université Paris XII</b>
Val-de-Marne
Faculté des Sciences et Technologies



<b>CIRAD Madagascar</b>
Projet de mise en œuvre et de protection des Bassins versants du Lac Alaotra (BVLac) Ambatondrazaka
Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche



## DESS

### GESTION DES SYSTEMES AGRO-SYLVO-PASTORAUX EN ZONE TROPICALE

#### LES TECHNIQUES RIZICOLES AU LAC ALAOTRA A MADAGASCAR :

**Analyses et propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture  
sous couvert végétal hors périmètre irrigué.**



Par  
**Hélène DEMERINGO**  
Promotion 15  
Année 2004-2005

**Maître de stage :** Monsieur Philippe GRANDJEAN, Agronome, directeur de cellule BVLac.

**Superviseur :** Monsieur Daniel LAFFRAY, Professeur d'écologie, Paris XII.

**Directeur du DESS :** Professeur Evelyne GARNIER-ZARLI, Doyen de la Faculté des Sciences et Technologies.

## ***REMERCIEMENTS***

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à Monsieur Philippe GRANDJEAN, pour m'avoir accueillie au sein du projet BVLac à Ambatondrazaka.

Merci également à tous les membres de l'équipe du projet pour leur aide et leur sympathie.

Un remerciement particulier à mes compagnons de travail, Rindra Anna RAMIARAMANANA et Tojoharivelo RAKOTOMALALA, pour les suggestions apportées pour l'élaboration des questionnaires ainsi que pour la qualité de leurs traductions au cours des enquêtes.

Je tiens à remercier Monsieur Patrick VALLOIS et Madame Haja RAZANAKOTO pour leur aide au cours du stage et pour les bons moments passés dans les rizières avec eux, et Madame Marie-Hélène DABAT ainsi que Monsieur Stéphane CHABIERSKI pour leurs conseils dans la rédaction de mon travail.

Je remercie également tous les agriculteurs du PC15 et de la vallée Marianina qui nous ont accueillis et qui ont accepté de participer à nos enquêtes.

Enfin, un grand merci aussi à tous ceux avec qui j'ai pu partager quelques moments de vie à la case de passage d'Ambatondrazaka.

## ***LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SIGLES***

### **Sigles :**

- . AFD : Agence Française de Développement
- . ANAE : Association Nationale d'Actions Environnementales
- . BRL : Bureau d'étude : Société d'Aménagement du Bas-Rhone et du Languedoc
- . BVLac : Projet de « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra »
- . CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
- . FOFIFA : Centre national de recherche pour le développement rural
- . GSMD : groupement semis direct de Madagascar.
- . MA : Ministère de l'Agriculture
- . MAEP : Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la pêche
- . ORSTOM : Office de la recherche Scientifique et technique d'Outre-Mer
- . TAFA : TANY SY FAMPANDROASOANA. = ONG « Terre et développement »
- . VSF : Vétérinaires sans frontière
- . ZICO : Zone d'intérêt pour la Conservation des Oiseaux

### **Unités :**

- . °C : degrés Celsius
- . Ha : hectare
- . H/j /ha : nombre d'homme par jour et par hectare.
- . Kcal : Kilo calorie
- . Km : kilomètres
- . mm : millimètres
- . m<sup>3</sup> : mètre cube

### **Abréviations :**

- . Fmg : franc malgache
- . GPS : Global Position System
- . MAFF : Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa : Projet d'économie de semences
- . RME : rizière en mauvaise maîtrise de l'eau
- . RI : rizière irriguée
- . SDA : Semis Direct amélioré
- . SIG : Système d'information géographique
- . SCV : Semis Direct sur Couverture Végétale
- . SRI : Système de Riziculture Intensive

### **Termes vernaculaires:**

(Les termes malgaches traduits ici, sont marqués d'un astérisque dans le texte).

- . Angady : bêche traditionnelle
- . Ariary : monnaie courante malgache. 1 Ariary = 5 Fmg et 2200 Ariary = 1 euro
- . Baiboho : géologiquement ce sont des sols d'épandage fluvial situés aux débouchés des vallées, mais ce terme est repris par les paysans avec un sens beaucoup plus général, il désigne les terres situées en bas de pente.
- . Fady : tabous
- . Gony : sac de riz d'une contenance de 5 vata soit environ 70 kg de paddy.

- Lavaka : trou, cela correspond aux formes d'érosion spectaculaires qui engendrent des éboulements de pans entiers de colline.
- Kapoaka : mesure qui correspond à une quantité contenue dans une boîte de lait concentré de 250 ml, 3,5 kapoaka remplies de paddy correspondent à 1kg.
- Paddy : riz non décortiqué
- Sakafo : repas
- Vahina : invité
- Vavy : les femmes (terme utilisé pour désigner les repiqueuses)
- vary gasy : riz malgache
- Vata : mesure qui correspond à un bidon qui peut contenir 14kg de riz.
- Tanety : colline
- Tavy : mode de défriche et culture sur brûlis
- Tetikasa mitsitsy ambioka : économie des semences

## ***LISTE DES ILLUSTRATIONS***

### **Figures :**

- . Figure 1 : Carte générale de Madagascar.
- . Figure 2 : Diagramme ombrothermique pour la période 1962-2005, région du lac Alaotra.
- . Figure 3 : Pluviométrie par décade au cours de la campagne 2004-2005.
- . Figure 4 : Exemple de lavaka à Ilafy.
- . Figure 5 : Récolte du riz et mise en meule dans la plaine d'Ambatondrazaka.
- . Figure 6 : La forêt primaire (à droite) est coupée pour faire place aux cultures. (Région de Didy).
- . Figure 7 : Carte des environs d'Ambatondrazaka : délimitation de la zone vallée Marianina et PC 15.
- . Figure 8 : Proportion des agriculteurs à avoir atteint différents niveaux scolaires.
- . Figure 9 : Représentation graphique de la taille des exploitations en fonction du nombre de parcelles cultivées.
- . Figure 10 : Représentations graphiques de la répartition des parcelles exploitées sur la toposéquence.
- . Figure 11 : Représentation graphique de la disponibilité du matériel dans les exploitations.
- . Figure 12 : Représentation graphique des pourcentages des parcelles cultivées avec les différentes variétés de riz, en rizière (RME et RI).
- . Figure 13 : Pourcentage des parcelles consacrées aux différentes variétés cultivées sur tanety.
- . Figure 14 : Pourcentage des parcelles consacrées aux différentes variétés cultivées sur baiboho.
- . Figure 15 : Représentation du calendrier cultural des variétés de riz cultivées selon les techniques classiques.
- . Figure 16 : Représentation graphique du calendrier cultural des variétés de riz cultivées selon la technique Maff en rizière irriguée.
- . Figure 17 : Représentation graphique du calendrier cultural des variétés cultivées selon la technique SCV.
- . Figure 18 : Représentation du pourcentage des exploitations ayant accès aux différents types de crédits.
- . Figure 19 : Part de l'exploitation cultivée selon les nouvelles techniques en fonction de l'accessibilité au crédit.
- . Figure 20 : Schéma des facteurs influençant la prise de décision dans l'exploitation.
- . Figure 21 : Avantages comparés du SCV et du Maff.
- . Figure 22 : Inconvénients comparés du SCV et du Maff.
- . Figure 23 : Part de l'exploitation consacrée aux nouvelles techniques (SCV ou Maff) en fonction de la taille totale de l'exploitation
- . Figure 24 : Représentation du nouveau calendrier de travail lié à la pratique du maff.

**Tableaux :**

- Tableau I : Pluviométrie moyenne enregistrée à Ambatondrazaka au cours de la période 1962-2005.
- Tableau II : Températures moyennes mensuelles pour la période 1962-2005.
- Tableau III : Villages enquêtés pour rencontrer des agriculteurs adoptants du Maff et du SCV.
- Tableau IV : Composition moyenne des familles de riziculteurs.
- Tableau V : Moyenne d'âge des adoptants des techniques Maff et SCV.
- Tableau VI : Répartition des parcelles (en nombre et en surface) sur la toposéquence.
- Tableau VII : Combinaison des parcelles disponibles et leur surface dans les exploitations.
- Tableau VIII : Proportion des différents modes de mise en valeur des parcelles.
- Tableau IX : Besoins en main d'œuvre en fonction des tâches.
- Tableau XI : Nombre de salariés permanents embauchés dans les exploitations et rémunération.
- Tableau XII : Surfaces consacrées aux différentes méthodes de culture.
- Tableau XIII : Représentation des différentes tâches sur les parcelles au cours d'une année, et selon les techniques pratiquées.
- Tableau XIV : Proportion de Main d'œuvre familiale et salariée dans les exploitations selon les techniques pratiquées.
- Tableau XV : Main d'œuvre et coût associé pour chaque tâche selon les trois techniques.
- Tableau XVI : Quantité de semences et coût moyen par hectare.
- Tableau XVII : Dose et coût moyen des engrains selon le type d'apport.
- Tableau XVIII : Productions moyennes de riz obtenues selon les différentes techniques
- Tableau XIX : Coûts et recettes globaux issus d'une culture de riz sur une surface de 1 hectare, selon les différentes techniques.
- Tableau XX : Avantages cités par les adoptants des deux techniques
- Tableau XXI : Contraintes citées par les adoptants des deux techniques
- Tableau XXII : Pourcentages moyens des exploitations consacrés aux nouvelles techniques (SCV ou Maff)

## **SOMMAIRE**

Remerciements

Lexique des abréviations et des sigles

Liste des illustrations

Sommaire

**INTRODUCTION .....** ..... **1**

**1<sup>ERE</sup> PARTIE : CADRE DE L' ETUDE.....** ..... **2**

**1-LE MILIEU PHYSIQUE.....** ..... **2**

**1-1-Situation géographique .....** ..... **2**

**1-2-Climat .....** ..... **3**

. 1-2-1-Caractéristiques des principales saisons ..... 3

. 1-2-2-Caractéristique du climat ..... 3

. 1-2-3- Conclusion sur les contraintes climatiques ..... 5

**1-3- Géomorphologie.....** ..... **5**

. 1-3-1-Formation géologique à fort potentiel érosif ..... 5

. 1-3-2-Régime hydrographique ..... 6

. 1-3-3-Potentiels agronomiques des sols ..... 6

**2-LE MILIEU HUMAIN, ANTHROPISSATION DES BASSINS VERSANTS .....** ..... **7**

**2-1- Historique .....** ..... **7**

**2-2-Composition ethnique.....** ..... **8**

**2-3- Le contexte socio-économique actuel .....** ..... **8**

. 2-3-1-Une démographie galopante ..... 8

. 2-3-2-Une pression démographique et foncière ..... 9

. 2-3-3-Une activité économique essentiellement basée sur le riz ..... 9

. 2-3-4-Les infrastructures ..... 10

**2- 4 -Situation de l'agriculture au lac Alaotra .....** ..... **10**

. 2-4-1-Le grenier à riz de Madagascar..... 10

. 2-4-2- L'élevage ..... 11

. 2-4-3- La pêche..... 12

. 2-4-4-Plusieurs facteurs responsables de la stagnation de la production agricole..... 12

**3- OBJET DE L'ETUDE.....** ..... **14**

**3-1-Synthèse du contexte de l'étude .....** ..... **14**

**3-2-Institut d'accueil .....** ..... **14**

. Thématique du projet..... 15

**2<sup>EME</sup> PARTIE : ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES ET PROBLEMATIQUE DE  
L'ETUDE.....** ..... **16**

**1- ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE EN RAPPORT AVEC LA THEMATIQUE .....** ..... **16**

**1-1- Rappels agronomiques .....** ..... **16**

. 1-1-1 Physiologie et propriété du riz ..... 16

. 1-1-2- Importance de la régulation des cycles biogéochimiques..... 18

<b>1-2-Techniques rizicoles en place dans la région du lac Alaotra : .....</b>	<b>18</b>
.     1-2-2- Le SCV : Semis direct sous couvert végétal.....	19
.     1-2-3-Le MAFF (Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa), dérivé du SRI (Système de Riziculture Intensive).....	21
<b>2- PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>26</b>
<b>2-1- Démarche et méthodologie.....</b>	<b>26</b>
.     2-1-1-Démarche.....	26
.     2-1-2-Méthodologie.....	27
.     2-1-3- Outils informatiques et traitement des données .....	31
<b>2-2-Concepts .....</b>	<b>31</b>
.     L'analyse des pratiques agricoles .....	31
 <b>3<sup>EME</sup> PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	 33
 <b>1-RESULTATS : .....</b>	 33
<b>1-1- La structure des exploitations : renseignements généraux .....</b>	<b>34</b>
<b>1-2- Analyse des systèmes de production.....</b>	<b>35</b>
.     1-2-1- Les ressources disponibles.....	35
.     1-2-2- Des niveaux de ressources variés entraînent des pratiques culturelles.....	42
<b>1-3- Analyse des contraintes exercées sur l'agriculture de la zone .....</b>	<b>52</b>
.     1-3-1- Contraintes liées aux pratiques culturelles.....	52
.     1-3-2- Les points de maîtrise du paysan .....	57
<b>1-4 Analyse des nouvelles pratiques SCV et Maff. .....</b>	<b>62</b>
.     1-4-1- Le chevauchement des besoins en main d'œuvre, et les pics de travail.....	62
.     1-4-2- Répartition de la main d'œuvre selon les techniques : .....	63
<b>1-5 Analyse économique.....</b>	<b>64</b>
.     1-5-1- Les dépenses relatives aux besoins en main d'œuvre. ....	64
.     1-5-2- Les dépenses relatives aux intrants : .....	65
.     1-5-3- Les revenus : .....	67
<b>1-6 Avantages et inconvénients des deux techniques (Maff et SCV). .....</b>	<b>69</b>
.     1-6-1- Les avantages principaux concernant les techniques, cités par les agriculteurs : .....	69
.     1-6-2- Les inconvénients ou contraintes concernant les techniques, cités par les agriculteurs.....	70
.     1-6-3- Satisfaction des adoptants des techniques face aux résultats et futur envisagé.....	71
<b>2- DISCUSSION ET PROPOSITIONS .....</b>	<b>72</b>
<b>2-1- Des résultats prometteurs pour les deux techniques : .....</b>	<b>72</b>
<b>2-2- Progression envisagée.....</b>	<b>73</b>
<b>2-3- Propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture .....</b>	<b>73</b>
.     2-3-1- Le nouveau calendrier cultural en combinant SCV Maff.....	74
.     2-3-2- Mises en évidences des principaux freins à la diffusion plus large des techniques.....	75
.     2-3-3- Trouver des alternatives pour faire face aux contraintes .....	76
<b>2-4- Réceptivité des paysans face aux innovations. .....</b>	<b>77</b>
.     2-4-1- Distinction entre adoption et appropriation des systèmes .....	77
.     2-4-2- Des innovations bien diffusées. ....	78
 <b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	 80

Références bibliographiques

Annexes

Résumé



## INTRODUCTION

Le riz fait partie intégrante de la culture malgache, et ce n'est pas sans raison ! Cette céréale constitue la culture principale et la base de l'alimentation à Madagascar. Environ une calorie sur deux consommées dans le pays provient du riz. Les Malgaches en sont parmi les plus gros consommateurs au monde.

La région du lac Alaotra, surnommée grenier de Madagascar, constitue la principale zone de culture du riz dans le pays. Excédentaire au cours des années 1970, cette zone est cependant menacée par la stagnation de la production rizicole, du fait de la pression démographique qui s'exerce.

De plus, les surfaces en marais exploitables étant limitées, les paysans ont amorcé la colonisation des collines alentours, avec des pratiques culturales et pastorales particulièrement érosives sur des sols fragiles.

Ces facteurs entraînent la baisse des rendements au fil des cycles cultureaux et constituent les principaux indicateurs du caractère non durable des systèmes de culture actuels. Il est donc urgent de créer et diffuser des alternatives capables d'arrêter cette dégradation généralisée du milieu et d'en restaurer la fertilité afin d'assurer l'avenir de la riziculture dans cette région.

C'est dans cette problématique et sur ce site de recherche que s'inscrit le projet « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra » (BV Lac), développé par le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), et dont l'ambition est de concilier le développement économique de la région et la préservation du milieu.

Un des volets du projet s'attache à favoriser une production accrue et durable sur les périphéries irrigués et dans les bassins versants du lac Alaotra.

Ainsi, pour répondre aux besoins de la population croissante, une première technique d'intensification de la riziculture est actuellement proposée aux agriculteurs, basée sur l'amélioration des techniques culturales en rizières irriguées. Cette technique, inspirée du Système de Riziculture Intensive (SRI) et basée sur des modifications simples de manipulation des plants et sur un repiquage plus précoce, a déjà fait ses preuves dans plusieurs pays asiatiques qui faisaient face à des problèmes similaires.

Parallèlement, et afin de diminuer la pression exercée sur les tanety (versants de collines), le projet travaille à la diffusion de la technique de Semis Direct sur Couverture Végétale (SCV). Cette technique applicable à toutes les cultures, permet de protéger le sol grâce à la présence d'une couverture végétale permanente qui favorise l'infiltration de l'eau de pluie au détriment du ruissellement superficiel à l'origine des phénomènes érosifs.

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un stage de fin d'études. Une convention a été passée entre le DESS « Gestion des Systèmes Agro-Sylvo-Pastoraux en zone tropicale » du département de Sciences de l'Université Paris XII, et le projet « Mise en valeur et protection des Bassins Versants du Lac Alaotra », initié par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) et dont la maîtrise d'oeuvre est déléguée au CIRAD, sur un financement de l'Agence Française du Développement (AFD) et du MAEP.

Cette étude relève du volet « Systèmes de cultures et gestion des ressources » du projet BV Lac.

Il s'agit d'une contribution à l'analyse des enjeux de la combinaison de deux techniques agronomiques (Le SCV et le SRI), au sein des exploitations.

Aussi, après avoir présenté les principes des deux techniques culturales SCV et SRI, ce mémoire vise à analyser la gestion de ces deux systèmes par rapport aux ressources disponibles dans les exploitations (revenus, temps, main d'œuvre) et aux calendriers agricoles.

On cherchera à mettre en évidence comment l'amélioration des techniques rizicoles sur périphérie irriguée peut conduire à une meilleure gestion des systèmes de culture sous couverture végétale en terme de répartition du temps de travail et des ressources dans la saison au sein des exploitations.

On essaiera d'évaluer l'intérêt de combiner ces deux techniques à une échelle plus large, celle du bassin versant.

Enfin, on discutera des améliorations à apporter pour favoriser une plus grande diffusion des deux techniques auprès des paysans.

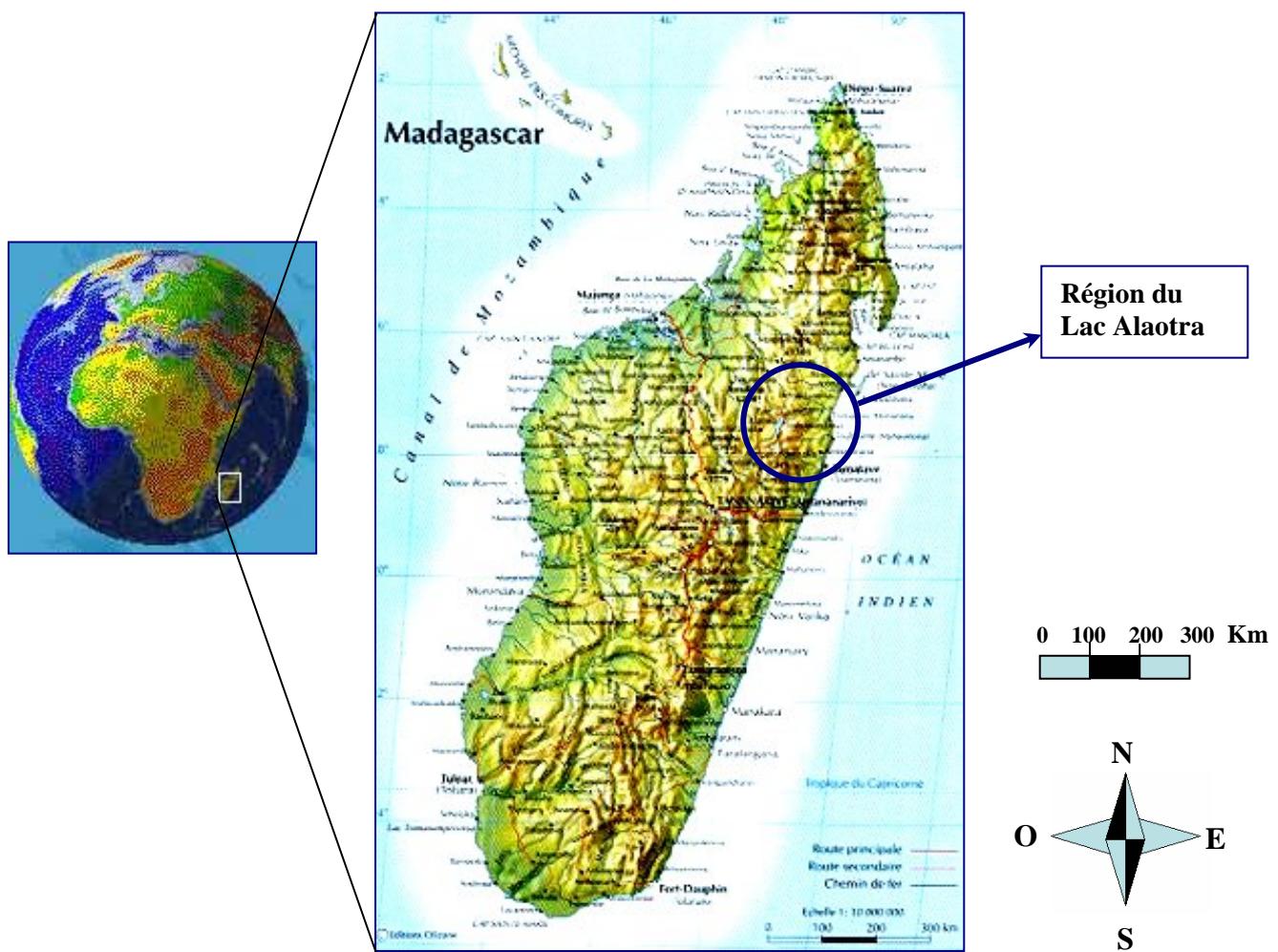
# 1<sup>ère</sup> partie : Cadre de l'étude

Présentation de la zone du projet : Le contexte Agro-socio économique

## 1-Le milieu physique

### 1-1-Situation géographique

Madagascar, officiellement République démocratique de Madagascar, pays insulaire de l'océan Indien, est séparé de la côte sud-est de l'Afrique par le canal du Mozambique. Le pays est la quatrième île du monde par sa superficie, 587 041 km<sup>2</sup>. La capitale est Antananarivo (Tananarive). Le pays est divisé en six provinces. Située dans la province de Toamasina (Tamatave), à 250 Km au Nord-Est d'Antananarivo sur les Hautes-Terres centrales de Madagascar, à une latitude de 17°30' Sud et une longitude de 48°30' Est, la région du lac Alaotra est une immense dépression géologique de 1800 km<sup>2</sup>. A une altitude de 750 m, le lac Alaotra, d'une superficie de 20 000ha (80 km de long et 30 km dans ses plus grandes largeurs), est le plan d'eau intérieur le plus important à Madagascar (fig.1).



**Figure 1 :** Carte générale de Madagascar

Le lac est entouré par une zone marécageuse de 35 000 ha environ, recouverte par une végétation dense de Cypéracées (les Zozoro) (*Cyperus madagascariensis*) croissant sur un épais sol tourbeux et soumise aux fluctuations des eaux du lac. La plaine proprement dite (950 Km<sup>2</sup>) est entourée de collines ou tanety\*, culminant à 1500 mètres, faiblement cultivées (Ducrot.1996). En revanche la

plaine hydromorphe est pratiquement entièrement rizicultivée (Annexe 1). Ambatondrazaka, la ville la plus importante du lac, est, avec Moramanga, une des deux préfectures de la région du moyen Est, qui constitue l'une des 3 régions de la province de Tamatave. La zone du lac Alaotra est séparée de la côte Est et de Tamatave par de la forêt primaire, ce qui renforce l'enclavement de cette zone. Le lac se prête donc à différents usages : pêche, riziculture, collecte de plantes et il présente aussi des particularités biologiques : c'est par exemple une Zone d'intérêt pour la Conservation des Oiseaux (ZICO).

## 1-2-Climat

### . 1-2-1 -Caractéristiques des principales saisons

La région du lac Alaotra est marquée par un climat tropical humide et tempéré par l'altitude. Du fait du déplacement des masses d'air de la zone de convergence intertropicale, le climat est caractérisé par deux saisons nettement marquées, la saison humide qui correspond à l'été austral et la saison sèche, l'hiver austral. Il y a donc alternance d'une saison chaude et pluvieuse de novembre à mars (5 mois), pendant laquelle se concentrent plus de 80% des précipitations annuelles, et d'une saison sèche marquée d'avril à octobre (7 mois).

### . 1-2-2-Caractéristique du climat

#### *Pluviométrie*

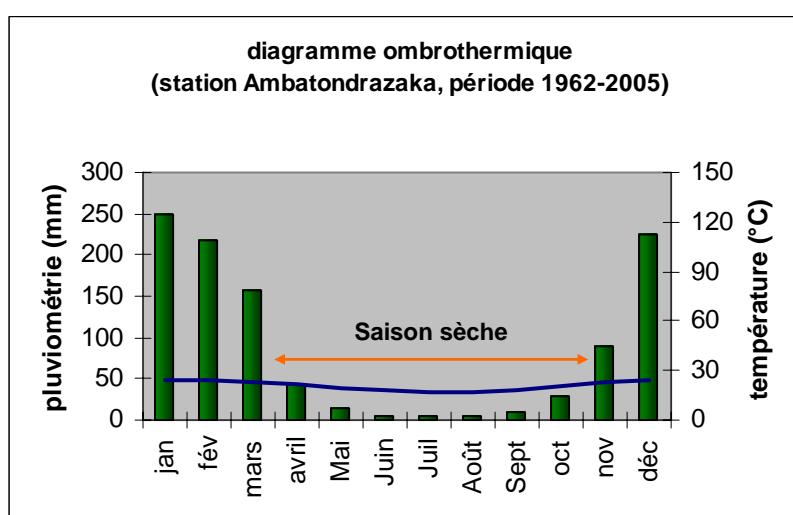
#### Contrainte hydrique

La région est marquée par un climat tropical humide. Les hauteurs moyennes des précipitations annuelles à Ambatondrazaka sur la rive Est du lac Alaotra sont de 1 046 mm (tab.I). Comme l'illustre la figure 2, les pluies se concentrent entre les mois de novembre et mars. Les maxima se situent toujours au mois de Janvier (249 mm), tandis que les minima sont enregistrés au cœur de l'hiver, en juin et août (4 mm).

L'important déficit hydrique en saison sèche, constitue un facteur limitant à la production agricole dans la région. Une seule culture de riz est en effet possible au cours de l'année.

**Tableau I** : Pluviométrie moyenne enregistrée à Ambatondrazaka au cours de la période 1962-2005 ; (Données BRL)

	station: Ambatondrazaka période : 1962-2005												
	jan	fév	mars	avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	oct	nov	déc	annuel
pluviométrie moyenne (mm)	249	218	157	44	15	4	5	4	9	30	89	224	1046



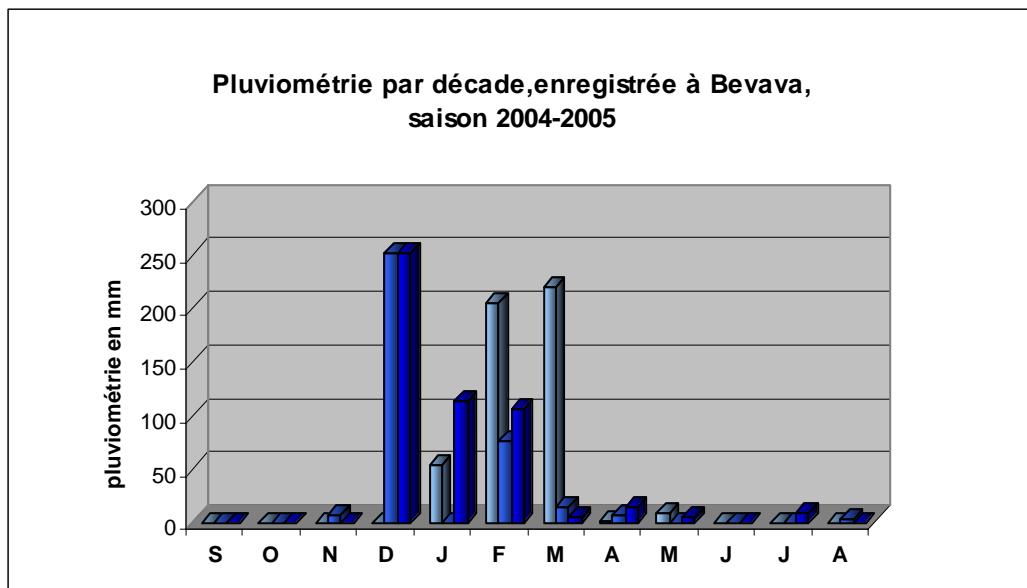
**Figure 2** : Diagramme ombrothermique pour la période 1962-2005, région du lac Alaotra (Données : BRL).

### **La variabilité interannuelle des précipitations**

La variabilité est également très grande, à la fois en terme de quantité et de distribution au cours de l'année. Deux types de précipitations se rencontrent :

1) Les précipitations d'orage, violentes et de courtes durées : ces pluies orageuses très intenses amorcent le début de la saison des pluies (octobre, novembre), s'atténuent au cours de la saison pluvieuse avant de reprendre fin mars, début avril.

La quasi-totalité des précipitations du mois de mars 2005 se sont concentrées au cours de la première décennie (220 mm sur un total de 235mm) pour la station de Bevava (fig 3).



**Figure 3 :** Pluviométrie par décade au cours de la campagne 2004-2005. (Données BRL).

2) Les précipitations dépressionnaires (en moyenne une quinzaine de dépressions et cyclones tropicaux par an dans la région sud de l'Océan Indien) avec des précipitations régulières, d'intensité modérée mais de durée importante allant jusqu'à plusieurs dizaines d'heures. Les cyclones tropicaux sont donc craints dans la région par la durée du phénomène pluvieux (plusieurs jours) qui les accompagne.

La forte variabilité inter-annuelle de la pluviométrie se traduit par l'alternance de campagnes très sèches et très pluvieuses. Le début de campagne est particulièrement soumis à ces variations. L'aléa concerne surtout les deux premiers mois d'octobre et novembre.

Il existe également une assez forte variabilité spatiale des précipitations due à un effet de foehn régional et au caractère orageux des pluies en début de saison. Après assèchement et réchauffement des masses d'air océaniques qui atteignent la dépression de l'Alaotra, l'air s'humidifie à nouveau en traversant la plaine avant de se condenser en abordant les massifs de l'ouest. Globalement la zone ouest/sud ouest du lac est donc plus arrosée que la rive Est.

### **Agressivité des précipitations**

Les intensités pluviométriques journalières peuvent être très importantes dans la région et peuvent dépasser 150 mm par jour. Le mois de mars 2005 a été particulièrement pluvieux. On a ainsi pu relever 150 mm de pluie, tombés en 4H30 seulement à la station d'Ampitatsimo, ce qui correspond au total des précipitations recueillies au cours du mois de mars habituellement pour cette station. Ces précipitations hors normes ont entraîné la cassure du barrage et une inondation des parcelles. Ces pluies violentes sont de plus particulièrement érosives, d'autant qu'elles se concentrent au moment de l'implantation des cultures lorsque le sol est généralement laissé à nu.

### **Températures**

Les maxima moyens sont supérieurs à 20°C dans leur plus forte valeur (tab. II), en moyenne 27,4°C pour la station d'Ambatondrazaka. Le maximum moyen le plus fort se situe le plus souvent en Décembre (Ambatondrazaka : 30°C) tandis que Juillet demeure partout le mois le plus frais (Ambatondrazaka : 17,9°C), les températures peuvent cependant chuter en dessous de 15°C.

**Tableau II :** Températures moyennes mensuelles pour la période 1962-2005. (Données MAEP).

	station: Ambatondrazaka période : 1962-2005												
	jan	fév	mars	avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	oct	nov	déc	annuel
température moyenne (°C)	23,6	23,9	23,3	22,1	19,8	17,6	17	17,3	18,5	20,8	22,9	23,6	20,87

### **Vents**

La Région montre une forte prépondérance des vents de secteur Est au sol quelque soit le mois considéré. En été, l'apparition parfois au sol des courants de mousson interrompt cette prédominance sans l'annihiler ; Qu'ils soient d'Est ou d'autres secteurs, les vents restent faibles à modérés. Le fossé de l'Alaotra appartient climatiquement au domaine sous le vent de l'alizé.

#### **. 1-2-3- Conclusion sur les contraintes climatiques (Annexe 2)**

On distingue donc une saison principale de culture correspondant à la saison des pluies et une contre saison pendant laquelle l'alimentation hydrique des cultures ne pourra être assurée que par l'irrigation. Mais cette contre saison est caractérisée par des températures relativement faibles pouvant affecter la vitesse de développement des plantes.

#### **Les contraintes climatiques peuvent donc être résumées ainsi :**

- Une contrainte hydrique forte au cours de la saison sèche,
- une variabilité inter annuelle importante,
- des pluies à agressivité érosive importante au cours de la saison humide.

### **1-3- Géomorphologie**

Le relief est surtout marqué par le fossé de l'Alaotra qui est un vaste plateau intermédiaire, situé au milieu des plateaux de la région centrale de Madagascar avec une altitude moyenne de 700 m. Des massifs latéritiques forment les abords des bassins versants, lesquels couvrent une superficie de 7 000 km<sup>2</sup> environ. La cuvette de l'Alaotra est remblayée par des sédiments lacustres pléistocènes qui forment des buttes résiduelles culminant entre 800 et 970 m. Dans la zone la plus basse de la cuvette se trouvent les eaux libres du lac, sur une superficie de 200 km<sup>2</sup> mais d'une faible profondeur (entre 2 et 3 m). Les plaines rizicultivées qui l'entourent ont été récupérées sur les marais et ont fait l'objet d'aménagements hydro-agricoles traditionnels et modernes pour la culture irriguée (Ministère de l'Agriculture, 2001).

#### **. 1-3-1-Formation géologique à fort potentiel érosif**

L'origine de la cuvette de l'Alaotra est en partie tectonique. Le rift du Mangoro préexistait depuis le tertiaire. Quatre formations lithologiques couvrent les bassins versants d'Ambatondrazaka qui bordent le fossé du lac Alaotra : les migmatites, les gneiss, les migmatites granitoïdes et les granites migmatitiques.

Le paysage est en outre marqué par la présence de figures érosives particulièrement spectaculaires les « lavakas » (fig. 4) qui sont d'origine géologiques (Mulder et Oemar, 2004).

**Figure 4** : Exemple de lavaka à Ilafy  
(Photo personnelle)



#### . 1-3-2-Régime hydrographique

Le lac est alimenté par plus de trente rivières en dispositif rayonnant dont les plus importantes sont l'*Anony* au nord (bassin versant d'environ 1600 km<sup>2</sup>), et la *Sahabe* au sud (bassin versant d'environ 1200 km<sup>2</sup>). Ces eaux s'écoulent de façon gravitaire des bassins versants vers le lac, dont le seul exutoire, le *Maningory*, chemine à travers la frange montagneuse vers la rive Est de l'île. Le lac et ses marais joue un rôle régulateur dans le fonctionnement hydrographique de la région (Ducrot, 1996). Cela se traduit par une crue saisonnière : le niveau de l'eau monte de 2 à 4 m chaque année en saison des pluies. Ainsi l'étendue du plan d'eau peut se trouver augmentée de 100 km<sup>2</sup> en saison pluvieuse par rapport à sa côte la plus basse. Le lac connaît son niveau le plus bas en novembre-décembre puis une brusque période de montée des eaux en janvier. Le maximum est atteint en février et décroît lentement. L'inondation de la frange du lac touche une superficie variable chaque année. Le niveau de crue atteint cette année (2005), était particulièrement fort. Une crue peut brutalement stériliser une rizière par dépôt alluvionnaire.

A Ambatondrazaka, la plus grande ville du lac, le relief forme dans ses bassins versants un réseau de nombreux cours d'eau dont les plus importants sont :

- la *Sahabe*, un des principaux tributaires du Lac Alaotra. Elle se prolonge dans le Lac par un chenal de 3 Km, constituant une voie d'eau pour les pirogues des pêcheurs.
- le *Sahasomanga* qui irrigue les quelques 4 000 hectares de rizières du PC 15 (ancien Périmètre de Colonisation)
- le *Maningory*, le seul exutoire du Lac, se jette dans l'Océan Indien.

#### . 1-3-3-Potentiels agronomiques des sols (Annexe 3 et 4)

Les régions forestières de la zone présentent des sols évolués de type ferrallitique (convexité très marquée, avec des bas-fonds encaissés, de puissantes altérations sans induration ferrugineuse, des surfaces d'aplanissement, de grandes plaines hydromorphes à marécages tourbeux). Dans l'ensemble, il s'agit de sols rouges et de sols jaunes sur rouges, caractéristiques des régions chaudes et humides. L'altération chimique du substrat géologique est très poussée et entraîne une importante épaisseur du sol. De manière générale, les sols ferrallitiques présentent une texture fine et sont chimiquement riches surtout en carbone et en azote, en liaison avec leurs fortes teneurs en argiles. Toutefois, des carences en potassium et en phosphore sont à craindre. Ces sols sont en général peu perméables et sont donc sensibles au ruissellement. Ils sont donc particulièrement érosifs.

En dehors des Baiboho, sols d'épandage fluvial situés aux débouchés des vallées, les différentes unités morpho pédologiques identifiées par Raunet (1999) se répartissent dans la cuvette, de la périphérie vers le centre (Annexe 5). Cette caractérisation en unités morphopédologiques des sols de l'Alaotra prend en compte la teneur en matière organique des sols, le type de matériau sous jacent

(alluvial ou non) et la teneur en argile. Ces facteurs jouent sur le comportement hydrique des sols, les conditions d'alimentation en eau et en minéraux du riz et les conditions de travail du sol. Ces critères définissent donc en partie, les potentialités du milieu vis-à-vis de l'irrigation et de la riziculture.

Les sols de plaine sont essentiellement hydromorphes. On en distingue quatre grands types (Raunet, 1999):

**Les baiboho\***: ce sont des sols alluvionnaires récents, qui résultent de l'altération des bassins versants. De texture variée, ils présentent une texture discontinue (pouvant passer du sable pur à l'argile pure). Des plaques sableuses superficielles ou profondes, drainantes, ne permettent parfois pas le maintien d'une lame d'eau. Hors aménagement, ces sols sont soumis aux déversements plus ou moins brutaux des rivières. En saison sèche en revanche, la descente progressive de la nappe phréatique favorise les remontées capillaires et donc l'alimentation hydrique des cultures. Ce sont sur ces sols que sont les plus fréquemment situées les rizières hors périmètre irrigué.

**Les « sols minéraux ».** L'aptitude à l'irrigation dépend de la texture du sol et de la nature du matériau sous-jacent. Une couche sableuse drainante en profondeur peut compromettre la capacité à maintenir une lame d'eau en surface. Ces sols prennent en masse à l'état sec et sont complètement engorgés en saison des pluies.

**Les « sols moyennement organiques »** (6 à 20 % de matière organique). Ils se situent en aval des précédents. Les unités de texture homogène (très argileux sans sable) présentent des caractéristiques très favorables à l'irrigation, du fait des conditions texturales et la topographie (bon planage naturel). Ce sont donc les sols les plus favorables pour la riziculture.

**Les « sols tourbeux »** (taux de matière organique supérieure à 20%). Situés en périphérie des marais et du lac, ces sols à tourbe résiduelle ont été récupérés par aménagement sur les marécages à cypéracées. Ils ont évolué sous l'action du drainage, des opérations culturales et des feux. Ils présentent une forte hétérogénéité selon l'épaisseur de la tourbe résiduelle et la nature des horizons sous jacents. En saison sèche, l'effet de mulch joué par la tourbe, alors que la nappe phréatique descend à moins de 2 mètres, favorise les remontées capillaires. Cependant l'alimentation azotée des cultures en contre saison peut-être perturbée. Les sols à tourbe plus épaisse sont sensibles au tassemement, ce qui pose des problèmes au moment du planage et de la mise en eau. Des problèmes d'enracinement sur ces sols « creux » peuvent également se poser.

Par rapport à la riziculture, la nature du sol joue sur :

-L'aptitude à assurer une alimentation hydrique favorable, notamment par le maintien d'une lame d'eau. Les critères essentiels sont alors l'importance des reliefs « naturels », le taux d'argile qui facilite le maintien de la lame d'eau et la nature de la couche sous-jacente plus ou moins drainante.

-La facilité du travail du sol avec l'équipement disponible.

## **2-Le milieu humain, anthropisation des bassins versants**

### **2-1- Historique**

Les premières formes de peuplement du lac Alaotra semblent remonter au XVI<sup>e</sup>S, avec l'arrivée de peuples Malayo-Indonésiens, suivis ensuite par de nombreux peuples d'horizon divers (africains, indiens, arabes...), apportant chacun un peu de leur culture, pour former la culture malgache. Les communautés Chinoise et Karana (Indo-Pakistanais) se sont ensuite développées et sont très présentes à Madagascar. La pression anthropique sur les paysages ne s'intensifie réellement qu'à partir de 1750.

L'importance de la province de Tamatave est restée longtemps liée à l'opulence de son élevage bovin, en particulier sous la royaute Merina qui a développé un élevage royal dont le cheptel, dès 1840,

comptait 250 000 têtes. En dépit de sa vocation rizicole et d'importants aménagements hydro agricoles entrepris dans les années 50, l'Alaotra était encore un pays de pasteur jusqu'à ces 20 dernières années. Aujourd'hui, la dégradation des couvertures herbeuses des bassins versants compromet tout autant la sécurité des troupeaux (condamnés à s'éloigner toujours d'avantage des villages pour se rendre sur des pâtures peu dégradés), que la production rizicole devenue la 1<sup>ère</sup> source de revenus dans l'exploitation (Tassin, 1994).

## 2-2-Composition ethnique

L'habitat et les quelques infrastructures de la zone se sont concentrés en périphérie de la plaine lacustre, sur la ligne de contact avec les premières collines. La population qui ne dépassait pas les 50 000 personnes en 1930, atteignait 400 000 habitants en 1990. Les taux d'accroissement démographiques très élevés ( $> 4\%$  par an) s'expliquent par un solde naturel positif mais aussi par l'arrivée massive et continue de migrants des Hautes-terres, attirés par les possibilités qu'offrait cette région quant à la riziculture (rendements supérieurs à d'autres régions) (Joignerez et Healy, 1998).

La région de l'Alaotra est peuplée majoritairement par les Sihanaka - d'où son ancien nom d'Antsihanaka (sia = errer et hanaka = marécage) - qui occupaient initialement la partie orientale. Cette ethnie compose 65 à 70% de la population (Belloncle, G. 2002).

Mais le premier peuple à s'être installé au lac est celui des Vazimba, chassés par la suite au cours des vagues d'immigration. Cette région a été en effet une zone d'immigration dès le début du XIX<sup>ème</sup> siècle pour les Merina des Hauts Plateaux, et les Betsimisaraka de la région forestière de l'Est en troisième lieu, avant les Betsileo et les Antandroy du Sud, trop à l'étroit dans leur région d'origine et qui sont venus chercher des terres au lac Alaotra (Blanc-Pamard, 1986). Le reste est composé de groupes minoritaires de diverses provenances de l'île. Il existe une minorité de Merina qui, à l'origine, venaient au lac comme manœuvre pour le repiquage, la coupe et la mise en meule. Ils sont aujourd'hui installés essentiellement dans des activités commerciales (petites gargotes, porcheries) et sont le plus souvent devenus collecteurs privés de produits agricoles (paddy\*, arachides, maïs, haricot) qu'ils livrent par camion à Tananarive ou Tamatave.

De plus, on assiste tous les ans à une arrivée de migrants temporaires (environ 20 000 par an) qui viennent travailler comme ouvrier le temps de la récolte.

## 2-3- Le contexte socio-économique actuel.

### . 2-3-1-Une démographie galopante

La population à Madagascar était, en 2002, de 16,5 millions d'habitants, avec une mortalité infantile de 82/1000 et une espérance de vie de 56 ans. Elle est principalement rurale (70%) et se répartit dans 6 provinces (Antananarivo, Toamasina, Toliary, Fianarantsoa, Antsiranana et Mahajanga) et 22 régions.

La région du lac est occupée par trois Fivondronana (cantons), Amparafaravola, Ambatondrazaka, et plus au nord Andilamena. Le premier est situé sur la rive Ouest du lac et le second sur la rive Est. La superficie du Fivondronana d'Ambatondrazaka est de 6492 km<sup>2</sup>.

Le Fivondronana d'Ambatondrazaka abritait une population de 185 000 habitants en 1993 soit 29 hab/km<sup>2</sup>. Selon certaines estimations, en 2000 il y avait plus de 320 000 habitant dans le Fivondronana d'Ambatondrazaka, soit une densité de 50 hab/km<sup>2</sup>. Cette valeur est élevée par rapport à la moyenne régionale (20 hab/km<sup>2</sup> en moyenne pour l'ensemble de l'Alaotra) et s'explique par les potentialités agricoles et les infrastructures sociales (lycée, école, santé) de la ville (MA, 2001) qui attirent ; On estime que la population a doublé en dix ans.

Le taux d'urbanisation à Ambatondrazaka est de 15 % environ. La ville comptait 70 000 habitants en 1999 avec un taux d'alphanumerisation de 60%. Le taux d'analphabètes, peut être estimé à moins de 20% dans la région. Seuls 10% des ménages ont directement accès à l'eau traitée par la Jirama<sup>1</sup>. L'essentiel des familles s'approvisionnent aux différents points d'eau publics présents dans la ville.

<sup>1</sup> La Jirama est l'entreprise de distribution de l'eau et de l'électricité à Madagascar

La mortalité infantile dans le Fivondronana d'Ambatondrazaka est de 75/1000 et la malnutrition est une cause importante de mortalité.

Le taux de croissance démographique est supérieur à la moyenne nationale. Il s'explique par un phénomène d'immigration dont la région continue à être l'objet.

A Ambatondrazaka et Amparafaravola (sur la rive ouest), près de 20 000 personnes en provenance d'Antananarivo, Fianarantsoa et autres districts environnants viennent assurer la main d'œuvre pour le repiquage et la récolte du riz. C'est un phénomène temporaire, les immigrants rentrent chez eux aussitôt les travaux finis.

### **. 2-3-2-Une pression démographique et foncière**

L'importante croissance démographique, entraîne d'une part le morcellement des terres au fil des générations et d'autre part une concurrence entre urbanisation et agriculture. Ainsi, les terres de plaines (présentant les meilleures aptitudes culturales) sont progressivement occupées par les habitations.

Cette colonisation des bassins versants a des conséquences sur le milieu physique et humain : si les forêts naturelles des plateaux et des collines ont disparu à une période antérieure, les forêts galeries des bas-fonds subissent la pression d'un front pionnier exercé par de jeunes exploitants ou des migrants.

Les paysans sont poussés à mettre en valeur des terres situées sur les tanety\*, qui ne bénéficient pas de la maîtrise de l'eau et qui du fait de leur situation sur des pentes, présentent une sensibilité à l'érosion.

L'installation de ces nouveaux producteurs entraîne des conflits fonciers avec les propriétaires traditionnels de ces espaces. De plus, les techniques culturales adoptées sur les tanety sont le plus souvent pionnières et donc axées sur le défrichement, le tavy\* et la jachère. La multiplication et la dissémination de ces implantations accentuent l'enclavement, et peut entraîner par la suite des problèmes d'insécurité.

### **. 2-3-3-Une activité économique essentiellement basée sur le riz**

L'île rouge est l'un des pays les plus pauvres au monde, avec un PNB par habitant de 250 dollars par an. Le secteur agricole emploie 80% de la population active mais seuls 5% de la superficie de l'île sont consacrés à l'agriculture. Ceci est dû au relief très vallonné et à l'érosion très importante suite à la déforestation. La production est essentiellement destinée à la consommation intérieure, Madagascar connaît notamment des problèmes d'autosuffisance en riz. Les malgaches sont les premiers consommateurs de riz au monde, avec en moyenne 300 g/jour/personne. Les populations rurales de l'île consomment en moyenne 400 g/jour de riz.

Les principaux produits, exportés de Madagascar, sont les crevettes (pêche et élevage) et la vanille, dont Madagascar est le premier producteur mondial.

L'élevage est important sur l'île, notamment l'élevage de zébus qui occupe une place sociale très forte. Le cheptel de zébus à Madagascar était de 7,6 millions en 2001. Le cheptel de petits ruminants (caprins et ovins) atteint 2 millions de têtes, principalement dans le sud de l'île (Minten et al, 2003).

Les grands périmètres de l'Alaotra étaient jusqu'en 1991 gérés par une société d'état, la Somalac. Cette société contrôlait la filière riz dans la région et sur l'ensemble de l'île.

La libéralisation de la filière riz a été suivie par la disparition d'une garantie de prix aux producteurs, permise jusqu'alors par la Somalac qui fixait des prix plafonds en début de campagne.

Les prix payés aux producteurs sont désormais fixés par les stratégies commerciales de quelques entreprises qui se partagent le marché. Les transactions de paddy entre producteur et commerçants ont principalement lieu au moment de la récolte (entre mai et juillet). Cette période correspond aux prix les plus faibles, les chiffres passant du simple au double entre mai et décembre sur le marché d'Ambatondrazaka. En début de collecte, les riziers fixent un prix de base d'achat au producteur, selon le prix de vente espéré à Antananarivo entre septembre et mars. Les riziers cherchent donc à collecter un maximum de paddy avant que les prix d'achat aux producteurs ne s'élèvent trop. Les collecteurs servent d'intermédiaires entre producteurs et riziers et sont rémunérés par un pourcentage sur l'achat du paddy\*.

L'économie est donc essentiellement basée sur l'activité agricole, et en particulier sur le riz, la grande majorité des emplois de la ville d'Ambatondrazaka dépend du secteur primaire. Les activités sont cependant diversifiées pour répondre aux besoins croissant de la population. Les infrastructures industrielles consistent essentiellement en décortiqueries. Cependant, Ambatondrazaka étant la ville principale de la sous région du moyen Est, il existe de nombreux emplois administratifs.

#### . 2-3-4-Les infrastructures

Malgré son importance à l'échelle nationale, la région est enclavée, située à l'extrême sud d'une piste de 150 km qui la relie à Moramanga et au principal axe routier du pays (Antananarivo-Toamasina). Le trajet Moramanga - Ambatondrazaka prend 3 heures en voiture tout terrain durant la saison sèche. Cependant le trafic routier est fréquemment interrompu pendant plusieurs jours en saison des pluies. Avec le moyen de transport le plus emprunté, le taxi-brousse, il faut compter 9 heures au minimum pour relier Ambatondrazaka à Antananarivo.

L'enclavement de cette zone est un gros problème, beaucoup de produits sont plus chers qu'à la capitale, de part les frais de transport. Cet enclavement pénalise aussi les différentes filières du lac pour trouver un débouché.

De plus, au sein même de la région, l'habitat est très dispersé. Les Fivondronana sont divisés en communes qui elles mêmes sont divisées en fokontany qui sont des ensembles de hameaux. On rencontre de petits villages à peu près partout, que ce soit sur les collines ou dans les bas fonds. Tous ces villages sont reliés entre eux par des pistes. Celles-ci sont souvent difficilement praticables en saison des pluies. Certains villages ne sont accessibles qu'à pied pendant cette saison.

### 2- 4 -Situation de l'agriculture au lac Alaotra

#### . 2-4-1-Le grenier à riz de Madagascar



**Figure 5 :** Récolte du riz et mise en meule dans la plaine d'Ambatondrazaka. (Photo personnelle)

La cuvette du lac Alaotra est la zone rizicole la plus importante de Madagascar (fig. 5), avec près de 30.000 ha de grands périmètres conçus et équipés de façon moderne, et environ 72.000 ha de périmètres traditionnels sans maîtrise de l'eau. Ces 102.000 ha de rizières constituent également l'une des rares zones du pays excédentaires en riz avec une production annuelle en année normale de 200.000 tonnes soit 7% de la production nationale, et dont 80.000 tonnes en moyenne sont exportées chaque année vers Antananarivo et Toamasina. (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, 2004).

Cette région a bénéficié d'aménagements importants qui prévoyaient rendre le pays autosuffisant en riz. Dans les années 50, l'Etat malgache entreprend de grands travaux d'irrigation et de drainage des marais pour gagner des surfaces cultivables (40 000 ha) (Annexe 6). En 1961 est créée la SOMALAC<sup>1</sup>, avec pour mission de poursuivre les aménagements, les entretenir, distribuer les terrains aux paysans et les appuyer techniquement. Pendant les années 70, la production de riz s'accroît

1 Société Malgache d'Aménagement du Lac Alaotra

fortement grâce à l'augmentation des surfaces cultivées et à une meilleure maîtrise de l'eau. Le lac gagne ainsi la dénomination de « grenier à riz de Madagascar ». Mais les effets de cette augmentation ont été en partie compensés par l'augmentation de la population et les surplus rizicoles sont en très nette régression depuis 1980. La densité de la population, dont 80% vit de la riziculture, atteint 420 habitants au km<sup>2</sup> de surface rizicultivable (Ministère de l'Agriculture, 2001). La surface des rizières de plaine n'étant pas extensible, et la pression anthropique étant telle, l'érosion est omniprésente sur l'ensemble des bassins versants, et l'on assiste à la disparition des massifs forestiers (sur les plateaux, et forêts galeries), et la diminution des surfaces en jachère et leur brûlis systématique.



**Figure 6 :** La forêt primaire (à droite) est coupée pour faire place aux cultures. (Région de Didy)  
(Photo personnelle)

La fertilité des sols de tanety\* et la biomasse disponible pour nourrir les animaux diminuent. Les bas-fonds autrefois forestiers ne jouent plus le rôle de filtre et les sédiments arrachés aux versants sont directement transportés par les cours d'eau vers les aménagements hydro agricoles.

Sous l'effet de l'érosion, on observe un ensablement de la plaine (près de 100 000 tonnes de sable par an s'y déversent), les réseaux d'irrigation se dégradent et leur entretien par les seuls agriculteurs devient problématique. On note même un comblement amorcé du lac lui-même, entraînant des difficultés de drainage dans la plaine et une diminution des ressources piscicoles. Les bassins versants qui entourent les périmètres irrigués sont parmi les bassins les plus dégradés de Madagascar.

#### . 2-4-2- L'élevage

De manière générale, l'élevage bovin est très important dans toute la cuvette. C'est à la fois une source de prestige social, une caisse d'épargne et un moyen de production. Les Sihanaka ont de gros troupeaux, les migrants n'ont souvent que quelques bêtes. L'élevage est surtout destiné à la traction animale requise pour la riziculture sur quelques 40 000 ha. Cependant, la répartition du troupeau est assez inégale, et bien que les bœufs de traits ou zébus soient indispensables pour le travail des rizières, beaucoup n'en possèdent pas.

L'effectif du cheptel est ainsi lié aux variations des surfaces rizicoles et non à la densité de population. L'alimentation des animaux nécessite un soin constant. Il faut que le troupeau partage son pâturage entre les tanety\*, souvent éloignées, les chemins et les bords de diguette, les parcelles libérées du riz, un fourrage pouvant lui être apporté en complément quand les rizières sont vertes. Les digues des canaux s'écroulent à cause des passages répétés des troupeaux pâturent le long des chemins et s'abreuvant dans les canaux.

L'élevage de porcs était il y a quelques années encore, très développé car il permettait de valoriser les résidus du riz (son et paille) ainsi que les déchets ménagers. Il s'avère que le prix de la viande de porc

est plus élevé que celui de la viande de zébu et permet une meilleure plus value pour l'éleveur. Cependant l'élevage porcin du lac Alaotra a subi de plein fouet l'épidémie de Peste Porcine Africaine (PPA), qui sévit depuis 1998. Le cheptel dans la zone du lac Alaotra est passé d'environ 50 000 individus à 5 000. De ce fait très peu d'éleveurs continuent cet élevage et beaucoup se sont tournés vers des filières alternatives dont l'élevage ovin.

Le lac Alaotra est aussi l'une des régions de Madagascar qui produit le plus d'oies. Cet élevage est très fréquent dans tous les villages, car il est facilité par l'abondance des canaux pour irriguer le riz. Le cheptel a été estimé en 1999 à 20 000 oies, dont 8 000 dans le Fivondronana d'Ambatondrazaka. L'oie est très appréciée des malgaches pour les repas de fêtes (fêtes de l'indépendance, Pâques, fêtes de fin d'années). Les volailles (poules, canards) sont également très présentes dans tous les villages.

#### **. 2-4-3- La pêche**

Les plans d'eau, les lacs intérieurs, les fleuves constituent les seuls supports aux activités de pêche. Le Lac Alaotra, d'une superficie de 20 000 ha, est d'ailleurs le plan d'eau intérieur le plus important à Madagascar. La pêche est aussi un secteur très important de la zone, avec 1 377 000 kg péchés en 2004 dont 632 000 kg consommés dans la région. Le mode de pêche pratiqué est essentiellement traditionnel, au filet (l'épervier), et combiné aux activités agricoles et/ou pastorales. En effet la pêche se pratique dans les eaux libres du lac mais aussi dans certains canaux d'irrigation ou dans des trous d'eau aménagés en bordure des parcelles irriguées. Certaines espèces autochtones du lac ont progressivement disparu du peuplement, telles que le "marakely", le "Dama", le "Kotso". Les "besisika" (24% de la consommation) et "baraoa" restent très populaires dans la région. D'autres espèces sont apparues comme la carpe, le "tilapia"(50% de la consommation), l'anguille et le "fibata". Ce dernier est considéré comme très ravageur étant de nature carnivore et prolifique.

Les crustacées sont aussi nombreux (crevettes, crabes écrevisses), ainsi que les anguilles.

Les produits sont destinés à la consommation locale ou régionale, frais, fumés ou séchés selon les marchés, les poissons d'eau douce sont exportés vers Tamatave. La production pouvait être estimée supérieure à 550 kg/ha/an environ il y a quelques années. La pêche est fermée du 15 octobre au 15 décembre. En 2004, 5 600 pêcheurs étaient enregistrés (MAEP, 2001).

La rizi-pisciculture connaît aussi une nette évolution grâce à divers projets. Cette activité permet non seulement d'améliorer la consommation en poissons mais aussi de procurer des revenus consistants.

#### **. 2-4-4-Plusieurs facteurs responsables de la stagnation de la production agricole**

##### ***L'érosion***

L'érosion considérable des bassins versants, est à l'origine des énormes problèmes d'inondation et d'ensablement. Mais les problèmes d'érosion ne sont pas récents. Depuis l'origine des grands projets hydroagricoles de la région, s'est posé le problème de la protection des bassins versants pour remédier à l'ensablement des périphéries irriguées. Les sols de types ferrallitiques sont caractérisés par la présence en surface d'une couche latéritique d'épaisseur variable et reposant sur une roche mère en décomposition sans aucune cohésion. Ces sols sont très sensibles et favorables à l'érosion. La succession de saison sèche et saison humide, avec des intensités de pluies parfois supérieures à 150mm/h, rendent le climat particulièrement agressif vis à vis des sols. Le couvert végétal est en général clairsemé et se reconstitue mal du fait des feux de brousses répétés ou du broutage des animaux. L'érosion en nappe est remarquable sur les tanety dénudées et toute la région du lac est frappée par l'existence de lavaka\* et de ravines en grand nombre (Joignerez, 1998).

Les bas fonds autrefois forestiers, ne jouent plus le rôle de filtre et les sédiments arrachés aux versants sont directement transportés par les cours d'eau vers les aménagements hydroagricoles. L'ensablement des aménagements est tel que leur réhabilitation serait nécessaire tous les 6 ou 7 ans, avec des charges financières très lourdes (Teyssier, 1994).

##### ***L'entretien insuffisant des aménagements des périphéries irriguées.***

L'insuffisance en eau est donc aggravée sur la plupart des périphéries par le manque général de gestion et d'entretien des réseaux d'irrigation qui ont suivi la disparition de la Somalac en 1991. Les fonctions

de gestion et d'entretien des réseaux ont alors été transférées à l'Etat (le Génie Rural) et aux structures paysannes, les Associations des Usagers de l'Eau (AUE).

Les AUE ont été réorganisées de façon à mieux gérer et mieux maîtriser les assemblées générales : une association par maille hydraulique (correspondant à la surface dominée par un canal secondaire : 150 à 76 300 ha) a été adoptée et le nombre des membres par association est passé de plus de 1 000 à 2 000 environ. Dans la vallée Sud Est d'Ambatondrazaka (PC 15 et Vallée Marianina regroupées soit 3 653 ha), les 16 AUE utilisant l'eau d'un même barrage (barrage de Bevava) ont été regroupées en une fédération ayant en charge la gestion et l'entretien des ouvrages communs. Cette fédération fonctionne bien et arrive à remplir plus ou moins ses rôles sous l'assistance d'un cabinet de bureau d'études. Néanmoins, le niveau de participation et le taux de recouvrement restent faibles par rapport aux volumes des travaux permettant de maintenir les réseaux en état, les AUE n'étant pas en mesure de payer la redevance nécessaire. La surface irriguée diminue donc d'année en année. Depuis les cinq dernières années, elle ne couvre même pas 50% de la surface irrigable dans les périmètres aménagés, soit 15 000 ha (Chabierski et al, 2005).

### ***Les ressources en eau***

Celles-ci sont souvent insuffisantes pour pouvoir mettre en place les rizières à la période favorable (décembre janvier). De plus, le bassin du lac est affligé d'un micro-climat particulièrement sec et de plus en plus irrégulier.

Le début de la saison des pluies est souvent tardif (mi-janvier), ce qui entraîne avec les techniques traditionnelles un retard de mise en culture et des pertes de rendement. Cette insuffisance des ressources en eau est variable selon les périmètres, en fonction de leur équipement (barrage de dérivation au fil de l'eau ou barrages de retenue).

Les régimes hydriques sont donc de moins en moins contrôlés et l'amplitude de la lame d'eau dans les rizières peut être importante ; Il en résulte des pointes de crues très importantes et des étiages faibles. Des précipitations cycloniques de quelques jours peuvent détruire une grande partie de la production.

### ***Des récoltes aléatoires***

Cette insuffisance d'eau en début de saison a des conséquences d'autant plus importantes sur les rendements que la principale variété de riz cultivée au lac Alaotra est le *Makalioka*, qui est une variété dite « photopériodique », c'est à dire dont la date de floraison et la maturité sont toujours les mêmes, quelles que soient les dates de mise en culture. Même, les périmètres équipés de barrages sont tributaires des pluies pour la première mise en eau. Cette pratique décale d'un mois le calendrier cultural et entraîne une baisse sensible du rendement en cas de mise en culture tardive (la date limite est au plus tard fin janvier, ce qui est souvent difficile à réaliser en fonction de l'arrivée des pluies). Ceci explique que, malgré la présence de plusieurs dizaines de milliers d'hectares de périmètres irrigués, le rendement moyen dans la région du lac n'excède pas 2,5 t/ha en année moyenne (MAEP, 2004). La majorité des surfaces sont mises en valeur en système pluvial. Par ailleurs, selon les saisons, 30 à 50% des surfaces sont cultivées en semis direct du fait de cette insuffisance d'eau en début de campagne.

L'introduction de nouvelles variétés de riz dans les parties irriguées, et le développement de nouveaux types de culture (riz pluvial en semis direct ou riz mixte, qui peut être conduit partie en pluvial et partie en irrigué pour les rizières en mauvaise maîtrise de l'eau) constituent un grand espoir pour les années à venir. En particulier le périmètre de Vallée Marianina PC 15, dont l'aménagement a été financé par l'AFD de 1991 à 1993, constitue une région pilote tant au niveau de la riziculture irriguée (les rendements moyens y dépassent régulièrement 4 t/ha) que des cultures pluviales sur les proches bassins versants. En effet, près de 70 000 ha sont en mauvaise maîtrise d'eau, cela entraîne des récoltes aléatoires avec une production une à deux années sur cinq uniquement. Un des objectifs principaux sur cette zone est d'assurer une récolte annuelle avec d'une part les nouvelles variétés et d'autre part des techniques adaptées. Les enjeux sont très forts, puisque si l'on parvenait à sécuriser cette surface en assurant 4t/ha tous les ans, on comblerait le déficit en riz et le problème des importations du riz à Madagascar.

**Conclusion : risques et contraintes du milieu dans l'Alaotra :**

	<b>risques</b>	<b>contraintes</b>
<b>Climat</b>	-Température trop fraîche en fin de cycle. -Forte variabilité interannuelle de la pluviométrie, notamment en début de saison.	-Des pluies uniquement pendant 6 mois.
<b>Maîtrise hydrique</b>	-Début de campagne dépendante des précipitations.	- hétérogénéité en fonction des sols et des aménagements -Pas d'irrigation en contre-saison. -Hydromorphie des sols de plaine.
<b>Infrastructures</b>	-Dégradation des réseaux d'irrigation, liée aux processus d'érosion.	-nécessitent un entretien constant

### **3- Objet de l'étude**

#### **3-1-Synthèse du contexte de l'étude**

Les principales contraintes recensées dans la région du lac Alaotra peuvent être résumées ici :

- 1) *Les conditions climatiques représentent une contrainte majeure pour cette région du fait - d'une part du caractère agressif des précipitations vis-à-vis des sols fragilisés et particulièrement sensibles à l'érosion, - et d'autre part de leur irrégularité, qui constraint les agriculteurs à décaler leurs calendriers cultureaux.*
- 2) *La pression démographique pousse les agriculteurs à exploiter les tanety (problèmes fonciers et moindre qualité des terres cultivables)*
- 3) *Manque de moyens pour maintenir les équipements en état, ensablement des infrastructures.*

*Tous ces facteurs entraînent la baisse des rendements au fil des cycles cultureaux et constituent les principaux indicateurs du caractère non durable de ces systèmes. Il est donc urgent, de créer et diffuser des alternatives capables d'arrêter cette dégradation généralisée du milieu et d'en restaurer la fertilité afin d'assurer l'avenir de la riziculture dans cette région.*

#### **3-2-Institut d'accueil**

En novembre 2002, le département Tera (Territoires, Environnements et Acteurs) du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) s'est vu attribuer la maîtrise d'oeuvre du projet (BVLac), à Madagascar. Ce projet de mise en valeur et protection des bassins versants du lac Alaotra a démarré en avril 2003 pour une durée initialement prévue de cinq ans.

L'objectif spécifique du programme consiste à résoudre le problème de l'amélioration durable du revenu des populations rurales dans les bassins versants intégrant les périmètres irrigués.

Initié par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la pêche (MAEP) et Subventionné par l'Agence Française de Développement (AFD), ce programme doit permettre le développement durable de la région grâce à ses trois objectifs : lutter contre la pauvreté par l'accroissement du revenu des producteurs, préserver l'environnement des bassins versants amonts tout en sécurisant les investissements d'irrigation existants en aval, développer les compétences des organisations

professionnelles. Ce projet concerne une zone de 52 600 ha où se trouvent 65 organisations paysannes, soit environ 3 500 familles.

Basée à Ambatondrazaka, la cellule chargée de la mise en oeuvre du projet s'organise en quatre programmes :

- Sécurisation foncière et gestion de l'espace ;
- Systèmes de culture et gestion des ressources ;
- Infrastructures et aménagements hydro-agricoles ;
- Professionnalisation des organisations paysannes.

La cellule du projet est constituée par une équipe permanente composée d'un chef de projet, d'un sociologue, d'un agronome et d'un géographe.

Le projet BVLac joue un rôle important de coordination et de lien entre des organisations de producteurs, telle la fédération des associations d'usagers des réseaux hydro-agricoles, et les institutions représentant les pouvoirs publics.

Ce projet peut être considéré comme la phase pilote d'un programme national "Bassins versants – Périmètres irrigués" que le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche continue de promouvoir auprès des différents bailleurs de fond ; Les interventions conduites devant déboucher sur la création d'un organisme régional de développement.

### **. Thématique du projet**

Les activités du volet « Systèmes de cultures et gestion des ressources » couvrent aussi bien l'intensification de la riziculture irriguée sur les périmètres de la Vallée Marianina et le PC 15 que la diffusion des techniques agroécologiques sur les tanety et dans les bas fonds (rizières dites « mal irriguées » ou en mauvaise maîtrise de l'eau).

#### ***Le programme d'intensification de la riziculture irriguée :***

Un des volets du projet s'intéresse aux techniques d'intensification de la riziculture repiquée par l'amélioration des façons culturales. La mise en place de cette méthode, inspirée du Système de Riziculture Intensive (SRI) constitue une action complémentaire aux efforts pour la promotion des intrants et du crédit. Cette démarche a débuter à la saison 2004, avec l'intervention d'un consultant indépendant en riziculture repiquée, Mr Vallois et de Mme Razanakoto. Pour cette première saison, une grande part de ce programme était consacré à la formation et démonstration avec mise en pratique par un ensemble de riziculteurs, puis à la communication pour servir d'exemple pour les années à venir.

#### ***Le programme agro-écologique***

Les systèmes de semis direct sur couverture végétale (SCV) permettent d'apporter un certains nombre de réponses aux problèmes rencontrés dans la région. Les premiers tests de SCV à Madagascar, inspirés des résultats obtenus au Brésil, datent du début des années 90 et ont été réalisés à Antsirabe et sur les Hauts Plateaux. Avec la création de l'ONG TAFA\* en 1994 et un appui technique du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), les zones d'essai se sont progressivement élargies aux régions tropicales humides du Sud-Est, semi-arides du Sud-Ouest et aux écologies de moyenne altitude avec longue saison sèche (Lac Alaotra et Moyen-Ouest). En quelques années a ainsi été créée une large gamme de systèmes de culture adaptés aux différentes conditions climatiques et pédologiques rencontrées à Madagascar. Les premières opérations de diffusion ont été entreprises depuis 1998 par différents organismes (ANAE, BRL, VSF...) et accélérées avec le soutien financier de l'Agence Française de Développement (AFD) et du Ministère malgache de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) depuis 2002. La création du Groupement de Semis Direct de Madagascar (GSDM) en 2000 permet par ailleurs d'assurer la coordination technique des différentes actions entreprises en matière de recherche et de vulgarisation des techniques de SCV. L'ONG TAFA a mis en place les premiers essais de SCV au Lac Alaotra en 1998. Des référentiels techniques d'aménagement ont ainsi été produits et mis à la disposition des différents organismes de vulgarisation agricole depuis 1999. L'ANAE, BRL et VSF constituent les trois principaux opérateurs chargés de diffuser l'agro-écologie dans la région.

## **2<sup>ème</sup> partie : état actuel des connaissances et problématique de l'étude**

### **1- Etude bibliographique en rapport avec la thématique**

#### **1-1- Rappels agronomiques**

##### **. 1-1-1 Physiologie et propriété du riz**

Le riz constitue le genre *Oryza* de la famille des graminées, c'est une plante diploïde et autogame. L'espèce la plus courante, *Oryza sativa*, a été introduite d'Indonésie à Madagascar par les navigateurs malais vers le IV<sup>e</sup> siècle. On distingue deux sous espèces, *indica* et *japonica*. La sous espèce *indica* est la plus répandue, elle est photosensible<sup>1</sup>.

Le riz est la céréale la plus consommée à Madagascar. Elle possède des propriétés énergétiques intéressantes : Le riz blanc est constitué principalement de glucides (amidon, 89% du poids sec, sucres 0,7%), de protides 8% et de lipides 0.3 %. Sa valeur énergétique (350 Kcal pour 100 g) équivaut à celle du blé du maïs, ou du sorgho. Elle est très supérieure à celle du manioc (120 Kcal) ou celle de la patate douce (70 Kcal) (Cirad, 2003). Les protéines sont en quantité un peu inférieure à celle des autres céréales, mais de meilleure qualité (digestibilité très élevée).

A Madagascar, les critères de sélection des variétés les plus généralement retenus ont été le rendement, et la résistance au froid et à l'altitude. Jusqu'ici, on ne semble pas avoir tenu compte des capacités de tallage ou de la précocité.

##### **Conditions de cultures :**

En culture sèche, il faut entre 160 et 300 mm/mois pendant toute la durée du cycle soit 1000 à 1800 mm. La phase d'initiation paniculaire est particulièrement sensible à la sécheresse. En culture aquatique, les sols les plus adaptés sont ceux à texture argilo-limoneuse (70% d'éléments fins), riches en matière organique avec un pH optimum de 6 à 7.

Les sols alluvionnaires ou colluvionnaires des bas fonds, des plaines inondables, sont particulièrement adaptés. En culture sèche, le riz nécessite un sol riche et meuble, avec une bonne capacité au champ<sup>2</sup> car il est particulièrement sensible à la sécheresse (de Laulanié, 2003).

Si les conditions d'alimentation en eau sont variables d'un système de riziculture à l'autre, le cycle de développement du riz suit un schéma identique. Il peut être divisé en trois grandes phases (Annexe 7) :

- **La phase végétative** au cours de laquelle se mettent en place les organes végétatifs (racines, tiges, tiges feuilles) ;
- **La phase reproductive** qui correspond à la mise en place des organes reproducteurs ;
- **La maturation** pendant laquelle les grains formés se remplissent.

Durant chacune de ces phases, les composantes du rendement qui participent à l'élaboration du rendement final, vont être mises en place. Plusieurs facteurs et conditions sont susceptibles d'influer sur la croissance et le développement de la plante et donc sur ces composantes. Mais la sensibilité de la plante à ces différents facteurs varie selon le stade de son développement. Le riz est notamment sensible à la régularité de l'alimentation hydrique, la durée du jour (pour certaines variétés dites photosensibles), aux conditions de température ou d'alimentation minérale.

Selon le système de riziculture, la régularité de l'alimentation hydrique dépend de la pluviométrie, des apports d'eau d'irrigation et de la nature du sol, à travers sa capacité de rétention (liée à la texture du sol et vitesse de percolation). Or le début du cycle de la culture est lié à l'alimentation hydrique des parcelles. Une levée tardive en saison peut jouer sur la durée de la phase végétative et donc sur le

<sup>1</sup> L'initiation paniculaire est déclenchée lorsque la durée du jour passe en dessous d'un certain seuil.

<sup>2</sup> Un sol est à la capacité au champ lorsque, après avoir été saturé, toute l'eau en excès s'est écoulée.

développement des organes végétatifs (pour les variétés photosensibles) ou conduire à une épiaison tardive en conditions non favorables (stress hydrique, température critique) pour les variétés non photosensibles. Les stress hydriques sont surtout néfastes au moment de la phase reproductive et dans une moindre mesure au cours de la maturation. En effet, au cours de la période végétative, des processus de compensation peuvent permettre de limiter l'impact des périodes sèches de courtes durées. De la même manière, des excès d'eau de courte durée en cours de végétation ont des effets limités sur le rendement.

Des températures trop faibles ou trop élevées sont susceptibles de ralentir la croissance de la plante voire d'arrêter l'émission de talles. Les températures critiques diffèrent d'une variété à l'autre autour d'une fourchette de températures optimales comprises entre 18 et 35 °C. Mais c'est surtout au moment de la formation de la panicule que le riz est sensible aux températures faibles (seuil entre 15-20 °C selon les variétés). Elles entraînent en effet la stérilité des épillets. D'autres facteurs sont susceptibles de jouer comme des phénomènes de compétition précoce pour la lumière ou pour l'azote, pouvant conduire à un arrêt précoce du tallage ou un faible nombre d'épillet par panicule.

Ainsi plusieurs facteurs influent sur le rendement du riz. L'artificialisation du milieu (comme l'irrigation) et les techniques culturales peuvent permettre de contrôler en partie les aléas climatiques ou d'en limiter l'impact.

### ***Importance du sol***

Le sol peut être considéré comme un système écologique. C'est en association avec les végétaux qu'il constitue un écosystème, l'autotrophie du système étant alors assurée par les végétaux.

Avec le temps, l'altération des minéraux des roches et la dégradation de la matière organique des êtres vivants les rendent aptes à s'attacher les uns aux autres. Chaque macroagrégat est lui-même composé de plus petites unités accolées, les microagrégats, dans lesquels on distingue des paillettes de limon et des colonies bactériennes soudées par des polysaccharides. La cohésion générale des microagrégats est assurée par une matrice souvent brunâtre, le complexe argilo-humique (Seguy, 2001). L'échelle moléculaire y révèle une liaison chimique étroite entre des feuillets d'argile et de grosses molécules d'humus. Il apparaît la véritable liaison organo-minérale du sol, qui donne à la "terre" sa spécificité. La formation et la stabilité du complexe argilo-humique dépendent de la quantité et de la qualité de la matière organique, de la présence de certaines argiles et de cations de liaison. La faune et la microflore favorisent la formation et la stabilité du complexe.

Ainsi, dès son arrivée sur le sol (litière aérienne) ou dans celui-ci (litière souterraine), la matière organique subit trois types de transformation:

\* Une minéralisation, processus physique, chimique et biologique menant à la transformation des constituants organiques en constituants minéraux;

\* Une humification, processus biologique de néosynthèse de substances organiques par augmentation de taille de certaines molécules;

\* une assimilation par les organismes, consommateurs ultimes à l'extrémité des chaînes de détritus.

Un complexe argilo-humique stable procure au sol des propriétés nouvelles, toutes favorables à sa fertilité: -la floculation des colloïdes argileux et humiques favorise une structure aérée et un stockage hydrique suffisant.

- la liaison argile-humus freine la minéralisation de la matière organique humifiée.

- en s'y liant, l'humus empêche la dispersion de l'argile, évitant le colmatage et la compaction du sol.

- l'intégration de l'argile et de l'humus dans un même composé augmente la capacité du sol à retenir les éléments indispensables aux plantes.

### **Problèmes liés à l'irrigation :**

La détérioration de la structure des sols par l'irrigation est un problème majeur. En effet, l'eau d'irrigation a un effet destructeur de la structure à la fois par l'éclatement des agrégats et la dispersion des colloïdes qu'elle provoque. On y remédie par le mode d'irrigation, par le volume d'eau, qui ne doit pas dépasser les besoins réels, par l'apport de matière organique puisque l'humus est le principal élément stabilisateur de la structure, et par un équilibre satisfaisant des ions.

L'ion nitrique  $\text{NO}_3$ , l'ion sulfurique  $\text{SO}_4$ , l'urée jusqu'à son hydrolyse, sont très mobiles dans le sol. Ils se déplacent très facilement dans le profil. Il faut donc fractionner les apports d'azote et conduire l'irrigation en fonction de la perméabilité du sol et de la position des racines.

L'irrigation crée dans le sol des conditions provisoires d'anaérobioses préjudiciables à une bonne alimentation de la plante. Dans les espaces lacunaires du sol, entre les agrégats, l'eau et l'air circulent normalement. Lors de l'irrigation l'eau prend la place de l'air et le sol manque d'oxygène. La nitrification (transformation de l'ammoniaque en nitrites, puis en nitrates assimilables par la plante) se fait alors plus difficilement dans un sol gorgé d'eau, les racines manquent d'oxygène, les échanges se font mal au niveau de la rhizosphère, d'où une assimilation défective des éléments fertilisants. Pour ne pas entraver la vie microbienne, il faut que cette situation soit provisoire, ce qui implique que l'apport d'eau ne soit pas excessif et que le sol se ressue bien.

#### **. 1-1-2- Importance de la régulation des cycles biogéochimiques**

La production primaire des végétaux n'est pas limitée à la croissance des parties aériennes et racinaires. Il s'agit aussi de la rhizidéposition constituée par l'ensemble des substances organiques émises par la racine et les organismes associés de la rhizosphère. Elle représente une part importante de la matière photosynthétisée totale, en général entre 20 et 50 %, avec des maximums à 80 % (Séguy, 1999). Elle dépasse, en carbone produit annuellement, celui qui est contenu dans les tissus racinaires. La production primaire brute se subdivise donc en trois flux d'importance comparable : la production primaire nette (croissance de la biomasse aérienne et racinaire), la respiration cellulaire ( $\text{CO}_2$ ) et la rhizidéposition (Annexe 8). La racine engendre ainsi dans la rhizosphère un flux considérable de carbone et d'énergie, au bénéfice des organismes hétérotrophes capables d'assimiler cette production.

### **1-2-Techniques rizicoles classiques en place dans la région du lac Alaotra :**

La technique la plus répandue au lac Alaotra est celle de la riziculture repiquée classique. De fait de la longue saison sèche de mai à septembre et des températures plus faibles, une seule culture de riz est possible dans les zones irriguées.

La pépinière. L'établissement d'une pépinière consiste à assurer la 1<sup>ère</sup> phase du développement du riz en milieu contrôlé. Sur de petites surfaces de 10 à 20  $\text{m}^2$ , le sol est ameubli, débarrassé de toutes adventices, mis en boue et nivelé. La pépinière porte un semis très dense. Elle est souvent proche de la riziére mais le repiquage s'effectue au moins un jour après l'arrachage. Le repiquage est très dense, le plus souvent de 80 à 140 kg de paddy<sup>1</sup>/hectare. Il y a peu de repiquage en ligne et peu de sarclage mécanique à la houe rotative. Les rizières sont en général trop inondées, alors que la ressource en eau est limitée. En culture irriguée, la lame d'eau est utilisée comme outil de lutte contre les adventices, elle joue aussi un rôle thermique, et de régulateur de pH.

Les besoins en azote sont importants au moment du tallage et de l'initiation paniculaire. La plupart du temps, on se contente de la fixation naturelle de l'azote de l'air, mais il est conseillé de faire des apports supplémentaires sous forme d'engrais NPK (Azote, phosphore, potassium) (engrais = zezika vazaha).

Le phosphore est absorbé à un rythme régulier jusqu'à la floraison. Le potassium est absorbé en grande partie après la montaison et plus de 80% de la quantité absorbée est stocké dans la paille.

La récolte est tardive (quand les feuilles sont déjà jaunes) alors que le Makalioka, la variété la plus cultivée est sensible à l'égrenage.

Du fait des besoins toujours croissants en riz et avec le développement de nouvelles variétés, plus adaptées aux conditions climatiques, les cultures de riz pluvial sur tanety ou en riziére à mauvaise maîtrise d'eau, sont de plus en plus répandues.

---

<sup>1</sup> Riz non décortiqué

## **. 1-2-2- Le SCV : Semis direct sous couvert végétal**

### ***Principe du SCV***

Du fait de la nature de leurs sols et du régime des précipitations, les milieux tropicaux sont, pour l'essentiel, des milieux fragiles, rapidement dégradables si les modes de culture sont inadaptés. Ce sont aussi les régions où la population croît le plus vite et où la pauvreté affecte le plus grand nombre. Les systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct (SCV) apparaissent comme un des modes de culture les plus appropriés pour assurer à la fois production et protection de la ressource en sol, et permettre ainsi une gestion durable des milieux tropicaux. Ces systèmes sont connus et pratiqués depuis quelques décennies aux Etats-Unis comme en Amérique latine, notamment au Brésil (Dounias et Jouve, 2002).

Les SCV représentent un nouveau type de gestion du milieu que l'on qualifie d'agroécologique. Le principe repose sur la valorisation de l'action de certaines plantes dites de couverture, annuelles ou vivaces, qui permettent de maintenir sur le sol une couverture végétale aussi permanente que possible : le sol doit être recouvert, même en dehors des périodes de culture. Pour préserver cette couverture du sol, le semis direct s'impose. On définit le semis direct par le fait de réaliser le semis sur une parcelle où aucun travail du sol n'a été effectué après la récolte du précédent. Les graines sont donc placées dans un sol non remanié, avec ou non un semoir spécial, dans un sillon ou dans un poquet, à travers la couverture végétale.

La couverture permanente vivante ou morte peut être assurée de plusieurs manières : par la présence de végétation naturelle, par le maintien sur le sol des résidus de la culture précédente ou par l'installation délibérée de plantes cultivées dont la principale et parfois l'unique fonction est d'assurer la couverture du sol comme c'est le cas de la culture du Mucuna dans les systèmes de culture maïs-Mucuna.

Les conditions climatiques qui différencient les zones tropicales humides des zones plus sèches et tempérées jouent un rôle déterminant dans la nature de ces types de couverture végétale : En zones tempérées et subtropicales, il existe une saison froide qui permet de maintenir sur le sol des débris végétaux qui ne se décomposent que très lentement. Le couvert végétal peut donc être constitué des résidus de la culture précédente, à condition qu'ils soient présents en quantité suffisante. On retrouve les mêmes conditions de décomposition lente pendant la saison sèche des zones tropicales. Par opposition, en zones tropicales chaudes et humides, les résidus de récolte se décomposent très vite et ne peuvent donc recouvrir le sol que de façon éphémère. Le principe consiste alors à combler (avant et/ou après) la période d'occupation du sol par les cultures, en contrôlant le développement de plantes de couverture.

Lorsque plusieurs espèces sont cultivées simultanément sur la même parcelle, elles entretiennent fréquemment des relations de concurrence ou de complémentarité pour l'accès aux facteurs du milieu : eau, lumière, éléments minéraux. De toute évidence, les associations les plus intéressantes sur le plan agronomiques sont celles qui, au niveau de l'espace aérien et de l'espace souterrain valorisent des complémentarités et limitent les concurrences entre espèces cultivées. Il est fréquent d'expliquer l'effet bénéfique de l'association par le choix d'espèce dont les systèmes racinaires explorent des volumes de sol différents.

### ***Les effets du SCV***

Le SCV correspond au concept de biomasse renouvelable, appelé "Pompe biologique" (Annexe 9). La biomasse "d'intercultures" qui garantit la couverture permanente du sol, même dans les conditions les plus propices à la minéralisation active de la matière organique (pluviométrie et températures élevées), possède de multiples fonctions essentielles et complémentaires tant en surface qu'en profondeur (Annexe 10).

#### **En surface (Annexe 11)**

✓ **Les phénomènes d'érosion sont réduits** grâce à une protection physique de la surface par les couvertures contre les excès climatiques, la matière organique est conservée dans les sols.

✓ **Il y a une limitation des adventices** grâce à la compétition des couvertures végétales (principalement une compétition au niveau de la lumière, effet "ombrage"). De plus, certaines

couvertures présentent des effets allélopathiques<sup>1</sup>. Dans certains cas, on observe de même une réduction des maladies et du parasitisme.

✓ **La couverture joue une fonction alimentaire** pour la culture principale (régulée par le rapport C/N (carbone/azote) et la teneur en lignine des parties aériennes et racinaires). L'utilisation de légumineuses comme plantes de couverture contribue également à l'amélioration du statut azoté du sol.

✓ **Il y a une meilleure régulation de l'eau et de la température**, la couverture jouant un rôle d'écran, qui protège aussi la faune, ainsi qu'un rôle d'amortisseur pour le passage des engins et animaux lourds.

✓ **La fixation du carbone (CO<sub>2</sub> atmosphérique) est plus importante** dans la biomasse produite, conservée, minéralisée et humifiée. Le SCV peut contribuer ainsi à la limitation de l'effet de serre et à la protection de l'environnement.

### **Dans le sol**

✓ **La présence d'une couverture végétale permanente limite la baisse du taux de matière organique du sol** que l'on observe habituellement après sa mise en culture. Dans certains cas, ce taux de matière organique peut même être augmenté.

✓ **On note une forte amélioration de la structure du sol** (qualité de l'espace poral qui est très filtrant, aéré, et en même temps très résistant à la déformation par la pression des machines et des animaux), qui favorise l'infiltration de l'eau et l'enracinement des cultures et donc améliore leur alimentation hydrique. La disparition de la semelle de labour permet un enracinement des cultures plus en profondeur, et la présence d'une litière augmente la disponibilité de l'eau dans le sol (le ruissellement est réduit, l'eau s'infiltre mieux, l'évaporation diminue, il y a une amélioration de la capacité de rétention et réduction de l'évaporation), les précipitations sont alors mieux valorisées.

✓ Cet effet se répercute sur **l'Utilisation de l'eau profonde du sol**, à l'image de l'écosystème forestier en saison sèche. Cette capacité de se connecter à la réserve d'eau profonde permet de produire de la biomasse verte en saison sèche, d'injecter du carbone en continu dans le profil cultural et d'entretenir une activité biologique soutenue.

✓ **L'activité biologique est augmentée** grâce aux apports en matière organique fraîche (par restitution de litières aériennes et racinaires, meilleure humification) et aussi favorisée par la régulation des flux thermiques et hydriques (dans un sol plus humide, avec des variations de température moins marquées, la vie des microorganismes est plus intense), et favorisée par des conditions privilégiées car jamais remanié et propices au développement et à l'activité de la faune et de la microflore.

✓ **Il y a un recyclage des nutriments lixiviés** en profondeur à l'image de la forêt. Cette fonction permet au système sol-plante de fonctionner en "circuit fermé" avec des pertes minimales en éléments minéraux. Il y a recyclage à chaque saison de culture des ions lixiviés en profondeur en particulier les nitrates, la potasse et le calcium qui sont remontés en surface. Pour ce faire, les systèmes racinaires des biomasses doivent combiner la profondeur d'exploration et une forte surface d'interception (systèmes fasciculés des graminées).

✓ la couverture joue le **rôle de "pompes biologiques** et **favorise une meilleure fertilité** du sol (par l'extraction accrue de nutriments par le système racinaire, puis remise à la disposition des cultures par minéralisation de la matière sèche).

---

<sup>1</sup> L'allélopathie correspond à l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux vivants ou morts. Ces phénomènes s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage des espèces allélopathiques ou leur succédant sur le même terrain.

- ✓ La couverture assure un pouvoir désintoxicant des biomasses végétales (contre la toxicité aluminique par exemple (*le genre Brachiaria*) ou contre la salinité.

## **Avantages pour l'agriculteur**

Il résulte de ces différents mécanismes que les SCV permettent une bonne gestion de la fertilité physico-chimique du sol qui est une des conditions premières de la durabilité des systèmes de culture. En effet, les apports d'azote par une légumineuse sont particulièrement intéressants pour la prochaine culture de riz (Annexe 12); ils permettent de maintenir le rendement obtenu en diminuant les quantités d'intrants achetés, dans une période où l'augmentation du prix des engrains est difficilement supportable par les paysans.

L'absence de labour permet une mise en place rapide de la culture, d'où une bonne valorisation des premières précipitations de la saison des pluies. Ceci est très avantageux pour les agriculteurs qui ne sont pas propriétaires d'équipements de travail du sol et qui doivent avoir recours à la location de matériel parfois indisponible au moment désiré.

La biomasse peut également être avoir une vocation fourragère (intégration agriculture-l'élevage), Lorsqu'elle est correctement assurée, la couverture empêche le développement des adventices. Les bénéfices qui en résultent sont à la fois agronomiques et économiques par la réduction des opérations de désherbage même si le contrôle de la couverture végétale nécessite dans certains cas le recours aux herbicides.

Le SCV permet de supprimer totalement la jachère, et libère ainsi des terres. La remise en production de ce potentiel paralysé se fait à partir d'espèces fourragères qui restaurent rapidement la fertilité (physique, biologique), et dominent totalement les adventices. Ces espèces fourragères, ubiquistes permettent d'intégrer l'agriculture et l'élevage, et répondre de ce fait à la tradition d'élevage de la région.

### **. 1-2-3-Le MAFF (Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa), dérivé du SRI (Système de Riziculture Intensive)**

#### ***Historique du SRI***

Ce qu'on appelle aujourd'hui le SRI, Système de Riziculture Intensive, ou Voly vary maro anaka (riziculture qui enfante beaucoup) ou ketsa 8 andro (plants de 8 jours), est une technique apparue grâce à Henry de Laulanié, dans les rizières du petit séminaire à Antsirabe à Madagascar.

En novembre 1983, une pépinière impossible à agrandir devait fournir des plants à des rizières dont la surface avait doublé. La solution fut de faire deux semis dans le mois, ce qui revenait à repiquer des plants de quinze jours au lieu de trente. A la grande surprise des expérimentateurs, on obtint des pieds de riz de plus de 20 épis. Les années suivantes, en repiquant encore plus tôt (12, 10 et 9 jours) les pieds furent encore plus gros, jusqu'à 60 et 80 tiges, et les rendements en conséquence (de Laulanié, 2003).

En réalité, ce phénomène biologique, avait été étudié en détails par un scientifique japonais dans les années 1920, mais publié après la seconde guerre mondiale par Katayama et traduit par Moreau (1987). C'est des années plus tard, en lisant la théorie des phyllochrones, que de Laulanié comprend alors pourquoi le repiquage de plants très jeunes, qu'il avait fortuitement pratiqué, conduit à une augmentation très importante du tallage.

#### ***Principe du SRI***

Le plant de riz suit un patron de tallage très précis. Le nombre de panicules (talles fertiles) obtenues, dépend du nombre de phyllochrones de croissance qui peut-être complété avant que le plant passe de sa phase végétative à sa phase reproductive, (l'énergie disponible pour la croissance, étant redistribuée pour la floraison et la formation des grains).

La première talle émerge au cours du premier phyllochrome, mais ensuite la plante ne produit rien avant le 4<sup>ème</sup> phyllochrome, 12 à 18 jours plus tard. A ce stade, la seconde talle (la première du brin maître) émerge, et au cours du 5<sup>ème</sup> phyllochrome, apparaît la 3<sup>ème</sup> talle. Ensuite, durant le 6<sup>ème</sup> phyllochrome, 2 nouvelles talles apparaissent, l'une sur la tige principale, l'autre à la base de la seconde tige. Le 7<sup>ème</sup> phyllochrome, produit 3 talles, le 8<sup>ème</sup>, 5 talles et les suivants produiront, 8, 13, 20 ...talles. De sorte, le 12<sup>ème</sup> phyllochrome, si il peut être complété avant la floraison, engendre 31 talles (Defeng et al, 2002).

En termes mathématiques, de Laulanié, découvre que les trois premiers phyllochromes produisent uniquement 1 talle ( $4^0$ ), les trois phyllochromes suivants produisent 4 talles ( $4^1$ ), les trois suivants en produisent 16 ( $4^2$ ), les 3 suivants, 64 ( $4^3$ ), jusqu'à un total possible de 84. Dans des conditions très favorables, le plant peut atteindre le 13<sup>ème</sup> phyllochrome de croissance et produire ainsi 100 talles ou plus (tab.III).

**Tableau III :** Généalogie des tiges du riz, principe du tallage. (Source : De Laulanié)

GENEALOGIE DES TIGES DU RIZ SELON KATAYAMA 8 talles primaires – 15 phyllochromes															
feuille n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
brin maître	1														
talles primaires		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
" de 2 <sup>e</sup> rang				1	2	3	4	5	6	7	8	7	6		
" de 3 <sup>e</sup> rang						1	3	6	10	15	21	28	36		
" de 4 <sup>e</sup> rang								1	4	10	20	35	56		
" de 5 <sup>e</sup> rang									1	5	15	35			
" de 6 <sup>e</sup> rang										1	6				
total cumulé	1	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	88	142	228	367
par feuille	1	0	0	1	1	2	3	5	8	13	21	33	54	86	139
par 3 feuilles	1				4			16			67			279	
série de Laulanié	$4^0 = 1$				$4^1 = 4$			$4^2 = 16$			$4^3 = 64 \text{ dx=3}$			$4^4 = 256 \text{ dx=23}$	

Ce tableau permet de suivre l'évolution des ramifications (tige + descendance) et met en évidence que les 2 premières talles peuvent générer 64% de toutes les tiges, et donc des grains. On garantit un tallage maximum en repiquant à 2 feuilles, soit plus d'un cycle avant l'apparition de la première talle (Annexe 6).

Ce phénomène permet de comprendre que les bénéfices d'un repiquage précoce ont bien une base physiologique. Des plants repiqués après le 3<sup>ème</sup> phyllochrome, alors que la phase de tallage commence à s'accélérer, ont leur processus de croissance retardé. Même si les autres conditions environnementales sont bonnes, ces plants seront incapables de produire autant de talles que des plants repiqués plus précocement. La plupart des plants complètent uniquement le 7<sup>ème</sup> ou 8<sup>ème</sup> phyllochrome de croissance avant le début de la floraison, du fait d'un repiquage trop tardif.

Une synergie apparaît car les plants ne peuvent pas taller sans les conditions adéquates pour la croissance des racines, pour supporter les besoins d'une plante plus grande. Cela nécessite des conditions d'humidité, une disponibilité en nutriments, une température et de l'espace suffisant pour la croissance des racines.

Une partie des nutriments utilisés pour la croissance des racines provient de la photosynthèse dans les feuilles extérieures. Avoir d'avantage de talle nécessite d'avoir plus de racines et vice et versa.

Une première observation considérée dans le SRI est que la masse racinaire augmente lorsque les plants sont repiqués séparément (et non en poquet) et avec un large écartement. De plus, lorsque les racines subissent un petit stress hydrique, la croissance se fait plus en profondeur, et si l'on applique du compost plutôt qu'un fertilisant elles ont besoin d'explorer un plus grand volume de sol.

Plusieurs études (notamment une équipe française de l'ORSTOM, (Puard et al, 1989)) ont examiné la croissance racinaire et les fonctions qui pourraient entraîner une telle différence.

Elles ont mis en évidence que lorsqu'une variété de riz pluvial (IRAT-13) poussait dans des conditions non submergées (en rizière aérée), une coupe des racines montre une formation symétrique (normale) du système vasculaire, avec le xylème conduisant l'eau et les nutriments vers les feuilles, et le

phloème distribuant les produits de la photosynthèse des feuilles vers les racines. Lorsque cette variété poussait en condition submergée, la formation de poches d'air (les aérenchymes) déplaçait la plupart du système vasculaire pour permettre à l'oxygène récupéré au niveau des feuilles de descendre jusqu'aux racines.

De façons similaires, lorsqu'une variété « irriguée» (IRAT-173) poussait dans des conditions submergées, on observait le développement d'aérenchymes, déformant la section des racines. En condition aérée, la section de racine de cette variété était « normale », identique à celle de la variété IRAT-13 dans les mêmes circonstances, et sans déplacement des canaux de xylème et phloème (Annexe 7).

En effet, le manque d'oxygène entraîne une fermentation anaérobique et la production d'acide lactique, ainsi que l'inhibition de la phosphorylation oxydative (moindre production d'ATP (adénosine triphosphate), inhibition de l'excrétion des protons dans le milieu, flux de protons H<sup>+</sup> de la vacuole vers le cytoplasme). Cela cause une acidification du cytoplasme des cellules. Les ions acides H<sup>+</sup> en surabondance captent des ions oxygène, notamment sur les biomembranes des cellules qui éclatent, il y a lyse des cellules.

Une autre étude (Kar et al, 1974) a comparé la croissance des racines d'une variété de riz selon deux conditions, inondée ou dans un sol bien drainé, et cultivée en pot de manière à pouvoir suivre le développement des racines à différents stades. Il a été montré, que bien qu'il y ait une croissance plus forte des racines en condition inondée, avec le temps, lorsque la plante atteint le stade de floraison, 78% des racines avaient dégénéré, alors qu'il n'y avait pas de dégénérescence significative dans un sol bien drainé.

Ce résultat, avec les observations de Puard, renforce l'argument que les racines se développent mieux dans un sol maintenu humide mais non inondé, et périodiquement asséché.

De plus, des passages répétés avec une houe rotative, participent à l'aération du sol. Un meilleur développement des racines supportera un meilleur tallage et donc plus de grains au moment du stade reproductif.

### ***Les points principaux du SRI***

#### **✓ Age des plants au repiquage**

L'idée que les plants plus grands et plus matures survivront davantage au repiquage et auront une meilleure croissance, est généralement répandue auprès des riziculteurs. Alors que les jeunes plants de riz sont traditionnellement transplantés à 30 jours (il est même commun de voir des plants transplantés à l'âge de 40 ou 50 jours), le SRI suggère de repiquer des plants très jeunes de préférence entre 8 et 12 jours pour maximiser le potentiel de tallage puisqu'il existe une corrélation négative entre l'âge des plants au repiquage et le potentiel de production. D'autre part, plus les plants sont jeunes, plus ils cicatrisent vite ; Les zones de croissance et les méristèmes sont proches des fractures produites à l'arrachage.

#### **✓ Soins aux plants**

Traditionnellement, l'arrachage des plants pour le repiquage est pratiqué sans soin, les radicelles qui sont plus minces mais plus opérationnelles que les racines, cassent et restent en terre. A l'arrachage, une bonne partie du système radiculaire reste enfouie dans le sol de la pépinière. De plus une pratique couramment observée à l'arrachage consiste à secouer énergétiquement et frapper une botte de plants, afin de faire tomber la boue accrochée aux racines. Cela abîme fortement les plants qui mettent plusieurs jours à repartir. Le SRI préconise de transplanter les plants avec beaucoup de soins de la pépinière et dans les plus courts délais (1 heure au maximum, contre 1 journée traditionnellement).

#### **✓ Espacement**

En Chine et dans un grand nombre de pays de tradition rizicole, les jeunes plants sont repiqués par poquet de 3 ou 4, voire plus. Cela pour augmenter les chances qu'au moins un plant survive à l'épreuve du repiquage et obtenir au moins un plant adulte. Cependant, avec une transplantation "en douceur", le taux de mortalité est très faible, et les plants qui meurent peuvent être remplacés au cours des 10 premiers jours. Lorsque les plants sont transplantés de manière trop serrée, il y a compétition pour

l'espace et les nutriments, ce qui entraîne une inhibition de la croissance. Mais le raisonnement traditionnel prend l'argument suivant en jeu : un repiquage serré est essentiel pour minimiser l'envahissement par des adventices et donc obtenir des meilleurs rendements. Avec la technique du SRI, les plants repiqués séparément sont espacés au moins de 25 cm par 25 cm. Ils sont repiqués en carré. Cela facilite le sarclage mécanique dans deux directions plutôt qu'une.

Repiquer moins de plants au m<sup>2</sup>, pour obtenir de meilleurs rendements paraît contradictoire, mais cela fournit en réalité davantage de place pour les racines et facilite le tallage. De ce fait, la technique du SRI permet d'économiser des semences.

✓ Contrôle de l'eau.

Depuis des siècles et partout dans le monde, s'est répandue l'idée que le riz est une plante aquatique et qu'elle pousse mieux dans l'eau avec un sol saturé. Cependant, avec le SRI, le paddy\* est gardé hors de l'eau pendant toute la période de croissance végétative. L'eau est appliquée uniquement pour maintenir le sol humide, il est recommandé de faire des assecs sur des périodes de 3 à 6 jours. Cela permet de maintenir le sol aéré et renforce la croissance des racines (Shao-Hua et al, 2002). C'est uniquement après que la floraison ait débutée, que l'on peut inonder la rizièrre avec 1 à 3 cm d'eau pendant la phase reproductrice. La rizièrre est ensuite drainée, environ 25 jours avant la récolte.

Le SRI a déjà apporté des résultats probants. Cette technique capitalise le potentiel génétique qui a toujours existé dans le riz, mais qui reste négligé par la pratique des techniques communes. Couramment pratiquée en Asie du Sud-est, la technique permet d'atteindre un rendement moyen de 7 t/ha (Dobermann, 2004). Des essais de SRI ont été menés au Cambodge (qui doit faire face à l'augmentation constante de sa population). La surface des terrains des paysans et la fertilité du sol diminuent d'années en années. La monoculture de riz est généralement pratiquée, sans considération pour la fertilité du sol. Inspiré de l'exemple Malgache, une expérience de SRI menée par le Cedac (centre d'étude et de développement agricole cambodgien, 2001), et conduite avec un petit échantillon (28 paysans) a donné des résultats très encourageants

A Madagascar, les expériences menées ont permis de tripler en moyenne les rendements (de 2,5 à 8 t/ha au parc national de Zahamena) (Uphoff, 1999).

Cependant, les rendements maximums ne sont pas l'objectif principal du SRI, et spécialement avec la vue de l'agriculture durable. Accroître les facteurs de productivité, en utilisant la terre, le labour et l'eau de façons plus efficaces, tout en réduisant la pression sur la terre et les ressources en eau est plus important. C'est dans ce sens, que le SRI peut avoir un effet positif sur l'environnement.

### ***Le projet Tetikasa mitsitsy ambioka***

De manière globale, la technique du MAFF proposée au lac Alaotra, est fortement inspirée du SRI, mais moins exigeante, elle prend davantage en compte les contraintes des paysans. Il est conseillé de repiquer des plants jeunes, tout en tenant compte des possibilités liées aux conditions climatiques. L'alignement des plants n'est pas exigé mais recommandé seulement à ceux qui veulent utiliser la sarcluse mécanique.

La sensibilisation des paysans à cette technique a été mise en place pour la saison 2004-2005 autour du thème de l'économie des semences, en montrant son interaction avec les autres éléments de la technique culturale des riziculteurs. Le nom de l'action au sein du sous-projet est **Tetikasa mitsitsy ambioka** (économie des semences).

Durant la saison 2004-2005, la démonstration et mise en pratique après une formation sur table et sur terrain, auprès de riziculteurs, a permis d'améliorer les façons culturales selon les critères suivants (Vallois, 2004) :

- Diminution drastique de la densité des plants semis clair, 7-15 kg semence/ha au lieu de 80-160 kg/ha ;
- Repiquage de plants plus jeunes (15-21 jours) ;
- Arrachage en douceur (sans frapper ni laver les racines) ;
- Repiquage immédiat (non le lendemain), repiquage plaqué et peu profond.

-Facultativement, en ligne ou au carré si emploi de la houe rotative. (On sait que la houe rotative est l'instrument le plus efficace contre les herbes et contre le milieu favorable aux insectes et maladies qu'ils entretiennent. Le sarclage est fortement recommandé (meilleure oxygénation des racines), la sarcluse, étant en plus, le moins cher des outils agricoles et le plus productif pour l'augmentation du rendement (1 tonne/ha supplémentaire environ).

#### **RESUME SCV / Maff**

**Le SCV (Le Semis Direct sur Couverture Végétale) permet d'apporter un certain nombre de réponses aux problèmes de dégradation de l'environnement. Cette technique permet notamment de protéger le sol grâce à la présence d'une couverture végétale permanente. Elle favorise l'infiltration de l'eau de pluie au détriment du ruissellement superficiel à l'origine des phénomènes érosifs, tout en enrichissant le sol en matière organique issue de la décomposition de la couverture. Le SCV permet d'accroître les rendements, et présente l'avantage de pouvoir s'appliquer à toutes les cultures, du riz au maïs, en passant par le manioc ou le maraîchage.**

**En se référant aux principes du Système de Riziculture Intensive, le MAFF (*Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa\**) consiste à modifier quelques pratiques culturales, (diminution par dix de la densité des plants, repiquage plus précoce, arrachage en douceur, repiquage immédiat et peu profond). Ces améliorations des façons culturales devraient permettre d'économiser des semences, tout en assurant une récolte au moins égale à celle obtenue par la technique traditionnelle.**

## **2- Problématique**

Au vu de la situation présente au lac Alaotra et de la diffusion actuelle de nouvelles techniques agro-écologiques, nous avons défini notre problématique (Annexe 13), il s'agit de :

- Comprendre le fonctionnement des exploitations et leur dynamique.**

Pour cela on s'intéressera :

- au fonctionnement des exploitations en fonction des ressources disponibles
- à l'identification des principales contraintes à la mise en place des cultures

- D'évaluer les possibilités d'améliorer les techniques rizicoles pour diminuer un ensemble de contraintes relatives à la mise en place des cultures hors périmètre.**

- en évaluant les résultats et la satisfaction des exploitants qui pratiquent le SCV et/ou le Maff

- D'évaluer la pertinence de la combinaison du SCV et Maff pour lever les contraintes liées aux ressources de l'exploitation.**

Pour cela, on étudiera la possibilité d'associer dans le temps les deux techniques au cours d'une saison de culture, en tenant compte des calendriers culturaux et des contraintes hydriques.

- D'évaluer la Réceptivité des paysans faces aux techniques proposées et leur capacité à les mettre en place en fonction de leurs ressources.**

On s'intéressera aux méthodes de communication et au mode de vulgarisation utilisés pour chacune des deux techniques proposées au lac Alaotra.

Les principales hypothèses avancées pour articuler notre démarche sont les suivantes :

- Les conditions climatiques ont un impact très important sur les pratiques culturales
- Les systèmes d'activité développés dans l'exploitation influent sur les stratégies paysannes
- Les besoins des exploitants sont variables, il faut donc être en mesure de proposer des méthodes adaptées aux différentes situations.
- La combinaison du SCV et Maff permettrait de lever des contraintes concernant les calendriers culturaux.
- La diffusion du SCV pourrait permettre de faciliter l'intégration des activités d'agriculture et d'élevage en fournissant des aliments aux animaux dans les moments critiques.

### **2-1- Démarche et méthodologie**

#### **. 2-1-1-Démarche**

Il est nécessaire d'étudier le fonctionnement des exploitations pour analyser les systèmes de culture mis en place. « *Le fonctionnement global d'une exploitation est l'enchaînement de prises de décisions de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'avantages, en vue d'atteindre des objectifs qui leurs sont propres et qui gouvernent les processus de productions présents sur l'exploitation* » (Cirad, 2003). Ainsi un certain nombre de questions relatives à la famille, au milieu et à l'exploitation sont nécessaires pour comprendre la stratégie de l'exploitant, qui est dépendante de multiples facteurs.

L'étude des pratiques agricoles devrait permettre de répondre à plusieurs questions notamment :

- Comment s'effectue le choix des pratiques ?,
- Comment les cultures sont-elles mises en place avec les moyens disponibles ?,

- Quelles performances retire t-on des ces pratiques ?
- Quel est l'intérêt pour l'exploitant de pratiquer le SCV et /ou le Maff ?
- Que peut-on améliorer dans l'organisation au sein de l'exploitation?

Pour ce faire, on essaiera de mettre en relation les calendriers relatifs aux différents systèmes productifs de l'exploitation afin de repérer les périodes de forte sollicitation et les périodes de sous emploi des ressources de l'exploitation.

En effet, il nous semble important de repérer les principaux goulets d'étranglement auxquels l'exploitant se trouve confronté : pointes de travail et déficit en main d'œuvre, déficit fourrager, défaut de trésorerie, équipement insuffisant, difficulté de stockage et de conservation des produits. Il s'agit :

**①** D'inventorier dans un premier temps, les ressources disponibles dans l'exploitation (des surfaces cultivables, de force de travail, de l'équipement)

**②** Comprendre les critères de choix d'affectation dans les cas d'une forte concurrence entre sous systèmes productifs, et caractériser les priorités de l'exploitant :

A court terme, au moment d'une pointe de travail ou de soudure : choix d'affectation de trésorerie, de force de travail, de fourrage.

A moyen terme, choix d'un assolement, ou investissement en intrants.

A long terme, les choix peuvent porter sur un investissement, des réalisations d'un aménagement foncier, de développement d'un système de culture ou d'élevage.

**③** Analyser comment l'exploitation fait face à ces goulets d'étranglement en répartissant l'utilisation des ressources en quantité limitée (terre, main d'œuvre, outils).

L'ensemble de ces prises de décisions par l'exploitant, participe au fonctionnement technique de l'exploitation (Cirad, 2003).

De surcroît, il semble important de garder à l'esprit une vision plus globale de la situation, des pratiques isolées au niveau d'une exploitation pouvant avoir des conséquences à une échelle supérieure. Par exemple, la fragilisation des sols et le ruissellement sur certaines parcelles peuvent entraîner des dégâts sur les aménagements situés en aval et indirectement engendrer une diminution des rendements des exploitations environnantes très liées au bon fonctionnement des aménagements hydro-agricoles.

D'autre part, certaines pratiques locales liées à des activités annexes, telle que l'élevage, peuvent influencer le choix de l'agriculteur, par exemple, la divagation des troupeaux sur les parcelles.

Il semble donc important de raisonner, dans la mesure de nos moyens, à plusieurs niveaux :

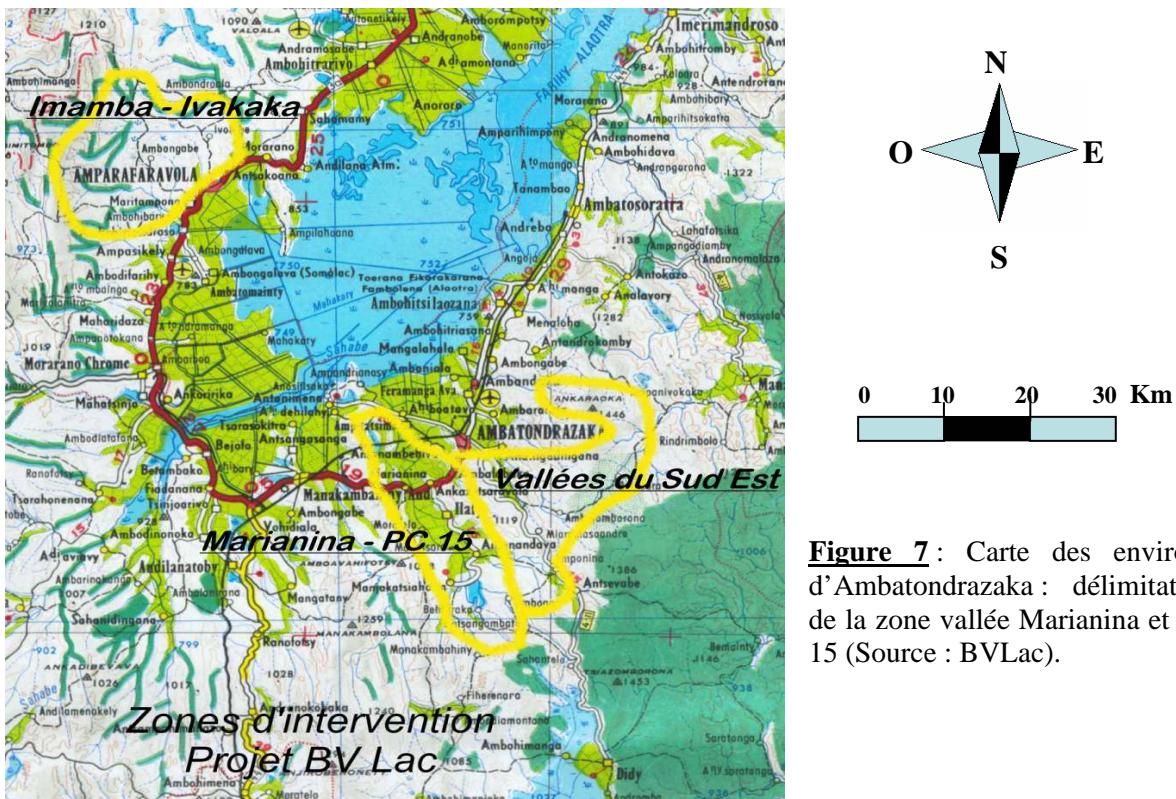
- à l'échelle de la parcelle ;
- à l'échelle de l'exploitation pour comprendre l'origine et le bien fondé des choix opérés concernant les systèmes de cultures, qui tiennent compte de la combinaison des ressources disponibles au sein de l'unité d'exploitation (surface cultivable, main d'œuvre, équipement, association avec l'élevage trésorerie, activité annexe) ;
- à l'échelle de la toposéquence (transect d'une unité de paysage) (Annexe 5) et plus largement à l'échelle du bassin versant, dont l'aménagement doit pouvoir répondre aux besoins et intérêts divers des exploitants en fonction de leur situation.

### **. 2-1-2-Méthodologie**

#### ***La zone d'étude***

Sur 649 200 ha de superficie totale de la région, à peu près 85% sont cultivables soit 564 000 ha dont 80 000 ha de rizières. Le projet BV Lac intervient dans 3 zones de cette région :

- Imamba-Ivakaka
- Hauts Bassins Versants du Sud Est
- Vallée Marianina-PC 15.



**Figure 7 :** Carte des environs d'Ambatondrazaka : délimitation de la zone vallée Marianina et PC 15 (Source : BVLac).

La zone de notre étude concerne la Vallée Marianina-PC 15 (Annexe 14) car elle constitue une région pilote tant au niveau de la riziculture irriguée, que des cultures pluviales sur les proches bassins versants.

Cet ensemble représente 4 600 ha de surface. Le PC 15 (anciennement Périmètre de Colonisation) fait environ 2 800 ha de surface et la Vallée Marianina environ 1 800 ha. La vallée Marianina est découpée en deux parties par un canal d'irrigation provenant du lac de Bevava. La rive gauche de la vallée dispose d'un réseau d'irrigation alors que la rive droite n'est pas aménagée. Les parcelles de la rive droite sont donc en mauvaise maîtrise d'eau, l'apport d'eau dépend des précipitations et les récoltes sont particulièrement aléatoires.

Les parcelles de la rive gauche sont considérées comme irriguées et l'apport d'eau peut être en partie régulé par l'ouverture du barrage de Bevava. Le PC 15 dispose d'un bon réseau d'irrigation (l'eau provenant du lac de Bevava), le sol est humifié, bien drainant, et globalement de bonne qualité. Cependant, les lâchers d'eau précoce des réservoirs, risquent de provoquer l'épuisement des réserves ou d'abaisser de façon trop importante le plan d'eau en dessous des seuils de prise, et ne peuvent donc être réalisés que pour de très faibles volumes. Les préirrigation (irrigation avant l'arrivée des pluies), sur ce type de périmètre sont donc très difficiles. L'irrigation en début de saison dépend donc de la pluviométrie. De même, il est exclu d'entamer ses réserves pour l'irrigation de contre saison.

Depuis l'aménagement de la vallée Marianina, l'eau du barrage de Bevava est conduite directement par le canal principal de la rive gauche, dans un autre canal qui traverse la digue d'Ambohiboromanga. L'eau est ensuite répartie sur deux canaux principaux puis dans des canaux secondaires qui délimitent les mailles hydrauliques. Au niveau de chaque prise secondaire, un ouvrage de régulation de débit constitué par un seuil en béton et une vanne à glissement permet de contrôler le niveau d'eau dans le canal principal. Le drainage du périmètre est assuré par un réseau de drains (principaux et secondaires) (Belloncle et al., 2002).

Depuis une décennie, avec l'absence de pluie en début de campagne, on assiste à un décalage du calendrier agricole pour la majorité des exploitants du PC15. Les usagers sont toujours contraints d'attendre la pluie pour le repiquage.

Théoriquement, l'ouvrage régulateur sur le canal principal au niveau de chaque prise secondaire, contrôle le plan d'eau. Donc quelque soit le débit disponible dans le canal, le système de contrôle doit permettre de répartir sans problème l'eau sur les différents canaux secondaires. Si le débit est trop faible, le principe d'un tour d'eau devrait être appliqué (rotation entre canaux principaux). Mais ce principe est mal compris par les usagers du PC15 et n'est jamais mis en pratique, même en période d'insuffisance d'eau en début de campagne. D'autre part, il persiste des problèmes liés au dimensionnement des prises secondaires (section trop faibles par rapport au besoin en eau) ou d'ensablement, certains siphons se trouvant bouchés alors que des berges sont ravinées par des débordements lors de la saison des pluies (Annexe 12).

Une sécurisation du barrage de Bevava a permis l'amélioration de la mobilisation des ressources en eau, en remontant la cote plan d'eau maximum. La construction de la petite retenue annexe de Madioambany, permet de fournir une capacité de stockage du barrage de Bevava de l'ordre de 7 millions de m<sup>3</sup> (MAEP, 2004). Toutefois afin de rétablir un certain équilibre au sein de la vallée, le projet tente de sécuriser les récoltes de la rive droite grâce à l'introduction de nouvelles variétés.

### ***Raisonnement du choix des adoptants***

L'étude s'intéresse à des caractères plutôt qualitatifs que quantitatifs. En effet, elle consiste à donner les caractéristiques comparatives des 3 techniques (MAFF, SCV, Culture traditionnelle) et proposer ensuite des recommandations pour pouvoir combiner le SCV et le MAFF ; Nous avons considéré que cela ne requiert pas d'analyses statistiques qui auraient nécessité un échantillon représentatif en terme de proportion des différentes catégories de la population.

L'échantillon final à enquêter compte 30 exploitations. Ce nombre, est volontairement restreint pour favoriser une étude en détail des systèmes de cultures avec toutes leurs caractéristiques et dégager un maximum d'informations de chaque entretien, plutôt qu'un survol d'un grand nombre d'exploitations qui avec le temps impari pour le stage, n'aurait pu apporter les informations suffisamment précises sur les pratiques culturelles qui font l'objet de l'étude.

L'échantillon pris ne tient donc pas compte de la proportion réelle de ces trois catégories de population mais recouvre une part importante de la diversité des systèmes de cultures rencontrés au lac.

Deux listes d'adoptants nous ont été fournies par les responsables de la vulgarisation et diffusion des deux techniques, BRL (Bureau d'étude : Société d'Aménagement du Bas-Rhône et du Languedoc) pour le SCV et Le projet Mitsitsy ambioka\* pour le Maff.

Un échantillon de la population a ensuite été sélectionné, à partir de plusieurs critères, et cela afin de garder un total de 30 exploitants.

En ce qui concerne le SCV, la liste initiale comptait 125 adoptants dans la vallée Marianina.

Les critères de discrimination ont porté sur :

- La Répartition en terme de surface cultivable des parcelles situées sur tanety, baiboho (bas de pente) et rizière en bonne et mauvaise maîtrise de l'eau, mises en culture par un même exploitant
- La pratique de l'élevage ou non au sein des exploitations, ce critère pouvant influencer les agriculteurs dans le choix des cultures.
- Le nombre d'années de pratique du SCV (certains adoptants ont débuté il y a 5 ans et bénéficient d'une certaine expérience)

En ce qui concerne le Maff, la liste initiale comptait une cinquantaine d'adoptants. Le choix des exploitants à enquêter s'est fait de façon aléatoire, en tenant compte tout de même de la facilité d'accès, étant donné le mauvais état des pistes à cette saison.

La liste finale des personnes à enquêter regroupait 15 villages.

### ***Préparation du questionnaire***

- Renseignements auprès des personnes ressources

Une première étape a consisté à consulter les résultats des derniers recensements, ainsi qu'en des entretiens avec les personnes ressources, notamment avec les spécialistes de BVLac, les techniciens de BRL (l'organisme vulgarisateur du SCV), et de Mr. Vallois, (un consultant individuel, vulgarisateur du MAFF au Lac Alaotra).

- Elaboration du questionnaire

Une première version du questionnaire a été élaborée puis complétée avec l'aide de deux étudiants de l'Université de Tananarive (Ramiaramanana rindra Anna et Rakotomalala Tojoharivelo), stagiaires pour une durée de 1 mois au projet Bvlac.

Le questionnaire était volontairement constitué de questions fermées pour obtenir des chiffres ou des dates précises, mais aussi de questions ouvertes afin de recueillir les avis et favoriser les échanges et la discussion.

Le questionnaire se décomposait en plusieurs parties (Annexe 15) :

La 1<sup>ère</sup> partie regroupe des questions assez générales sur l'exploitation, la composition de la famille et sa participation aux diverses tâches, un inventaire des parcelles cultivées au cours de la saison, avec le recueil d'informations sur leur situation géographique, leur superficie, le mode de mise en valeur et les cultures pratiquées. Un inventaire du matériel disponible était demandé. Cette première partie permet d'établir un constat de la situation actuelle des exploitations enquêtées et d'avoir une idée précise des moyens disponibles.

La deuxième partie s'intéresse au détail des activités et pratiques culturales sur les parcelles de rizières irriguées et cultivées selon les différentes techniques : classique, Maff ou SCV (superficie, variétés cultivées, quantité d'intrants, origine et quantité des semences, production sur la parcelle, quantité autoconsommée, quantité vendue et prix de vente. Les calendriers cultureaux avec les besoins en main d'œuvre familiale et salariée pour chaque tâche, ainsi que le coût de revient ont été recueillis. Cette partie est destinée à mettre en évidence les pics de travaux et les goulets d'étranglement qui peuvent apparaître dans la gestion de l'exploitation, tant au niveau de la répartition des ressources que de la force de travail.

La troisième partie, permet de recueillir les avis des exploitants sur les nouvelles techniques employées (SCV ou Maff), (formation suivie, points améliorés, comparaison des rendements, temps nécessaire pour maîtriser la technique, problèmes rencontrés, satisfaction, avantages et inconvénients).

Enfin, une dernière partie concerne les activités annexes des exploitants (élevage, travail pendant la période de soudure), principales sources de revenus et de dépenses de l'exploitation au cours de l'année, accès au marché et au crédit.

Une importance particulière a été portée au recueil des arguments en faveur ou non des nouvelles techniques et aux avis des agriculteurs concernant leurs pratiques ; les questions étaient ouvertes pour ne pas influencer les paysans et leur laisser libre cour dans leurs réponses.

### ***Déroulement des enquêtes sur le terrain***

Selon les exploitants enquêtés, le niveau de compréhension et surtout d'expression en français était variable. Les enquêtes ont donc été conduites en malgache, avec l'aide précieuse de Rindra Anna Ramiaramanana et Tojoharivelo Rakotomalala. Les réponses étaient en revanche traduites ou notées directement en français.

Nous avons tout d'abord consacré une journée à « tester » notre questionnaire auprès de 5 agriculteurs. D'après leurs réactions aux questions, leurs difficultés ou leurs réticences à répondre, les informations complémentaires qu'ils nous fournissaient ou encore le mode de fonctionnement de leur propre

exploitation, nous avons réajusté le questionnaire, en modifiant ou supprimant des questions non adaptées à la situation réelle des exploitants.

Nous avons réalisé les enquêtes aux domiciles des agriculteurs, ou sur leurs parcelles lorsque l'agriculteur travaillait dessus à ce moment. L'agriculteur était alors seul ou accompagné uniquement par des membres de sa famille (le plus souvent, sa femme), et cela volontairement, afin qu'il ne soit pas influencé par l'entourage, notamment au moment de fournir des informations plus personnelles ou concernant ses revenus par exemple. Les enquêtes duraient d'une heure à une heure trente. Le nombre réalisé par jour variait selon les activités des villageois (jour fady\* le mardi et jeudi donc plus de chance de trouver les gens chez eux) et les distances à parcourir entre les exploitations. Il était très difficile de prendre des rendez-vous, cela n'étant pas dans les habitudes de bon nombre et étant donné la difficulté d'accès à certains villages, sans moyens de communication.

#### ***Repérage des parcelles des exploitants par GPS***

Le repérage des parcelles a été fait, accompagné du riziculteur. C'est lui-même qui nous guidait sur les diguettes afin de nous montrer avec exactitude la délimitation de ses parcelles.

Des points GPS\* ont été enregistrés avec un appareil (Garmin).

Les points ont été pris à chaque angle de la parcelle lorsque celle-ci était rectangulaire, ou tous les 5 mètres environ pour celles de formes variées.

#### **. 2-1-3- Outils informatiques et traitement des données**

Les données recueillies par GPS, ont ensuite été transférées sur ordinateur, avec le logiciel Garmin ; Les points ainsi repérés ont été placés sur une ortho photo de la zone, avec l'aide du logiciel Map info. Les parcelles ont été dessinées en reliant les points, tout en vérifiant la correspondance des contours avec l'ortho photo. La surface des parcelles a été calculée directement sous Map info. On a ainsi pu comparer la surface réelle des parcelles avec la surface annoncée par le riziculteur.

Les données générales de l'enquête ont été saisies et traitées sous excel. Certaines figures ou schémas ont été dessinés sous Power point.

## **2-2-Concepts**

#### **. L'analyse des pratiques agricoles**

Afin d'étudier le fonctionnement des systèmes de culture, il nous faut analyser **les pratiques culturelles**. Elles se définissent comme les façons de faire individuelles des agriculteurs, observées sur le terrain. Elles évoquent le savoir faire individuel dans l'exécution d'une technique donnée (qui le fait, quand, quelles sont les raisons qui expliquent le choix de l'agriculteur, comment sont elles mises en oeuvre, dans quelles conditions, et quelles sont les performances des pratiques et leurs effets). Elles nous renseignent sur les projets et les contraintes des familles concernées (Cirad, 2003).

Les pratiques culturelles s'intègrent dans les **systèmes de production** qui peuvent être définis comme un ensemble structuré de moyens de production (travail, terre, équipement...) combinés entre eux, pour assurer une production végétale et/ou animale, en vue de satisfaire les objectifs et besoins de l'exploitant (ou chef de l'unité de production) (Jouve, 2003). A chaque exploitation agricole correspond, à un moment donné, un système de production que l'on considère comme un ensemble de sous-systèmes interdépendants : les systèmes de culture au niveau de chacune des parcelles, les systèmes d'élevage au niveau de chacun des troupeaux, les systèmes de transformation et de commercialisation des produits.

**Un système de culture** peut être défini comme l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manières identiques. Chaque système de culture se définit par :

- La nature des cultures et leur ordre de succession.
- Les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés pour les cultures retenues.

Un système de culture est caractérisé par le niveau de production qu'il permet et par son influence sur la fertilité du milieu. Dans une exploitation, plusieurs systèmes de culture coexistent généralement (parfois en concurrence entre eux) (Sebillote, 1993).

La caractérisation d'un système de culture se poursuit par l'identification de l'**itinéraire technique** spécifique et précis qui correspond à la suite logique et ordonnée des opérations culturales appliquées à une parcelle en vue d'obtenir une production végétale. Elles sont mises en oeuvre par l'agriculteur dans le but de tirer le meilleur parti des espèces qu'il cultive, compte tenu des caractéristiques du milieu.

**L'assolement** est la répartition des différentes associations de cultures pratiquées sur l'ensemble des parcelles d'un agriculteur à un moment donné.

La rotation est la succession des espèces ou associations sur la même parcelle durant un temps donné.

Enfin, pour faire une étude complète du fonctionnement des exploitations, il est utile de récolter des informations sur les différents systèmes d'activité en place.

Le **Système d'activité** se défini comme "un ensemble d'activités mises en œuvre par les membres de la famille, activités en interaction quant à la gestion de la force de travail familial et les transferts financiers entre activités. Il constitue le véritable domaine de cohérence des pratiques agricoles et des choix de l'agriculteur, y compris pour ceux qui se traduisent par la mise en place du système de production" (Cirad, 2003).

Afin de raisonner en tenant compte de tous les systèmes d'activités de l'exploitation, on s'intéressera au **Système d'élevage**, l'élevage représentant une part importante de l'économie de la région. Il peut être défini comme l'ensemble des techniques et des pratiques mises en œuvre par une communauté pour faire exploiter des ressources végétales par des animaux dans un espace donné, en tenant compte de ses objectifs et de ses contraintes.

### **3<sup>ème</sup> partie : Résultats et discussion**

#### **1-RESULTATS :**

Il est important de préciser que tous les résultats cités ci-après, sont issus de l'analyse des enquêtes réalisées auprès de 30 exploitants. Les données chiffrées correspondent donc aux informations que les agriculteurs ont bien voulu nous transmettre.

De part la petite taille de l'échantillon sélectionné, on ne peut prétendre tirer de leurs réponses, des analyses statistiques significatives. Les informations sont à considérer de manière qualitative. Afin de s'assurer cependant de la validité des données avant interprétation, des recouplements ont été effectués entre les informations recueillies par enquêtes, celles vérifiées sur terrain et enfin celles lues dans la bibliographie.

Des fourchettes de valeurs sont parfois proposées plutôt qu'un chiffre, pour tenir compte de la précision plus ou moins grande des réponses qui nous ont été faites, mais aussi du contexte actuel qui peut influencer fortement les réponses (exemple pour le prix du paddy qui varie du simple au double en fonction de la période d'achat, de même que le salaire des repiqueuses qui varie dans la saison).

D'autre part, le système de géoréférencement en vigueur à Madagascar est le système Laborde. Or ce système n'est pas pré-programmé dans le GPS\*. Les coordonnées des points qui délimitent les parcelles ont donc été enregistrées selon le système WGS 84 (World Global System). L'utilisation des données nécessite donc ensuite un ajustement qui peut entraîner de très légers décalages. Enfin, le GPS lui-même présente une incertitude de 4m dans les meilleures conditions (coordonnées fixées à partir d'un grand nombre de satellites). Étant donnée la taille très réduite de certaines parcelles, la moindre imprécision peut entraîner une variation importante dans le calcul de rendement (production rapportée à la surface de la parcelle).

Les valeurs de rendements ou concernant l'économie de l'exploitation (revenus, dépenses) sont donc à considérer avec précaution, elles correspondent de surcroît à une évaluation de la situation de quelques exploitations de la zone, et pour une période précise (saison 2004-2005).

Grâce aux enquêtes réalisées auprès des agriculteurs nous avons cependant obtenu des données précises sur les caractéristiques des systèmes d'exploitation. Ainsi, grâce au traitement et à l'analyse de ces données, nous pouvons décrire la situation actuelle de l'agriculture sur la zone d'étude : l'occupation des sols, quelques caractéristiques structurales des exploitations et enfin les pratiques liées aux cultures pluviales et irriguées.

Ce constat va également permettre de confirmer certaines hypothèses concernant le fonctionnement des systèmes d'exploitation.

La zone d'enquête s'est donc étendue à 15 villages (tab. III): Ambatondrazaka, Ambodirofia, Ambohiboatavo, Ambohiboromanga, Ambohimarina, Amparihitody, Ankazotsaravolo, Antanandava, Antaninarinina, Feramanga Sud, Ilafy, Mahatsara, Marianina, Miaramasoandro, Moratelo.

**Tableau III** : villages enquêtés pour rencontrer des agriculteurs adoptants du Maff et du SCV

Villages enquêtés pour la pratique du Maff	Villages enquêtés pour la pratique du SCV
Ambatondrazaka Ambodirofia Ambohiboatavo, Ambohimarina Ambohiboromanga, Ankazotsaravolo Amparihitody Feramanga sud Mahatsara Marianina Moratelo,	Ambohimiarina Antanandava Antaninarinina Mahatsara Ilafy Miaramasoandro

### 1-1- La structure des exploitations : renseignements généraux

La composition de la famille vivant au sein de l'exploitation est intéressante à connaître car elle nous renseigne sur le potentiel de main d'œuvre disponible, et sur les besoins de la famille, (autoconsommation de la production).

Les familles malgaches sont généralement nombreuses. Le nombre moyen de membres est en effet de 6,8. Les enfants en âge scolaire (<15 ans) sont en moyenne 3,2 par famille et la moyenne des membres âgés de 15 à 60 ans, est de 3,6 (tab.IV).

Cela nous donne une idée de la composition de l'exploitation, qui ne se restreint pas aux seuls parents et enfants. Les grands parents ainsi que des frères et sœurs (déjà adultes) partagent parfois le toit familial.

**Tableau IV** : composition moyenne des familles de riziculteurs

Nombre de membres de la famille	6,8
Enfants de moins de 15 ans	3,2
Membres de la famille âgés de 15 à 60 ans	3,6

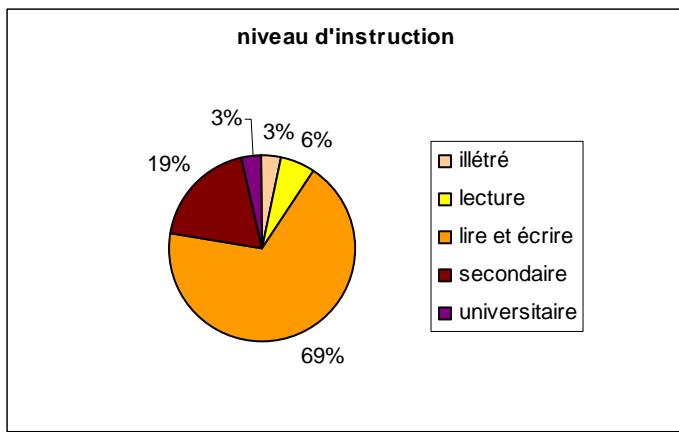
### Moyenne d'âge des adoptants

La moyenne d'âge du chef d'exploitation est de 45 ans (tab.V).

**Tableau V** : moyenne d'âge des adoptants des techniques Maff et SCV

	<b>Maff</b>	<b>SCV</b>
moyenne d'âge des adoptants (ans)	45	44
écart type	11	12

## Niveau d'instruction du chef d'exploitation



Seuls 3% des exploitants interrogés sont illétrés, (ils ont du délaisser l'école très tôt pour s'occuper de leurs plus jeunes frères et sœurs), ils nous ont assuré vouloir envoyer leurs enfants à l'école jusqu'au collège au moins. 6% ont atteint le niveau du primaire et savent lire mais ont des difficultés à écrire. Prêt de 70 % des chefs d'exploitation savent lire et écrire. 19% ont étudié jusqu'au secondaire. 3% ont suivi un cursus universitaire (parfois une formation à l'étranger) (fig. 8).

**Figure 8**: Proportion des agriculteurs à avoir atteint différents niveaux scolaires.

Il était très intéressant de remarquer au cours des enquêtes, que la plupart des exploitants disposent d'un petit cahier ou livret dans lequel ils consignent par écrit les informations concernant leurs parcelles (les dates de semis, les quantités d'engrais, main d'œuvre).

## 1-2- Analyse des systèmes de production

### . 1-2-1 Les ressources disponibles

#### Les parcelles exploitées, données foncières

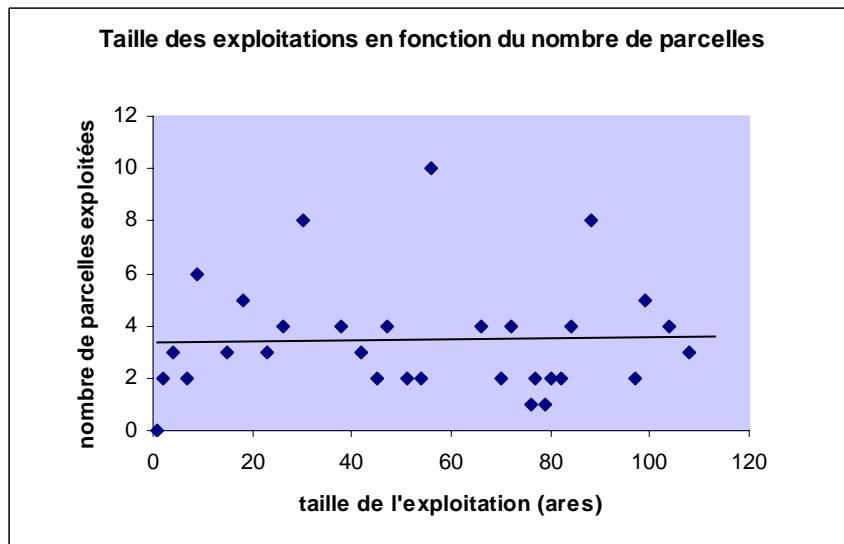
Le nombre total de parcelles ayant fait l'objet de l'enquête est de 107, ce qui représente une surface totale de 97,84 ha.

Les données de surfaces ont été vérifiées par une mesure avec les coordonnées géographiques, cela pour éliminer l'incertitude sur la surface. En effet, les agriculteurs ne connaissent souvent pas la surface précise de leurs parcelles mais connaissent en revanche le temps de travail nécessaire ou le nombre d'ouvriers requis pour chaque tâche. Par exemple, ils vont exprimer la taille de leur rizière en nombre de Vavy (femmes) nécessaires pour l'opération de repiquage.

Les surfaces parcellaires ont donc été calculées avec le logiciel Map info. On a ainsi pu relever des écarts parfois importants entre la surface annoncée et celle réellement cultivée : Ainsi un riziculteur déclarait cultiver une parcelle de 1 hectare qui en réalité en fait 2! De manière globale cependant les données se recoupaient, les exploitants ayant tout de même souvent tendance à déclarer une surface plus petite que ce qu'ils possèdent vraiment. L'écart moyen entre surface réelle et déclarée est de 0,14 ha. On tient compte dans la suite des résultats des surfaces calculées et donc vérifiées sur les orthophotos.

Le nombre de parcelles cultivées par exploitations est compris entre 1 et 10. Cependant l'exploitation qui ne travaille que sur une seule parcelle n'est pas la plus petite enquêtée, car dans notre cas, cette unique parcelle à une surface de 133 ares alors que la surface totale des exploitations varie de 41 ares à 1 250 ares.

Le nombre moyen de parcelles par exploitation est de 4. La surface des parcelles varie entre 5 ares et 360 ares et la moyenne est de 91,4 ares.



Ainsi, le graphique de la figure 9, met en évidence que le nombre de parcelles cultivées n'est pas proportionnel avec la taille totale de l'exploitation. Ceci est du au fait que la situation des parcelles cultivées varie beaucoup d'une exploitation à l'autre et que la taille des parcelles est très liée à leur situation sur la toposéquence.

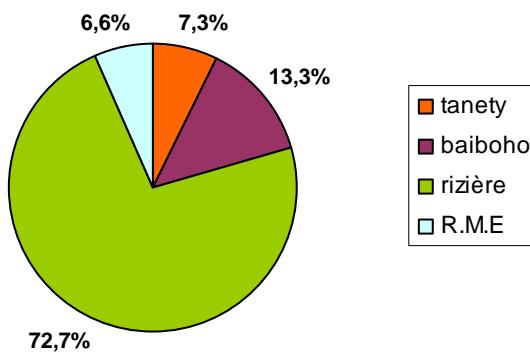
**Figure 9** : représentation graphique de la taille des exploitations en fonction du nombre de parcelles cultivées.

✓ La répartition des parcelles sur la toposéquence :

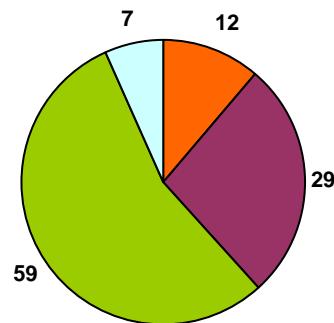
**Tableau VI** : Répartition des parcelles (en nombre et en surface) sur la toposéquence.

Situation des parcelles	Surface totale enquêtée (ares)	Nombre de parcelles
baiboho	1305	29
tanety	716	12
rizièr avec bonne maîtrise de l'eau	7113	59
rizièr en mauvaise maîtrise d'eau (R.M.E)	650	7

Répartition en pourcentage des parcelles sur la toposéquence



Répartition en nombre des parcelles sur la toposéquence



**Figure 10** : Représentations graphiques de la répartition des parcelles exploitées sur la toposéquence.

Les rizières représentent la surface cultivée la plus importante (91 ha soit près de 73% des surfaces totales cultivées) (Tab.VI et fig.10).

Les parcelles sur tanety ont une surface moyenne de 60 ares.

Les parcelles sur baiboho ont une surface moyenne de 45 ares. Celles en rizière en mauvaise maîtrise d'eau, 70 ares et les rizières en bonne maîtrise de l'eau 120 ares.

Les rizières représentent une surface totale de 91 hectares soit une moyenne de 3,03 ha de rizière par exploitation. Mais attention, en réalité, la répartition des parcelles selon les différentes situations est très inégale d'une exploitation à l'autre.

Si les rizières représentent en moyenne 73% des surfaces totales cultivées, certains exploitants ne possèdent en réalité aucune parcelle de rizière, mais uniquement des champs sur tanety ou baiboho. La situation est difficile pour eux, puisque la culture primordiale dans toute exploitation reste le riz. Pour les exploitations qui cultivent des parcelles de rizière, la surface totale de rizière par exploitation varie de 11 à 1 250 ares.

✓ Combinaison des parcelles dans les exploitations :

**Tableau VII** : combinaison des parcelles disponibles et leurs surfaces dans les exploitations.

Situation des parcelles cultivées	nombre d'exploitants qui disposent de cette combinaison	surface moyenne des exploitations (ares)
<b>baiboho</b>	1	43,0
<b>baiboho+ tanety</b>	2	40,5
<b>rizième irriguée + tanety</b>	2	420,0
<b>rizième irriguée+ baiboho</b>	10	303,7
<b>rizième irriguée+ baiboho+tanety</b>	4	467,5
<b>rizième irriguée + R-M-E</b>	1	1250,0
<b>rizième irriguée +R-M-E+baiboho</b>	1	320,0
<b>R-M-E+ baiboho+tanety</b>	1	500,0
<b>rizième irriguée</b>	8	192,9

	surface minimale (ares)	surface maximale (ares)	surface moyenne (ares)	écart type
<b>baiboho</b>	5	150	45,0	36,7
<b>tanety</b>	5	150	59,7	47,7
<b>R-I</b>	10	360	120,6	84,5
<b>R-M-E</b>	25	200	92,9	71,8

Les parcelles situées dans des baiboho ont une surface moyenne de 45 ares, celles sur tanety, 59,7 ares, les rizières en mauvaise maîtrise d'eau, 92,3 ares et enfin les rizières irriguées 120,6 ares. Les parcelles sur baiboho sont donc en moyenne près de 3 fois plus petites que les parcelles irriguées. Les paysans qui ne possèdent pas ou peu de surface en zone irriguée doivent donc compenser, dans la mesure de leurs moyens, par un nombre plus important de parcelles sur baiboho ou tanety.

Or, on constate une forte inégalité dans la répartition des parcelles (tab.VII).

En effet, ce sont les parcelles irriguées qui présentent un potentiel maximum pour la culture du riz, et sont les plus recherchées.

Dans notre échantillon, on remarque que l'exploitant qui ne possède que des parcelles sur baiboho, dispose d'une petite exploitation, de même que ceux qui ne possèdent que des parcelles sur baiboho et sur tanety. La surface cultivée totale des exploitations est alors inférieure à 50 ares.

A partir du moment où l'exploitant cultive des parcelles de rizières, la surface totale de l'exploitation augmente car la surface des parcelles de rizière est en moyenne 2 à 3 fois plus importante que sur tanety ou baiboho. Ainsi les agriculteurs qui disposent de la combinaison « R-I + baiboho » ou « R-I+ tanety », ou « R-I + baiboho + tanety », ou bien « RME+ baiboho + tanety », disposent d'une surface comprise en moyenne entre 304 et 500 ares.

L'exploitation enquêtée disposant de la plus grande surface cultivable, ne possède que des parcelles de rizière (en zone bien irriguée et en mauvaise maîtrise d'eau, surface totale 12,5 ha), cependant, on remarque que les exploitations uniquement rizicoles ne sont en moyenne pas les plus grandes en terme de surface cultivée (193 ares).

## **Qualité du sol**

Les baiboho\* présentent des qualités variables selon le site et en fonction des saisons, ils peuvent être plus ou moins sableux et donc plus ou moins aptes à conserver l'eau dans le sol. Cette année a été particulièrement pluvieuse, les précipitations ont entraîné des inondations et des apports de sables très importants dans les fonds de vallée. Certaines parcelles ont été totalement ensablées, et la récolte a été perdue. Les rizières dans le périmètre irrigué sont évidemment les plus recherchées pour la qualité du sol mais surtout pour la relative sécurité qu'elles procurent en terme d'accès à l'eau. Cependant, ces sols présentent la caractéristique d'être extrêmement sec en hiver, avec la formation d'une croûte en surface qui empêche tout travail de la terre pendant cette période.

La qualité du sol des tanety\* est également assez variable, et dépend en plus du « précédent cultural » qui peut dans certains cas (notamment la pratique du SCV) en améliorer fortement les propriétés.

## **Accès à l'eau**

D'autre part, la qualité de l'approvisionnement en eau dépend de la nature des infrastructures hydrauliques et du sol. Selon le type d'aménagement et l'origine de l'eau, l'irrigation en début de campagne est variable d'une zone à l'autre. Le fonctionnement des réseaux d'irrigation est variable mais ils reposent tous sur un schéma d'irrigation gravitaire. Dans le cas du PC 15, l'eau est acheminée depuis le barrage d'Antanifotsy situé à une dizaine de kilomètres en amont, et en début de campagne, il faut compter une quinzaine de jours pour que le lâcher d'eau du barrage atteigne le périmètre. Les potentialités d'irrigation sont en réalité très différentes d'une parcelle à l'autre, en fonction d'éléments topographiques, de la variabilité des sols, et des horizons sous jacents.

## **Le mode de mise en valeur**

On trouve différents modes de mise en valeur des parcelles :

La propriété : la parcelle appartient à l'exploitant ou à des membres de sa famille.

La location : l'exploitant cultive la parcelle en échange d'une somme fixée.

Le métayage : Une partie de la récolte est donnée au propriétaire en échange de l'exploitation de sa parcelle pendant une durée donnée.

Toutes les terres qui ne font pas l'objet de titre foncier individuel appartiennent à l'état selon une loi de 1975 ; Le métayage est normalement interdit sur des terres domaniales, mais il se pratique toujours.

**Tableau VIII** : proportion des différents modes de mise en valeur des parcelles

mode de mise en valeur des parcelles (en %)	
propriété	23,6
location	67,9
métayage	8,5

La location représente le mode de mise en valeur le plus couramment retrouvé (68% des parcelles). Pour 24 % des parcelles, les exploitants se déclarent propriétaires de la terre (tab.VIII). Cependant, dans la situation actuelle, il apparaît un manque crucial de titres fonciers qui permettraient une reconnaissance légale et un droit de propriété reconnu par l'état. Car la plupart du temps, les exploitants ne possèdent pas de papiers justifiant leur droit de propriété.

Un des volets du projet BVLac se consacre entièrement à ce problème puisque la demande de sécurisation foncière est très importante. Pour la seule ville d'Ambatondrazaka, 20 000 titres sont en attente, et 97% des parcelles sont dans un « vide juridique ». Pour combler ce manque, Le projet BVLac a participé fortement à la mise en place du premier guichet foncier intercommunal à Madagascar, qui sera dès les prochains mois en mesure de délivrer des certificats fonciers aux demandeurs selon un concept décentralisé basé sur un transfert de gestion domaniale à des syndicats intercommunaux. Cette démarche est essentielle pour apporter une sécurité en terme de tenue des terres, étape souvent considérée comme indispensable pour accompagner la mise en place de nouvelles techniques de cultures à grandes échelles.

63 % des agriculteurs concilient les différents modes de mise en valeur des parcelles exploitées.

### **Le cheptel vif dans l'exploitation**

#### **✓ L'élevage bovin**

De manière générale, l'élevage bovin est très important dans toute la cuvette. C'est à la fois une source de prestige social, une caisse d'épargne et un moyen de production. Les Sihanaka ont de gros troupeaux, les migrants n'ont souvent que quelques bêtes. La répartition du troupeau est assez inégale, et bien que les bœufs de traits soient indispensables pour le travail des rizières, beaucoup n'en possèdent pas. L'alimentation des animaux nécessite un soin constant. Il faut que le troupeau partage son pâturage entre les tanety, souvent éloignées, les chemins et les bords de diguette, les parcelles libérées du riz, un fourrage pouvant lui être apporté en complément quand les rizières sont vertes. Les digues des canaux s'écroulent à cause des passages répétés des troupeaux pâturant le long des chemins et s'abreuvant dans les canaux.

63 % des exploitations possèdent des zébus de traits, en moyenne 5 bêtes mais le plus souvent un nombre pair pour l'attelage. 33% possèdent des vaches laitières (en moyenne 6 animaux).

L'élevage de bœufs est plus rare, seules 7 % des exploitations enquêtées en possèdent.

L'élevage est donc de type agro-pastoral, puisque les revenus issus de la vente des animaux représente entre 10 et 50 % du revenu total des exploitations.

#### **✓ L'élevage ovin**

16% des exploitations enquêtées en font l'élevage (en moyenne une dizaine de moutons). Ils sont consommés lors des fêtes. Cet élevage, semble s'être principalement développé suite à l'épidémie de Peste Porcine Africaine qui a touché cette zone en 1999.

#### **✓ L'élevage porcin**

Suite aux problèmes de la peste porcine qui a décimé beaucoup d'élevage au cours de l'année 1999, l'activité reprend doucement dans la région. Seules 10 % des exploitations possèdent des porcs, en moyenne 7 animaux.

### **L'aviculture :**

#### **✓ L'élevage des oies**

Cette activité est essentiellement l'affaire des femmes ou des enfants (pour le gardiennage). Elle est très importante dans toute la cuvette et occupe une place bien précise dans l'année, d'avril à décembre, puisque les animaux sont élevés pour être vendus pour les fêtes de fin d'année aux marchés de la région. La vente des oies en décembre aide à payer les repiqueuses rémunérées 10 000 Fmg /jour en moyenne. « L'argent des oies c'est le repiquage » (Blanc-Pamard, 1986). En effet, une oie de taille moyenne se vend sur le marché entre 45 000 et 50 000 Fmg. Les plus grosses sont vendues 70 000 Fmg. 40 % des exploitations enquêtées possèdent des oies, en moyenne 6. Leur vente peut ainsi rapporter en moyenne entre 270 000 et 420 000 Fmg. La vente de 4 à 5 oies correspond donc au coût du repiquage d'un hectare de rizière.

#### **✓ L'élevage des poules**

Plus de 63 % des exploitations en possèdent (en moyenne une quinzaine). Les poules sont utilisées pour l'autoconsommation, la production et vente des œufs. Les poules elles-mêmes ne sont consommées essentiellement que lors d'occasions (présence de Vahina\*) ou de fêtes familiales. Leur vente constitue également une source de revenu complémentaire au cours de la période de soudure.

#### **✓ L'élevage des canards**

16% des exploitants en font l'élevage, avec une moyenne de 8 canards. Comme les poules, ils sont autoconsommés lors des fêtes ou bien vendus pour améliorer le revenu familial.

### **Le matériel agricole :**

On considère que le seuil d'équipement minimum pour mettre en valeur directement une parcelle irriguée est composé d'une charrue, une herse et 5 bœufs dressés, un pulvérisateur pour le désherbage chimique et une charrette pour le transport (Blanc-Pamard, 1986).

Cependant tous les agriculteurs ne disposent pas de cet équipement et 15% des exploitations ont recours à la location ou à des contrats avec les employés temporaires dans lesquels le matériel est inclus.

L'attelage complet (charrue + charrette + herse + pièces de rechanges et entretien + bovins) est le plus intéressant car il permet d'effectuer les premiers travaux à temps. Il est nécessaire d'avoir deux paires de bœufs pour tirer l'attelage à tour de rôle, les bœufs ne pouvant travailler plus d'une bonne demi-journée. Il faut dresser l'attelage, le soigner, le nourrir, le garder, ce qui entraîne un surcroît de travail sur l'année. A la différence, le tracteur apporte un gain de temps sans travail supplémentaire. Mais l'investissement initial est très élevé et le coût de l'essence est tel que certains propriétaires sont contraints de le laisser sans utilité, au « garage ».

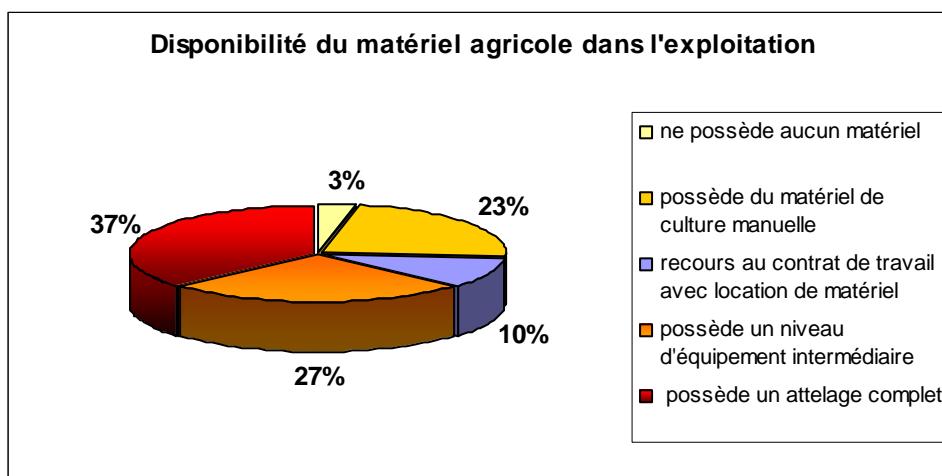
37 % des exploitants possèdent au moins l'attelage complet (4 ou 6 zébus + charrette + charrue) (fig.11).

23 % possèdent un équipement minimum pour le travail manuel composé de une ou plusieurs bêches au minimum, et parfois d'une fourche, une pelle ou un râteau.

27 % ont un équipement intermédiaire (herse, fourche, parfois des zébus, brouette, sarcluse etc...)

10 % des agriculteurs ont recours à des contrats de travail qui incluent la location du matériel nécessaire à la tâche rémunérée.

3 % des exploitants ne possèdent aucun matériel agricole et doivent s'organiser pour leurs travaux (location, entraide ou travail d'équipe) ce qui entraîne du retard dans les dates d'exécution des tâches sur certaines parcelles



**Figure 11** : représentation graphique de la disponibilité du matériel dans les exploitations.

### **La force de travail :**

La main d'œuvre familiale, la main d'œuvre salariée et l'entraide sont les trois formes de travail utilisées en riziculture.

#### ***La main d'œuvre familiale***

La main d'œuvre familiale correspond à l'ensemble des membres de la famille qui participent au travail sur l'exploitation toute l'année et qui, à ce titre, partagent le fruit de ce travail en particulier les repas. La main d'œuvre familiale est donc liée au nombre de personnes à charges. Elle fait partie intégrante de l'unité de consommation. Comme nous l'avons vu précédemment, les familles

malgaches et particulièrement en milieu rural, sont nombreuses et tous les membres ont une tâche au sein de l'exploitation. Les enfants scolarisés participent aux petits travaux à la sortie de l'école, ou à des journées complètes aux champs (récolte par exemple) lors des vacances. Certains quittent l'école très jeune et gardent les troupeaux dans la journée, à plein temps. Les femmes participent à toutes les tâches (particulièrement dans les exploitations où il y a peu d'ouvrier) en plus des occupations de préparation du « sakafô » (repas), soins aux animaux etc... Traditionnellement, certaines tâches spécifiques leurs sont attribuées, telles que le repiquage, le sarclage manuel (passage entre les rangs et désherbage) mais dans la mesure du possible, ces opérations sont salariées. En revanche, le labour ou le sarclage mécanique sont des travaux effectués par les hommes. On a d'ailleurs pu noter au cours d'un entretien, que certains paysans étaient réticents à faire un sarclage mécanique, car bien que plus efficace contre les mauvaises herbes, ceux-ci préféraient faire plusieurs sarclages manuels, ce travail incombeant à des femmes plutôt qu'à eux-mêmes.

Les femmes prennent aussi une part très active dans les opérations de semis et de sarclage en culture pluviales et maraîchères.

Le nombre moyen de personnes à charge dans les exploitations est de 6,7 ; mais ce chiffre tient compte des enfants de moins de 15 ans.

La main d'œuvre familiale adulte (> 15 ans) est en moyenne de 3,6 personnes par exploitation, ce qui représente 1,1 h/ha en moyenne (soit 0,91ha par actif).

On note également que certaines exploitations reçoivent de l'aide familiale, parents éloignés, cousins, qui ne font pas parti de l'exploitation en temps ordinaire mais qui fournissent un coup de main lors des pointes de travail. Cette main d'œuvre ponctuelle est difficile à chiffrer car, elle est très variable d'une exploitation à l'autre mais aussi d'une saison à l'autre.

### ***La main d'œuvre salariée temporaire***

Certaines tâches sont particulièrement effectuées par la famille, comme la préparation du sol et la préparation de la pépinière, alors que le repiquage et la récolte sont essentiellement des travaux salariés puisqu'ils nécessitent davantage de travail.

Les personnes qui ne participent qu'à quelques pointes de travail de l'exploitation, à titre d'entraide ou bien d'échange de cadeaux ou repas pendant cette période, ne font pas partie de la main d'œuvre familiale, il s'agit de travailleurs temporaires dont le travail fait l'objet soit d'échange soit d'une rémunération.

Le riz est une production coûteuse en temps ; Même si la main d'œuvre familiale est importante, elle est obligatoirement secondée par une main d'œuvre salariée temporaire : l'appel à la main d'œuvre salariée intervient principalement à trois moments : pour les travaux de préparation avec la location d'un matériel attelé, pour le repiquage et pour la récolte. Ces tâches sont des activités manuelles confiées aux migrants saisonniers.

Le nombre d'ouvriers employés est alors très variable d'une parcelle à l'autre, et selon la technique de repiquage pratiquée.

Pour une rizière cultivée de manière classique, les besoins en main d'œuvre pour les différentes tâches s'expriment selon (Tab.IX):

**Tableau IX :** besoins en main d'œuvre en fonction des tâches.

tâches	% des exploitations faisant appel à des ouvriers	nombre moyen d'ouvriers (h/j/ha)
préparation du sol	52%	8,5
préparation pépinière	16%	2,3
repiquage	100%	25,4
sarclage	17%	11,8
traitement	0%	0
récolte	100%	12,8

Le traitement des cultures, est effectué par un membre de la famille. Cette opération est très ponctuelle et ne requiert pas de main d'œuvre extérieure.

La préparation de la pépinière est une activité essentiellement familiale également, puisque seuls 16% des exploitants prennent des ouvriers pour cette tâche, et leur nombre est généralement très faible (en moyenne, 2,3 hommes/jour/hectare (h/j/ha). Ils seconcent simplement les membres de la famille. De la même façon, le sarclage est effectué par des ouvriers dans 17% des exploitations et nécessite en moyenne 11,8 h/j/ha.

52% des exploitants font appels à des ouvriers, en moyenne 8,5 h/j/ha pour la préparation du sol.

Le repiquage est une activité très lourde en terme de travail et de coût, 100% des exploitants utilisent les services des ouvriers, en moyenne 25,4 h/j/ha. Il en est de même pour la récolte, 100% des exploitants paient des ouvriers, en moyenne 12,8 h/j/ha, pour ce travail.

### ***Les ouvriers permanents***

Certaines exploitations utilisent des ouvriers permanents qui peuvent avoir une fonction générale dans l'unité de production ou des attributions très précises, dont la plus répandue est le gardiennage de bœufs.

Le nombre de salariés permanents varie (Tab. XI). Certaines exploitations, n'y ont pas recours et utilisent la main d'œuvre familiale, doublée d'ouvriers temporaires pour les périodes de pointes. Dans d'autres cas, on retrouve de 1 à 4 personnes employées à l'année. Leur rémunération varie de 70 000 à 160 000 ariary (350 000 à 800 000 Fmg), mais est généralement plus proche de 90 000 ariary (450 000 Fmg). Certains sont également payés en nature avec une partie de la production (en vatta\* de paddy), ou avec la mise à disposition d'une rizière. Tous bénéficient des repas et ils sont pour la plupart logés.

**Tableau XI** : Nombre de salariés permanents embauchés dans les exploitations et rémunération

nombre de salariés permanents	nombre d'exploitations	salaire moyen
1 salarié	9	90 000 ariary (450 000 FMg) ou en nature avec une partie de la production par ouvrier
2 salariés	4	
3 salariés	1	
4 salariés	1	

### **. 1-2-2 des niveaux de ressources variés entraînent des pratiques culturales variées**

La disponibilité et l'accès aux ressources diffèrent fortement d'une exploitation à l'autre. Cela constitue un premier facteur qui caractérise le système de production de chaque exploitation et influence l'agriculteur dans le choix des cultures mises en places, ses pratiques et itinéraires techniques. Le taux d'équipement et de main d'œuvre est à mettre en relation avec les possibilités de mise en valeur des rizières dans de bonnes conditions. En effet, l'accès aux ressources, (terre, matériel, finance) constitue des contraintes fortes pour les exploitants qui doivent gérer leur activité en conséquence, tout en tenant compte également des contraintes climatiques de la région.

Quel que soit le système de culture pratiqué (le système de culture pluvial ou irrigué), la gestion de l'eau reste lourde. Etant donné que l'accès à l'eau n'est pas égal pour tous, selon la situation des parcelles, la contrainte hydrique joue un rôle essentiel dans l'établissement des calendriers culturaux.

### **Les différentes variétés cultivées :**

La culture du riz est pratiquée sur 85% des parcelles, ce qui représente 64% des surfaces cultivées. Le riz est très important pour les malgaches, puisqu'une famille de 8 personnes en consomme en moyenne 1,2 tonnes/an.

### ***Le choix des variétés :***

En plus du risque hydrique qui varie cependant selon le type de rizière, l'ensemble de la région est soumis au risque du « froid » de fin de saison pluvieuse qui affecte directement le rendement à travers le taux de stérilité des panicules (Annexe 13).

Le premier facteur de contrôle de ces risques passe par le choix des variétés adaptées ou résistantes. La photosensibilité des variétés, (déclenchement de l'initiation paniculaire par la durée du jour et donc indépendamment de la date de mise en place) permet de garantir une épiaison de début à fin avril, avant que les températures ne descendent trop et après les derniers orages de mars, susceptibles de provoquer d'importants dégâts de verses. Les variétés photosensibles permettent donc de toujours garantir un rendement, même faible, d'où l'intérêt porté à la variété *Makalioka*, qui couvre 65% des superficies rizicultivées. Cette variété se révèle être très bien adaptée aux conditions locales, du fait de sa photosensibilité, de ses potentiels de rendements, sa rusticité, et de plus de son goût. Elle nécessite un bon respect du calendrier agricole, puisque tout retard dans le semis ou le repiquage entraîne une chute de rendement.

On la trouve dans les rizières en bonne et en mauvaise maîtrise d'eau.

Il existe un ensemble d'autres variétés traditionnelles regroupées sous le terme « *vary gasy* » (riz malgache), adaptées à différentes situations hydriques.

De nouvelles variétés de riz dites « poly-aptitudes », c'est-à-dire qui peuvent être cultivées en pluvial ou en irrigué, originaires du Brésil, et introduites à Madagascar par le Cirad dans le cadre de la diffusion des techniques agro écologiques sont désormais cultivées telle le *Sebota* qui est cultivé sur au moins une parcelle par 30% des exploitants enquêtés et occupe donc 15% de toutes les parcelles rizicultivées (dont 18% en rizière irriguée et 17% en pluvial).

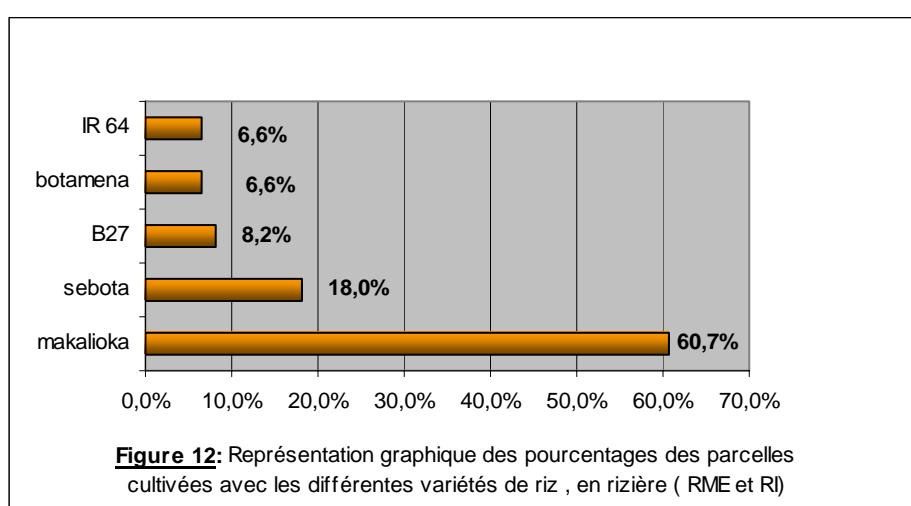
Pour les rizières bénéficiant de la maîtrise de l'eau, le *Sebota* constitue une variété à haute productivité (plus de 5t/ha). Elle est particulièrement adaptée pour les rizières à mauvaise maîtrise de l'eau : elle peut être installée en pluvial, et continuer sa croissance en irrigué lorsque l'eau est disponible par la suite, ou au contraire, si l'eau est disponible en début de campagne, être repiquée en irrigué et continuer sa croissance sous pluie.

Sur baibaho, la culture de *Sebota* représente 17% des cultures de riz et près de 11% de toutes les variétés.

Sur rizière, le *sebota* représente 18% de toutes les variétés cultivées.

### **En rizière :**

Dans les rizières du PC15 et de la vallée Marianina, on trouve, en ordre d'importance : le *Makalioka* (il prédomine largement, et représente 61% des cultures), le *Sebota* (18% des cultures), le *B27*, le *botamena*, et l'*IR64* (fig.12).



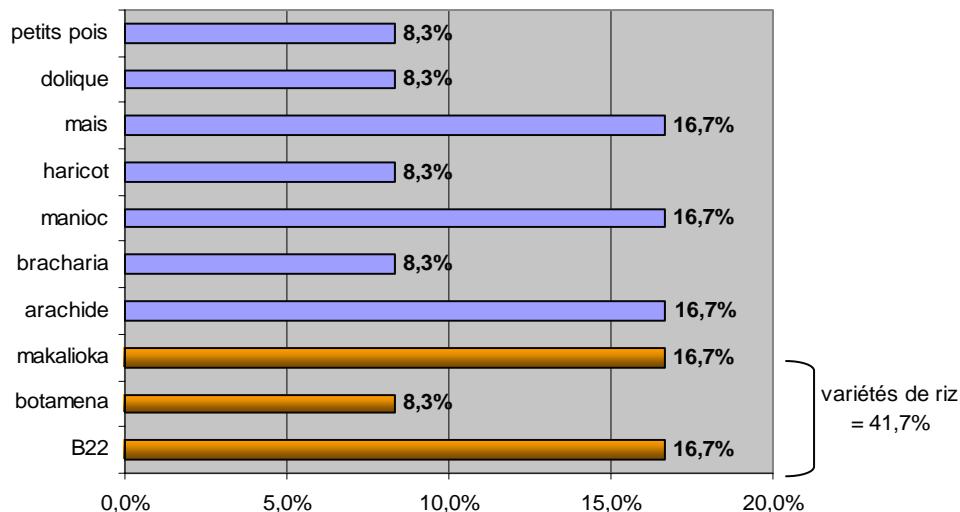
### Sur tanety :

Les variétés cultivées sur tanety sont diversifiées (fig.13).

Les systèmes à base de riz pluvial et de maïs associés à des légumineuses, sont largement majoritaires et représentent ensemble près de 60% des parcelles recensées.

La culture du riz représente 42% de l'ensemble des cultures et se répartie entre la variété Makalioka, Botamena et B22.

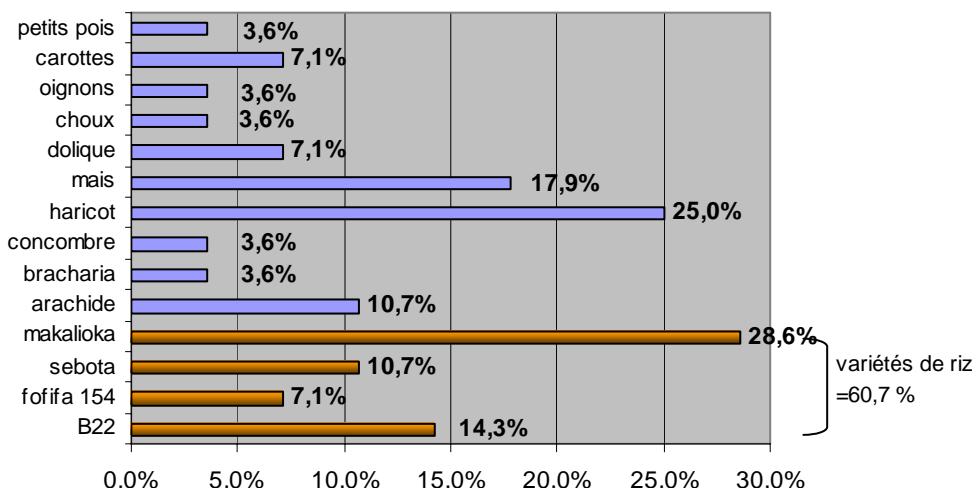
Les cultures maraîchères occupent le plus grand nombre de parcelles. On y trouve des petits pois, des haricots, des arachides, du maïs, du manioc. Le *Bracharia* est cultivé pour stabiliser les sols et fournir du fourrage aux animaux.



**Figure 13:** Pourcentage des parcelles consacrées aux différentes variétés cultivées sur tanety

### Sur baiboho :

Le riz représente en moyenne 61% des cultures mises en place sur baiboho (fig 14).



**figure 14:** Pourcentage des parcelles consacrées aux différentes variétés cultivées sur Baiboho

Le Makalioka cultivé sur baiboho, représente 29% des cultures de riz soit 47% de l'ensemble des cultures sur baiboho. On trouve également les variétés Sebota, Fofifa 154 et B22.

Certaines parcelles sur baiboho ne sont pas cultivées de riz mais d'une association maïs/dolique ou maïs/haricot, la légumineuse permettant de remonter l'azote pour le maïs. On trouve également des cultures maraîchères : petits pois, carottes, choux, oignons, patates, concombres. On trouve souvent les arachides en associations avec du *Bracharia*.

### **Le calendrier cultural général sur rizièrre**

De manière globale, les travaux sur les parcelles sont composés essentiellement par la préparation des sols suivie de la préparation de la pépinière (elle-même séparée en 2 tâches, préparation du sol et semis) puis du repiquage.

La préparation des sols des rizières est généralement composé d'un labour à la charrue, de deux hersages et d'un planage à l'angady\*, La préparation des sols a commencé dès le mois de juillet 2004 (pour 5% des exploitations), Cette pratique qui consiste à labourer les rizières un peu tôt (en cours de la saison sèche) juste après la récolte est pratiquée d'une part pour aérer le sol mais surtout pour éviter que les sols ne soient trop durs. Toutefois, La réalisation de cette tâche s'est concentrée au cours des mois d'août à janvier. Mais fin décembre, 91% des parcelles étaient labourées.

En ce qui concerne la préparation de la pépinière, elle a légèrement commencé en octobre (pour 13 % des parcelles) et s'est étalée jusqu'en janvier et de façon très marginale, jusqu'en février pour un riziculteur, sur deux de ses parcelles. Mais 48% des pépinières ont été mise en place au cours du mois de décembre, les 14% entre le 1<sup>er</sup> et la mi janvier et 3,3% des pépinières ont été mises en place très tardivement, après le 15 janvier.

Le repiquage s'est étalé entre le 15 décembre et le 15 janvier 2005 pour 67% des parcelles, mais la date médiane est le 28 décembre 2004 c'est à dire que les 50% des parcelles ont été repiquées avant cette date.

Les différentes tâches liées à l'entretien des plants de riz sont nombreuses mais la principale est constituée par le désherbage ou sarclage. Les dates de ces opérations sont dépendantes des précédentes, le sarclage devant habituellement être pratiqué 15 jours après le repiquage.

La principale dernière tâche est la récolte, composée de la coupe et de la mise en meule. Elle se concentre en mai où 87% des parcelles sont récoltées pendant ce mois, 11% le sont en juin et légèrement moins de 2% restant sont récoltées en avril et correspondent surtout aux rizières cultivées en riz précoce.

### **Les principaux systèmes de culture**

Les systèmes de culture rencontrés sont adaptés aux différentes situations culturales et aux besoins des exploitations agricoles.

On note chez certains agriculteurs des variantes dans les pratiques qui sont autant de réponses et d'ajustement mis au point par les riziculteurs pour faire face aux différents types de contraintes.

Les schémas suivants représentent les principaux cycles de culture suivis par les agriculteurs enquêtés. Afin de rendre compte du plus grand nombre de possibilités rencontrées, on a considéré séparément, les cultures pratiquées selon la technique « classique », en place depuis des années au lac Alaotra, de celles conduites selon les deux nouvelles techniques en cours de diffusion au lac, le Maff et le SCV (tab.XII).

**Tableau XII :** Surfaces consacrées aux différentes méthodes de culture:

technique	<b>Classique</b>	<b>Maff</b>	<b>SCV</b>	<b>autres (SDA*, en poquet...)</b>	<b>total</b>
surface totale cultivée (en ha)	50,4	26,2	9,3	11,9	97,8
% de la surface enquêtée	51,5%	26,8%	9,5%	12,2%	100,0%

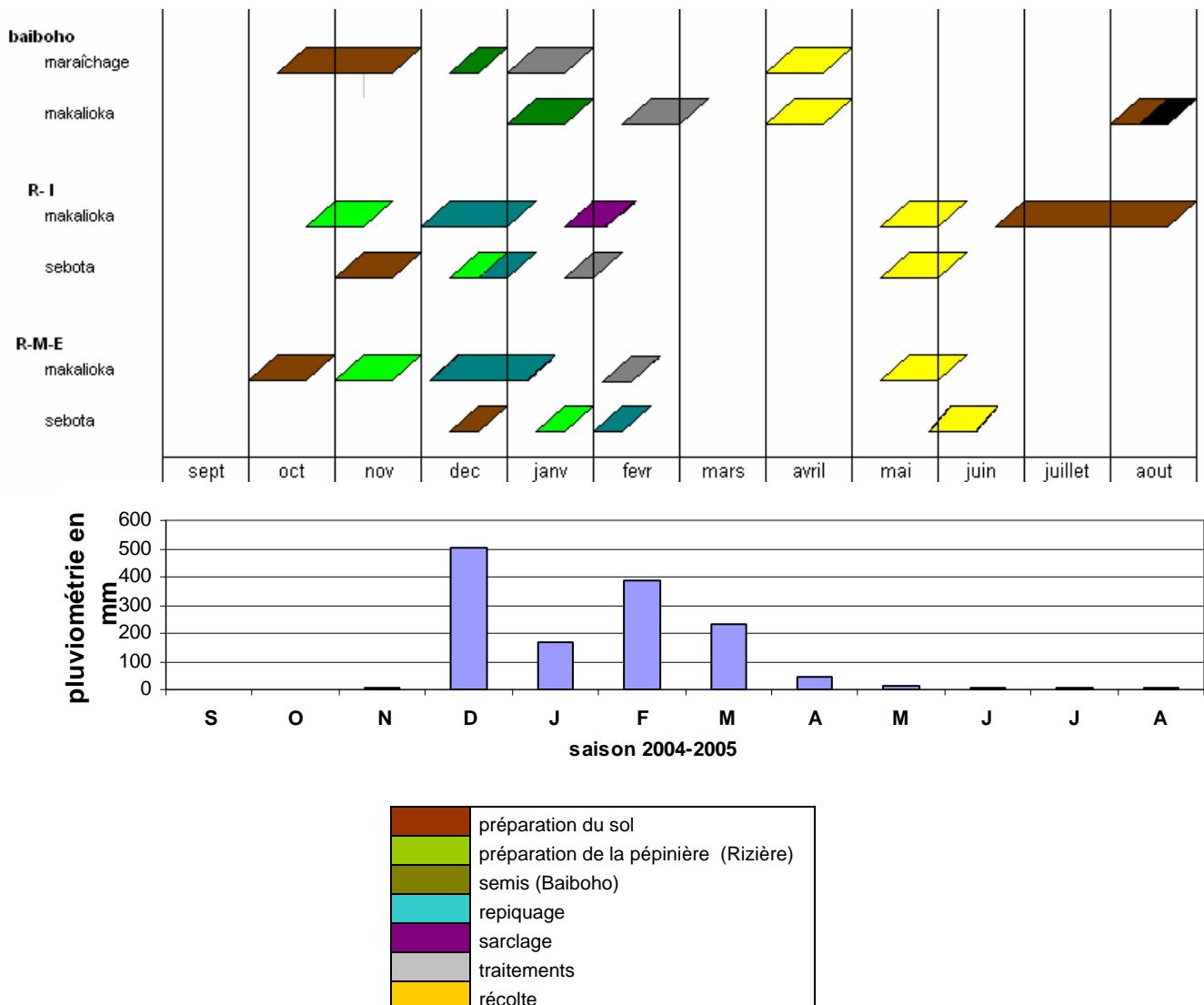
Dans notre échantillon, la technique « classique » est pratiquée sur 50,4 ha soit plus de 50% des surfaces enquêtées. Le Mitsisi ambioka sy fomba fiasa (Maff), dérivé du système d'intensification de la riziculture est pratiqué sur 26,2 ha soit 26,8% des surfaces qui font l'objet de l'enquête..

Le semis sous couvert végétal est pratiqué sur 9,3 ha soit 9,5% des surfaces enquêtées.

Les techniques « variantes » des techniques traditionnelles, représentent 11,9 ha soit 12,2 % des parcelles. Les pratiques culturales de cette dernière catégorie sont intermédiaires entre les techniques plus traditionnelles et les nouvelles méthodes qui font l'objet de la diffusion. Sont compris dedans, le SDA (semi direct amélioré), le semis en poquet et quelques autres techniques très marginales en terme de surfaces cultivées de la sorte.

### Les calendriers culturaux selon les techniques mises en place.

#### ✓ Technique classique



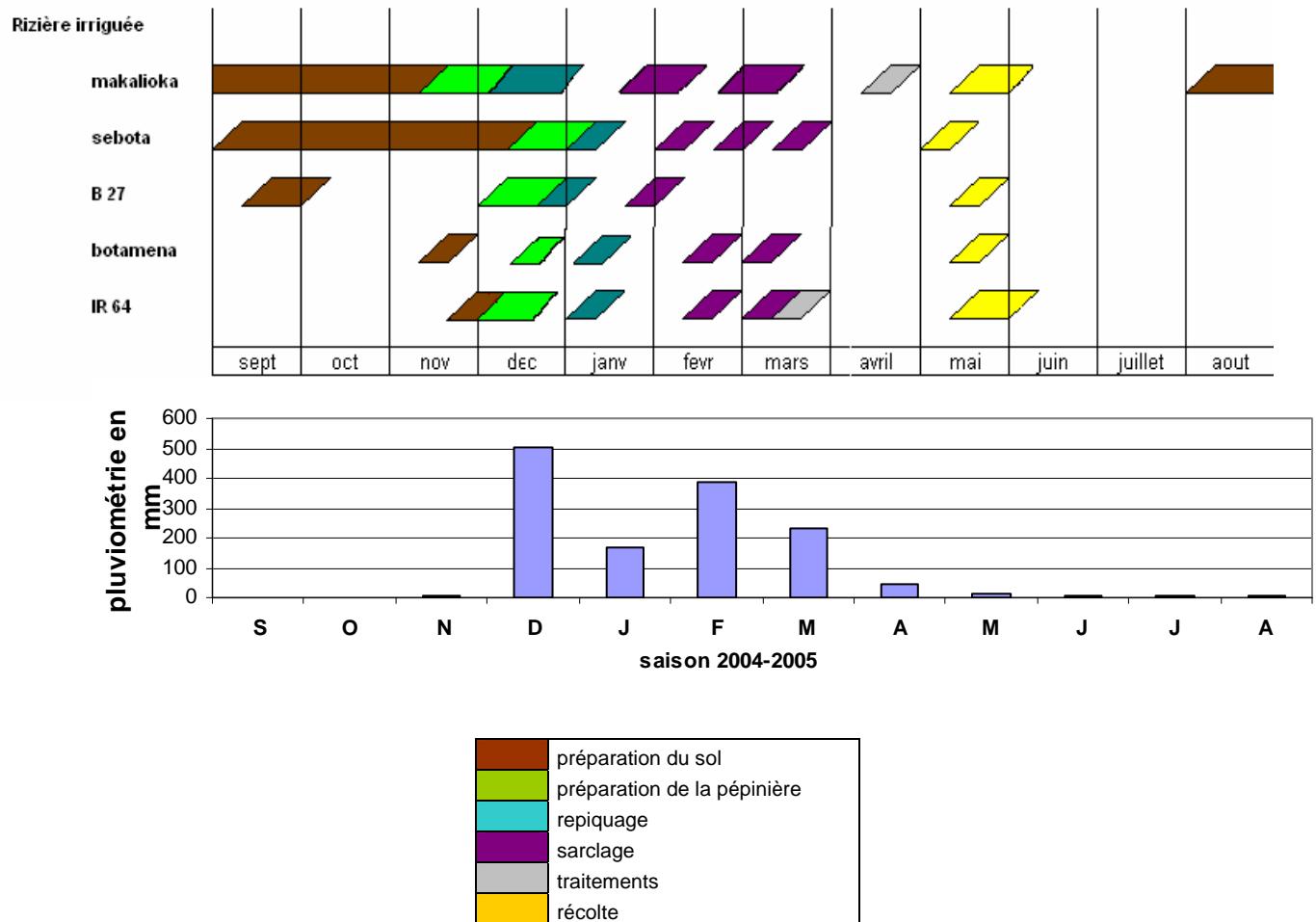
**Figure 15 :** Représentation du calendrier cultural des variétés de riz cultivées selon les techniques classiques, et légende du schéma

Ce schéma nous montre que la date de mise en place de la pépinière est variable sur la toposéquence, et en fonction de la variété cultivée. Pour le Makalioka, la préparation de la pépinière est pratiquée en moyenne 12 jours plus tôt sur les rizières irriguées(RI) que sur celles en mauvaise maîtrise de l'eau (RME) (du fait de l'attente obligatoire des pluies pour ces parcelles). Elle a lieu entre fin octobre et mi novembre sur R-I et au cours du mois de novembre sur RME. Le repiquage est légèrement décalé dans le temps, les récoltes ont lieu dans tous les cas au cours de la fin du mois de mai, et début du mois de juin. En revanche pour le Sebota, les exemples observés ici, nous montrent que la préparation de la pépinière a été plus tardive, mi décembre pour la rizière irriguée et mi-janvier pour les rizières en

mauvaise maîtrise de l'eau. Mais du fait du cycle plus court de cette variété, la récolte a lieu également entre la fin mai et la mi juin.

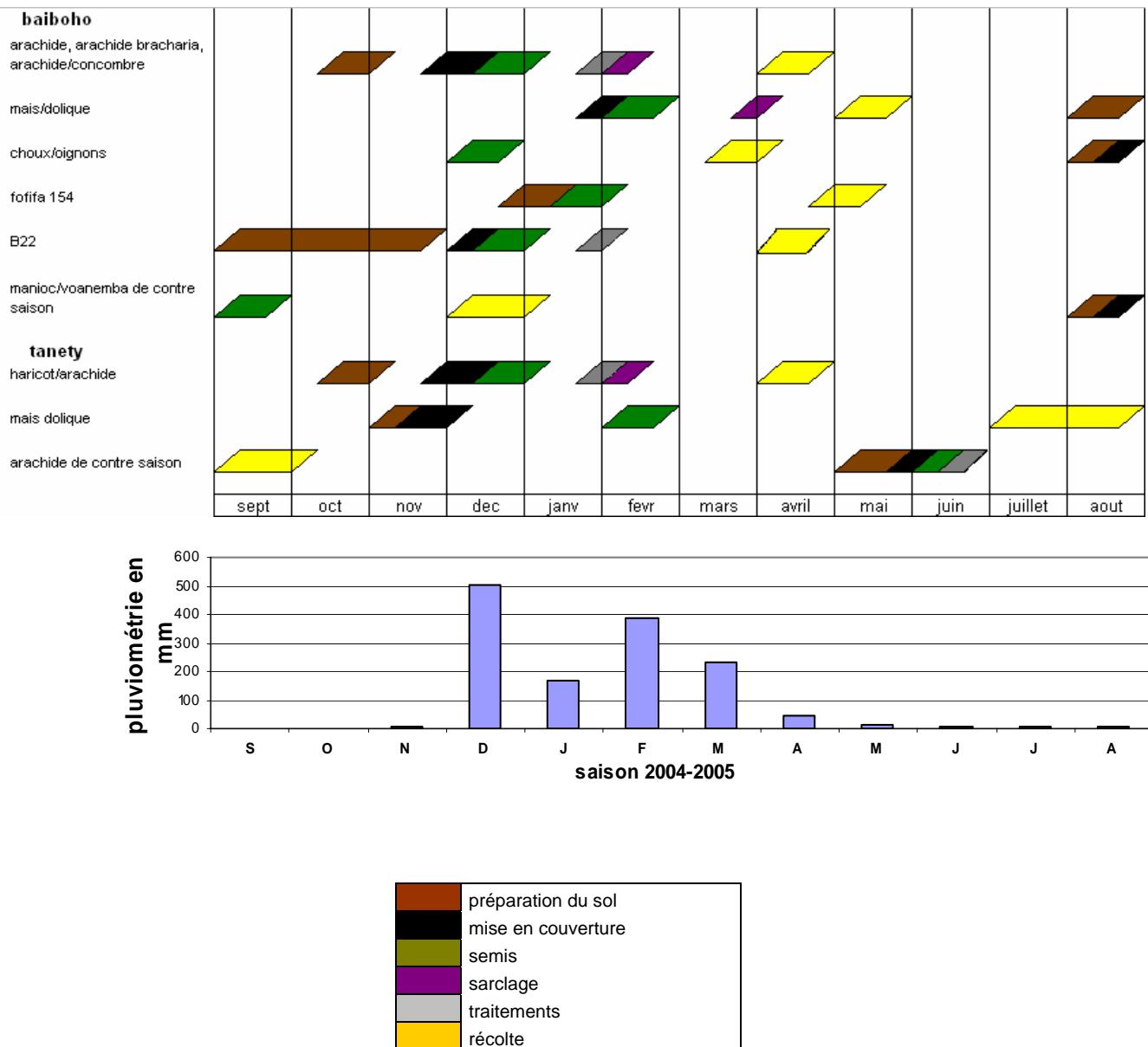
### ✓ Technique Maff

La date de la préparation du sol est très variable et peut s'étaler entre le mois d'août jusqu'au début décembre (fig.16). On remarque que pour l'ensemble des variétés cultivées, la préparation de la pépinière s'est effectuée entre la mi novembre et la mi décembre (avec une exception jusqu' au début de janvier pour le Sebota). Le repiquage a donc été particulièrement tardif cette année, s'étalant de début décembre pour le Makalioka à la mi-janvier pour le Sebota et les variétés Botamena et IR64. En effet, les pluies ne sont arrivées qu'au cours de la deuxième décennie de décembre 2004 et ont donc retardé de manière générale la mise en place des cultures sur les rizières. Les opérations de sarclage (au minimum de deux) étaient espacés de 15 jours environ et donc comprises entre la fin janvier et la mi mars pour le Makalioka repiqué en décembre, et entre début février et fin mars pour les autres variétés.



**Figure 16 :** Représentation graphique du calendrier cultural des variétés de riz cultivées selon la technique Maff en rizière irriguée

✓ **Technique SCV**



**Figure 17 :** Représentation graphique du calendrier cultural des variétés cultivées selon la technique SCV et légende du schéma

Les tâches sur les parcelles sont multiples et se situent à des périodes variables selon les variétés cultivées, mais on remarque cependant que les mois de décembre et janvier sont les plus chargés. Ils correspondent à la période de mise en couverture des parcelles et de semis. Les dates de récoltes s'échelonnent suivant la variété, entre mars et fin mai.

Ces schémas nous confirment l'existence de période de pic de travail et de chevauchement des besoins entre les parcelles en rizière et sur tanety.

Il existe un nombre important de systèmes de culture dans la région. Les principaux rencontrés auprès des agriculteurs enquêtés sont les suivants :

## ①      **Les systèmes de culture à base de riz**

### - Système à base de makalioka

- Makalioka cultivé seul sur rizières irriguées (RI) ou sur rizières à mauvaise maîtrise de l'eau (RME).

Une unique culture de riz est possible dans l'année car le sol est trop sec après la saison des pluies. Les deux techniques (classiques et Maff) sont mises en place.

#### Selon la technique classique :

Le Makalioka constitue la variété la plus cultivée selon la technique classique en rizières irriguées ou en mauvaise maîtrise d'eau.

En rizières irriguées, le travail du sol est effectué au cours de l'hiver, en juillet ou août, la mise en place de la pépinière s'étale de la fin du mois d'octobre au début du mois de novembre. Le repiquage est effectué avec des plants âgés de trente jours environ (voire plus), au cours du mois de décembre. Il y a éventuellement un sarclage entre le 20 janvier et le début février. Cependant, cette pratique n'est pas généralisable. Certains exploitants désherbent manuellement, le résultat est souvent moins efficace. Le Makalioka étant photopériodique, la récolte a lieu à une période fixe quelle que soit la date du repiquage, c'est-à-dire, entre le 10 et le 25 mai.

Sur rizières en mauvaise maîtrise de l'eau, le calendrier suit les mêmes étapes, mais la date de repiquage est fixée par la date des premières précipitations. La préparation de la pépinière est généralement décalée de 15 jours par rapport aux rizières bien irriguées et s'effectue jusqu'à la fin du mois de novembre, le repiquage se fait de fin décembre à janvier. La récolte se fait aux mêmes dates qu'en rizières irriguées, et de ce fait, est plus faible, le taux de tallage se trouvant affecté.

#### Selon le Maff :

Cette technique est mise en place uniquement sur les rizières irriguées.

La préparation du sol a lieu au cours de l'hiver (août à octobre). La préparation de la pépinière s'effectue entre la mi-novembre et mi-décembre. Les plants sont repiqués jeunes (entre 15 et 25 jours), le repiquage peut donc commencer dès le début du mois de décembre. Il s'étale jusqu'au début de janvier pour ceux qui ont mis leur pépinière en place plus tardivement. À la différence de la technique classique, deux sarclages sont effectués avec une sarcluse, 15 jours après le repiquage, et à 15 jours d'intervalle. La récolte débute mi-mai et se prolonge jusqu'au début du mois de juin.

- Makalioka cultivé en association sur baiboho selon la technique du SCV :

#### Avec une couverture vive :

Sur les parties basses, baiboho, on peut trouver une double culture annuelle alternant un riz pluvial à cycle court de saison des pluies avec une légumineuse ou du maraîchage de contre saison.

#### Avec une couverture morte :

À l'échelle de l'exploitation, le riz pluvial sur couverture présente un gros intérêt par le fait que la production des rizières irriguées est souvent insuffisante. La récolte est effectuée pendant la période de soudure (mois de mars/avril), les prix de vente des produits sont donc très élevés.

Le riz est systématiquement implanté sur une couverture morte composée de biomasse importée sur la parcelle ou bien de résidus de la culture précédente. La préférence porte sur les légumineuses. Ce riz valorisera l'effet précédent de la légumineuse de contre saison (dolique, pois, niébé).

Cet itinéraire est appliqué au Makalioka, sur les baiboho et les tanety dont les sols présentent un bon niveau de fertilité.

### -Système à base d'autres variétés de riz (B22, IR 64, fofifa)

#### Selon les techniques classiques :

L'itinéraire est le même que pour le Makalioka. Les variétés sont choisies en fonction de leurs caractéristiques et leur aptitude à pousser dans des conditions particulières. Le Fofifa, par exemple est particulièrement tolérant à l'hydromorphie.

#### En SCV :

On retrouve le même itinéraire en SCV qu'avec le Makalioka sur les baiboho et les tanety. Parmi les exploitations enquêtées, on retrouve 2 variétés cultivées selon le même itinéraire : le B22, et le Fofifa 154. D'autres variétés ont fait l'objet de diffusion par le projet (telle que le 2366) (BRL).

### -Système à base de Sebota

Suite aux efforts de vulgarisation du SCV engagés dans la région, les systèmes de cultures maraîchères sur couverture morte se sont développés. L'utilisation de variétés de riz polyaptitudes (Sebota) permet de mettre en valeur les rizières présentant un régime hydrique aléatoire (présence d'une lame d'eau durant seulement un à deux mois au cours du cycle d'une durée de 125 à 130 jours).

L'itinéraire proposé consiste à semer ces rizières dès les premières pluies, afin de commencer le cycle de culture en pluvial ; ces riz peuvent ensuite continuer leur cycle en irrigué, au moment de l'arrivée de l'eau. Il est également possible, dans les endroits où l'eau est disponible en début de saison des pluies, mais où l'irrigation n'est pas assurée jusqu'à la fin de la culture, de repiquer ces riz en irrigué et de poursuivre en pluvial lorsque l'eau n'arrive plus dans les parcelles.

De ce fait, on trouve cette variété sur des rizières irriguées et des rizières en mauvaise maîtrise d'eau, et elle est cultivée selon les 2 techniques, classique et Maff.

#### Selon la technique classique :

Selon la méthode classique en rizière irriguée, la préparation du sol a lieu en novembre. La préparation de la pépinière se fait aux alentours du 15 décembre, le repiquage a lieu début janvier. Un traitement fertilisant peut être fait fin janvier/début février. La récolte a lieu fin mai.

En rizière en mauvaise maîtrise d'eau, la préparation du sol se fait également vers la mi décembre, la pépinière est mise en place mi janvier, le repiquage a lieu début février, la récolte se fait à la fin du mois de mai/début juin.

#### Selon le Maff :

Selon la méthode Maff, les dates de préparation du sol et de la pépinière sont sensiblement les mêmes, en revanche, les plants devant être repiqués à 15 jours, le repiquage a lieu la première décade de janvier. 3 opérations de sarclage sont nécessaires et s'étalent de fin janvier à février, à raison d'un sarclage tous les 15 jours. La récolte se fait en mai.

De manière globale, le repiquage du Sebota est plus retardé dans la saison que celui du Makalioka, car son cycle est plus court.

En ce qui concerne la fertilisation au cours de la culture du Sebota, trois niveaux sont possibles (BRL, 2005):

- Niveau F0 : sans engrais en rizière,
- Niveau F1 : - Pour les sols alluvionnaires, seul l'azote est nécessaire.

Il est recommandé d'apporter 50 kg/ha d'urée au semis, 65 kg/ha 25 jours après le semis, et 60 kg/ha d'urée 45 jours après le semis, ce qui fait au total 175 kg d'urée.

- Pour les sols organiques, souvent carencés en phosphore :

Il est recommandé d'apporter 130 kg de DAP (mélange de N et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) au repiquage, suivis de 60 kg d'urée à 25 jours et de 60 kg d'urée à 45 jours.

- Niveau F2 : 300 kg de NPK (azote, phosphore, potassium) au repiquage, 100 kg d'urée en deux fois (à 25 jours et 45 jours).

Deux riziculteurs rencontrés mettaient en pratique le niveau F2, en apportant en moyenne de 210kg/ha de NPK au repiquage et 100 kg d'urée en deux étapes ; 50 kg lors du tallage et 50 kg à la montaison.

Dans la pratique, la majorité des riziculteurs n'ont pas l'habitude de faire des apports dans leurs parcelles. Ils se contentent de l'incorporation naturelle de l'azote dans le sol et sont donc au niveau F0.

On note que la différence principale entre ces différents systèmes, réside dans le fait, de mettre ou non en place une culture de contre saison sur les parcelles rizicultivées.

Cela est réalisé sur les baiboho et les tanety (alternance de riz /arachide ou riz / voanemba (pois)).En revanche, cette pratique n'a pas été observée sur les parcelles de rizières, pourtant libérée dès le mois de mai quand le riz a été repiqué suffisamment tôt. Les paysans nous ont expliqués qu'il se formait une croûte sèche, extrêmement dure à travailler dès la fin de la saison des pluies et la mise à nue des parcelles après la récolte, empêchant toute utilisation de la parcelle pour d'autres cultures.

## ❷ Les systèmes de culture à base d'arachide

L'arachide (*Arachis hypogaea*), appartient à la famille des papilionacée. C'est une légumineuse annuelle à fleurs aériennes jaunes. L'ovaire, après fécondation, est porté en terre par le développement du gynophore. Le fruit (gousse) se développe et mûrit entre 3 et 5 cm de profondeur.

Elle est cultivée pour ses graines, qui servent de matière première pour l'extraction d'une huile qui peut être utilisée en cuisine. Mais une grande partie de la production n'est pas transformée. Il existe de nombreux autres modes de consommation, telle quelle ou grillée. La graine constitue un des aliments de base, en accompagnement du riz.

Conditions de cultures :

Pour boucler son cycle végétatif, il faut à l'arachide, une hauteur d'eau comprise entre 400 et 1 200 mm. Il est préférable que la dernière partie du cycle soit plus sèche. C'est pendant la floraison et la fructification que l'arachide a les plus grands besoins d'eau. Toutes les fleurs formées moins de 20 jours avant l'arrêt des pluies ne se développent pas.

La date de semis peut varier mais les semis précoces sont les plus favorables, la maturité doit coïncider avec le début de la saison sèche. Toutefois il est préférable de semer en sec quand les pluies tardent trop à venir pour éviter une perte de rendement encore plus importante due au retard.

### -Système arachide + cultures légumières (concombre, haricots)

Il est conseillé de biner plusieurs fois au cours du cycle. Les agriculteurs, ici, pratiquent un sarclage, 15 jours à 3 semaines après le semis, pour lutter contre les adventices. Cela permet aussi de conserver davantage l'eau dans le sol. L'arachide à la faculté de bien valoriser les éléments minéraux disponibles dans le sol, ce qui lui permet de pousser dans des conditions difficiles. On la trouve sur les baiboho et les tanety, sur des terrains très hétérogènes en qualité.

Selon la méthode du SCV, la préparation du sol est faite fin octobre / début novembre, la mise en place de la couverture végétale morte a lieu entre le 20 novembre et le 10 décembre et est suivi du semis. Certains agriculteurs sarclent à la fin du mois de janvier. La récolte à lieu en avril.

Sur ce type de parcelles la culture d'arachide alterne à chaque saison avec une culture légumière. Par exemple: en saison 1 : arachide, en saison 2 : concombre, en saison 3 : arachide, et saison 4 haricots.

On trouve également sur tanety, des cultures d'arachide de contre saison. Dans ce cas, la préparation du sol a lieu en mai, (juste après la récolte de riz pluvial), la mise en couverture et le semis se font à la fin du mois de mai, et la récolte s'effectue au cours de septembre/octobre.

### -Système arachide/ bracharia ou arachide seule

Le calendrier cultural est le même, mais la culture d'arachide est associée avec celle du bracharia.

Deux espèces ont été diffusées en milieu paysan cette année : *Brachiaria ruziziensis ruziziensis* (pour les paysans qui envisagent de reprendre leurs parcelles en cultures vivrières à relativement court

terme) et *Brachiaria brizantha* (pour les paysans qui veulent planter un pâturage sur le long terme). Ces graminées fourragères stolonifères permettent de fournir une quantité de biomasse très importante, même dans des sols très peu fertiles. Le *Brachiaria* restructure et recharge le sol en carbone, il constitue un bon précédent pour des cultures vivrières ou la plantation d'arbres (vergers, *Accacia spp...*).

### ❸ Les systèmes de culture à base de plantes amylacées (maïs, manioc, patate douce)

Le maïs (*Zea mays*) est une culture de subsistance importante au lac Alaotra. Le paysan préfère souvent planter une céréale plutôt qu'une légumineuse. Il est alors intéressant de garder la céréale comme plante principale (écartement 1 m / 40 cm) et de l'associer à des légumineuses telles que le niébé, le haricot, ou l'arachide (écartement de 30 / 30 cm sur l'interligne) (BRL, 2005).

Le semis se fait soit manuellement à la volée, si la main d'œuvre familiale et le temps le permettent, soit à l'aide d'un semoir mécanique, si l'agriculteur a de grandes superficies et les moyens financiers.

La légumineuse n'est pas gênée par le développement du maïs et le système permet ainsi d'obtenir deux productions sur la même parcelle. Il allie une production vivrière (maïs et légumineuses si cette dernière produit des graines comestibles) à une production de biomasse sur la parcelle.

Toutefois, si la légumineuse est à port érigé, il est nécessaire de procéder à un paillage de la parcelle car dans le cas contraire, la couverture du sol n'est assurée que partiellement.

Le maïs est une graminée exigeante en eau notamment au moment de la floraison, mais aussi en qualité des sols, et répond bien aux apports d'engrais (azote). Elle pousse particulièrement bien sur les sols riches en matière organique, avec de bonnes propriétés physiques.

Il est recommandé de semer tôt, au début des pluies. La durée du cycle est de 130 jours environ.

Le manioc (*Manihot utilissima*) est une euphorbiacée, cultivée pour ses racines tubérisées qui entrent pour une part importante dans l'alimentation car très riche en amidon. Cette plante présente une grande capacité d'adaptation à son environnement. A Madagascar, le manioc ne peut être cultivé en altitude (>1400m) du fait des basses températures. Le cycle végétatif est alors de 22 mois.

On retrouve cet itinéraire sur baïboho, et sur les tanety dont les sols présentent de bons niveaux de fertilité. La préparation du sol de fait début novembre, la mise en couverture fin novembre, le semis en février et la récolte en mai.

### 1-3- Analyse des contraintes exercées sur l'agriculture de la zone

Il est nécessaire de faire l'inventaire des contraintes qui dictent les pratiques de l'exploitant afin de comprendre les choix des agriculteurs et essayer ensuite de formuler des propositions réalisables.

#### . 1-3-1- Contraintes liées aux pratiques culturales

##### 1- Accès à l'eau

L'eau est un sérieux problème dans le système de riziculture irriguée qui repose sur une bonne alimentation en eau, c'est-à-dire sur une combinaison de l'eau de pluie et de l'eau d'irrigation qui doit la devancer et en être un complément. Pour les exploitants qui disposent de parcelles irriguées, les tâches culturales sont doublées des travaux d'entretien des réseaux d'irrigation en début de campagne, et tout au long de la culture du riz, de la remise en état des diguettes, et de la surveillance du niveau de l'eau. Sur les parcelles en mauvaise maîtrise de l'eau, l'agriculteur est totalement tributaire des précipitations pour la mise en place des cultures mais également tout au long du cycle végétal.

De manière générale, selon les sols et la végétation adventice, le déficit hydrique en fin de saison sèche dans l'Alaotra est estimé à 1500 à 3000m<sup>3</sup>/ha.

Dans les rizières, les besoins en eau pour la mise en boue sont estimés à 1000m<sup>3</sup>/ha soit 100mm de pluie (Ducrot, R, 1996). La préparation des sols et le remplissage des rizières nécessitent entre 250 et 400 mm tandis que le maintien d'une lame d'eau demande 6 à 8 mm/j selon la vitesse de percolation.

## **2- Le calendrier de travail, inégale répartition des activités dans l'année**

Le calendrier fait apparaître deux saisons de moindre activité en ce qui concerne les activités rizicoles durant les 2 mois (mars avril) précédent la récolte et les quelques semaines lui succédant (fin août septembre). Il y a deux périodes de pointes de travail : octobre à février avec la préparation du sol, les semis, la pépinière et le repiquage, et le sarclage. L'autre pic se situe de mai à juin avec la récolte. Ces deux périodes sont plus ou moins étendues ou restreintes selon les possibilités de chaque exploitation (maîtrise de l'eau, main d'œuvre familiale, équipement).

L'exploitation fait appel à la main d'œuvre extérieure pour certaines activités seulement, au moment des pics de travail.

Les activités d'élevage, sont en revanche, réparties sur l'année mais la taille des troupeaux peut varier en fonction de la saison (vente d'oies à noël) ou pour une occasion particulière (vente de zébus).

## **3- La mise en couverture**

Selon les arguments des agriculteurs, une des contraintes principales à la mise en place du SCV réside dans la difficulté de mettre en place la couverture végétale. En fonction des ressources de l'exploitation, la couverture peut être constituée de paille de riz, cependant les pailles de bozaka (*Aristida*) sont préférées. Or, l'accès à la biomasse est difficile, la bozaka ou la paille de riz étant d'une part, indisponible en quantité suffisante, et nécessitant d'autre part, des besoins supplémentaires en main d'œuvre (pour la fauche et le transport de cette biomasse), qui coïncident avec les périodes de pics de travail. Il est possible d'acheter la paille manquante, mais le coût des bottes de bozaka est élevé.

D'autres part, les responsables de la vulgarisation du SCV se heurtent parfois aux habitudes des agriculteurs. De part l'intérêt qu'ils portent à l'élevage, il est inimaginable pour certains d'entre eux de laisser les pailles sur la parcelle au lieu de les ramasser après la récolte pour servir de fourrage. Il est donc important et nécessaire d'expliquer en détail l'intérêt de ces pratiques et les bénéfices à moyens termes pour l'agriculteur.

Pour la technique du SCV, moins de 50% des agriculteurs enquêtés utilisent la paille de leur récolte comme couverture morte, la paille allant prioritairement aux animaux, contraignant parfois les exploitants à racheter plus tard de la biomasse de couverture.

Sur les rizières irriguées, nous n'avons rencontré qu'un seul exploitant qui laissait la paille sur le sol afin de l'enrichir. Même lorsque les riziculteurs ne possèdent pas de bétail, la paille est ramassée et vendue ou offerte aux voisins.

### Interaction SCV/élevage

L'Alaotra est historiquement une région d'élevage bien qu'il n'existe pas d'éleveurs purs. Il n'y a pas non plus de circuits de transhumance. En revanche, il existe des mouvements saisonniers de déplacement des troupeaux entre les tanety et les rizières. Les animaux paissent neuf mois dans les rizières et trois mois sur tanety. Or avec le SCV, les parcelles sur tanety sont paillées en saison sèche.

L'interaction avec l'élevage peut donc constituer un problème si la divagation des animaux (bovins, ovins et volailles) n'est pas contrôlée sur les parcelles couvertes en contre saison (Martin. 2004). Actuellement, les parcelles couvertes sont considérées par tous comme des parcelles cultivées, et les dégradations restent donc accidentelles. Si l'adoption du SCV se généralise à une majorité des parcelles, il faudra prévoir une réelle évolution des pratiques et mettre en place notamment la gestion des parcours des animaux.

63 % des exploitations possèdent des zébus de traits. Tous les agriculteurs qui possèdent des zébus nourrissent les animaux à partir des sous produits végétaux des parcelles cultivées : paille de riz, son de riz, ou avec une partie de la production : maïs, riz, tourteau, manioc, patate douce.

15% des agriculteurs doivent compléter l'alimentation du bétail avec de la provende achetée (paille et fourrage) à raison de 1200 à 1300 Ariary/kg (6000 à 6500 Fmg /kg).

#### **4-Calendrier de travail lié aux coutumes.**

Le calendrier cultural tient également compte de l'emploi du temps de la population rurale. Le culte des ancêtres a une grande importance. Les traditions et les « fady\* » (tabous) en sont les signes quotidiens. Dans la zone qui nous concerne, les principaux fady en relation avec les travaux agricoles, sont l'interdiction de travailler la terre avec un objet métallique le jeudi et dans certaines communes, le mardi aussi. Les migrants doivent respecter les androfady du village où ils s'installent qui s'ajoutent à leurs propres jours (Blanc-Pamard, 1986). On relève ainsi jusqu'à 4 jours fady par semaine. Ceci pose des problèmes pour le respect du calendrier cultural et entraîne l'appel à une main d'œuvre extérieure pour exécuter les travaux à temps. A Ambatondrazaka et ses alentours, le mardi et le jeudi sont les journées fady.

#### **5 -Retard dans l'approvisionnement en semences**

La date des opérations culturales est importante et le retard de celles-ci en ce qui concerne la plantation (semis ou repiquage), le sarclage ou la récolte, a des effets négatifs sur la production.

On a vu précédemment que le rendement en riz est très dépendant de la date de semis, sur les rizières irriguées et particulièrement pour les variétés photosensibles qui représentent plus de 60% des cultures de la région. Certains riziculteurs prévoient une saison à l'avance et gardent une partie de leur production comme semences. Mais 13% des riziculteurs nous ont indiqués que malgré une récolte relativement bonne une année donnée, il leur fallait racheter des semences pour la saison suivante et bien souvent à un prix 2 ou 3 fois supérieur à celui auquel ils ont vendu le paddy quelques semaines plus tôt.

On peut donner plusieurs explications à cela : D'une part, la réaction générale est d'utiliser et de dépenser l'argent tant qu'il y en a (c'est-à-dire en dehors de la période de soudure). Au moment de la mise en place de la culture, l'argent est indisponible.

Seule une minorité d'agriculteurs rencontrés semblent se « projeter » dans l'avenir et entreprendre des actions à moyens et longs termes.

D'autre part, certains choisissent de renouveler leurs semences ou de changer de variété, et les achètent alors auprès du Centre semencier d'Amparafaravola. Certains renouvellent leurs semences, tous les 3 ans, et utilisent les leurs, pour les années intermédiaires.

D'autres ont exprimé la difficulté de conserver les semences d'une saison à l'autre, par manque de place (pas de grenier) ou risque d'humidité, ou encore problème des rats.

La demande très importante de semences au même moment, cause des problèmes d'approvisionnement. Certains sont forcés de retarder la mise en pépinière faute de semence. Cela entraîne en fin de compte, une perte de production pour l'exploitant.

#### **6- Pollution variétale**

En visitant les parcelles des agriculteurs, on a pu constater le problème dont ils nous avaient fait part au cours des entretiens : la pureté des semences. On observe en effet une pollution variétale dans bon nombre de parcelles. Les rizières étant envahies par le riz rouge. On repère les pieds de riz de variétés différentes par leur couleur, souvent leur taille et leur maturité différente. Cette pollution n'est pas due à une dissémination entre parcelles voisines car on retrouve des plants adultes en pleine ligne ou en carré selon le mode de repiquage pratiqué. Cela signifie bien que ce sont les plants repiqués qui ne sont pas tous de la même variété et c'est donc le centre semencier fournisseur qui est en cause.

Cela pose problème d'une part au moment de la récolte, les pieds de riz n'atteignent pas la maturité au même moment, et d'autre part, le riziculteur se doit de séparer les différentes variétés pour la vente. Cette pollution, en plus de causer une perte de rendement sur la variété sélectionnée, nécessite donc de passer plusieurs fois dans les rizières pour récolter les pieds non désirés afin d'éviter de surcroît, de laisser des semences « polluantes » sur le champs pour la saison suivante.

## 7- Contraintes économiques

Les modifications des conditions socio-économiques contribuent pour une large part à expliquer les transformations des activités : L'évolution des prix, conditions d'écoulement (proximité du marché, collecteurs) accès aux intrants, foncier, marché du travail, accès au crédit.

### La trésorerie :

Une importante période de soudure alimentaire débute dès le mois de septembre jusqu'à la récolte suivante, en mai. Les périodes de soudure alimentaires coïncident souvent avec la nécessité d'effectuer des dépenses de production pour assurer les cultures de la saison suivante. (Main d'œuvre pour la préparation du sol, achat des semences etc.)

Les soucis financiers sont courants et peuvent contraindre les agriculteurs à retarder l'achat des semences et donc retarder la mise en place de la culture, ou bien annuler une opération de sarclage pour économiser le prix de la main d'œuvre. Outre les facteurs propres à la riziculture, un autre frein est donc lié à la difficulté d'accès aux prêts bancaires et aux intérêts très élevés.

### Financement et accès aux intrants :

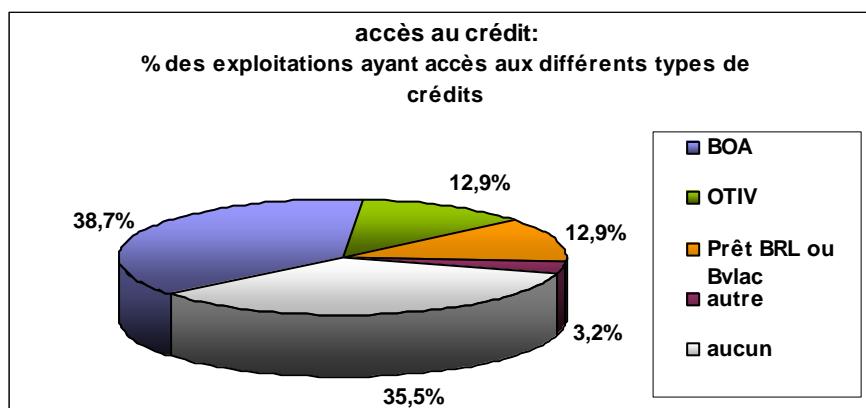
La plupart des riziculteurs n'achètent pas d'engrais chimiques ni d'herbicides pourtant nécessaires pour supprimer les cypéracées et les graminées. Le fait de ne pas pouvoir se procurer des herbicides compromet le respect du calendrier agricole car les riziculteurs jouent alors sur les dates de repiquage qu'ils repoussent parfois jusqu'à la mi janvier, la poussée maximale des adventices ayant lieu entre le 1<sup>er</sup> décembre et le 15 janvier.

Les engrains, dont l'approvisionnement est défectueux sont peu utilisés, notamment en rizières (30% des exploitants rencontrés affirment en utiliser). Cette réticence est uniquement financière car ils sont bien utilisés lorsqu'ils sont fournis gratuitement (par le projet pour des périodes d'essai).

Certains riziculteurs utilisent des herbicides totaux au moment de la préparation du sol des rizières, puis un traitement insecticide un mois après le repiquage. Mais dans les plus petites exploitations, on se contente du labour puis des sarclages pour nettoyer les parcelles.

Pour les cultures sur tanety en revanche, d'avantage d'intrants sont utilisés. 75% des agriculteurs utilisent de l'engrais minéral (NPK ou urée) ou de la fumure organique.

Certains exploitants ont recours aux emprunts ou crédits bancaires ou aux prêts d'organismes de micro finances. Cependant, il leur est parfois difficile de réunir toutes les conditions exigées par les banques, et restent alors sans aucun recours (fig. 18).



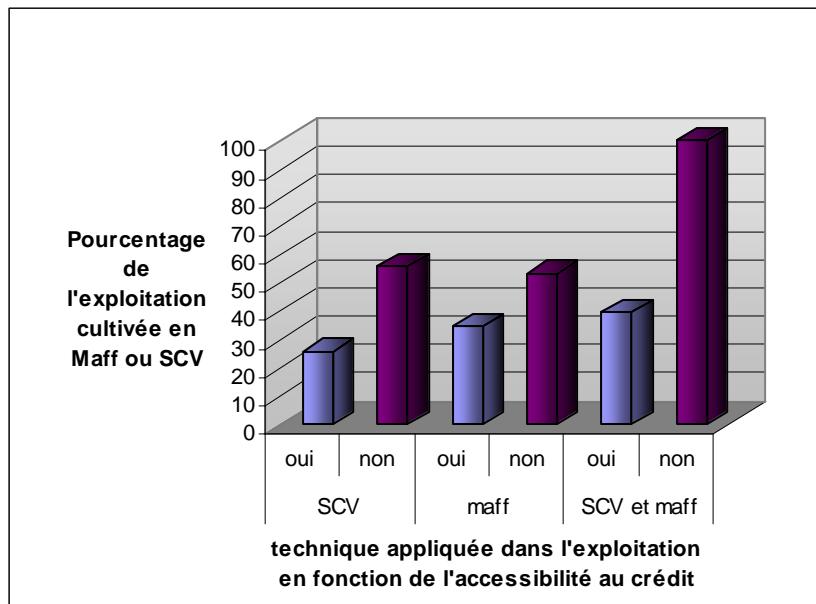
**Figure 18 :** représentation du pourcentage des exploitations ayant accès aux différents types de crédits.

Dans notre échantillon, 51,6% des exploitants disposent d'un crédit à la Banque of Africa (BOA) ou auprès de l'OTIV (organismes de microcrédits).

Près de 13% bénéficient d'un prêt du projet BVLac et 35,5% n'ont pas recours à un organisme de crédit. Dans cette dernière part, certains exploitants ne ressentent pas le besoin d'emprunter de l'argent

et semblent disposer de réserves financières suffisantes pour gérer leur trésorerie d'une saison à l'autre et faire face aux aléas climatiques ou économiques liés à leur activité. En revanche, certains agriculteurs nous ont fait part de leur grande difficulté à accéder aux différents types de crédits. L'éloignement, le manque de moyen pour assurer le remboursement ou la méconnaissance des systèmes de crédits sont les contraintes principales. L'aide familiale est pour certains, l'unique moyen de disposer d'une avance financière pour assurer la saison à venir.

Cependant, selon la figure 19, le pourcentage de l'exploitation modifiée par l'une et/ou l'autre des techniques, ne semble pas lié à l'accès aux crédits.



**Figure 19 :** Part de l'exploitation cultivée selon les nouvelles techniques en fonction de l'accès au crédit.

En effet, il est étonnant de remarquer qu'en ce qui concerne les exploitations de notre échantillon, ce sont celles qui n'ont pas recours au crédit qui consacrent une part plus importante de leur surface totale, au SCV ou au MAFF ; La part de la surface totale cultivable de l'exploitation modifiée en SCV, est de 25% lorsque les agriculteurs ont accès et recourent aux crédits, contre plus de 56% quand ils n'y ont pas accès. De même la part modifiée avec la technique Maff est de 35% quand ils ont recours aux crédits contre 53% quand ils n'y ont pas recours, et enfin, pour les exploitations, dans lesquelles les deux techniques SCV et Maff sont mises en place, la part modifiée est de 40% en ayant recours aux crédits contre 100% sans y avoir recours.

On ne remarque pas de différences significatives de surfaces totales entre les exploitations qui accèdent et utilisent un crédit et celles qui n'y ont pas recours (soit parce qu'elles ne remplissent pas les conditions nécessaires, soit qu'elles n'en n'ont pas besoin).

Deux interprétations sont alors possibles :

- Soit, les exploitations avec de faibles revenus, ont un intérêt plus fort encore à augmenter leurs rendements et productions, et sont prêtes à tester de nouvelles méthodes, même si elles n'ont pas accès au crédit ; les exploitations plus importantes en terme de revenus se « satisfaisent » de leurs résultats et ne se risquent pas à expérimenter de nouvelles techniques.
- Soit, les exploitations qui peuvent se permettre d'essayer les nouvelles techniques, disposent d'un capital suffisant pour investir la première saison, sans avoir recours aux crédits.

#### Contraintes commerciales :

La commercialisation du paddy\* peut s'effectuer de deux manières. Dans le premier cas, le producteur amène directement le paddy à un transformateur désireux d'acheter. Le prix se fait suivant le cours. Il

n'existe aucun contrat entre les deux parties. Dans le deuxième cas, les achats de paddy sont effectués par des collecteurs qui soit, travaillent pour le compte d'un rizier ou d'un grossiste (sous collecteurs), soit sont des collecteurs indépendants. Les transactions se font selon le libre cours du marché et s'effectuent directement dans les villages ou dans les lieux où sont implantés les sous collecteurs. Généralement ce sont les paysans qui viennent apporter leur paddy mais souvent ils ne peuvent opérer un arbitrage en raison d'absence de moyen de transport.

La destination des cultures se répartie entre l'autoconsommation et la vente directe sur le marché si la proximité le permet. 73 % des riziculteurs rencontrés utilisent les services d'un collecteur pour la production de riz. Le prix d'achat aux paysans est alors souvent inférieur à celui offert en ville du fait du salaire et de la marge de cet intermédiaire.

D'autre part, le prix du paddy varie très fortement selon la période de vente. Les prix chutent en juin / juillet, avec l'arrivée de paddy en quantité massive sur le marché. Les riziculteurs ont donc intérêt dans la mesure du possible à récolter tôt dans la saison et donc à vendre à meilleur prix ou bien à stocker une partie de leur production, pour la vendre au cours de la période de soudure.

### **. 1-3-2- Les points de maîtrise du paysan**

#### ***Les Règles de décisions :***

Le choix du système cultural en début de campagne agricole dépend des possibilités de chacun des exploitants, de leurs objectifs et de leur marge d'incertitude.

Pour les paysans, les risques et incertitudes se traduisent directement sur la disponibilité en paddy, sur le risque de soudure et donc sur la reproductibilité du système de production. Aucune exploitation ne semble à l'abri de déficit en paddy. Les conséquences des risques sont toutefois modulées en fonction des différentes contraintes qui pèsent sur l'exploitation. Le sous équipement, un accès au foncier rizicole ou terrains favorables aux cultures de contre saison limité, le manque de main d'œuvre, sont autant de facteurs susceptibles d'aggraver les conséquences d'une mise en place tardive du riz.

Les agriculteurs doivent donc adapter leurs systèmes culturaux en fonction du niveau de ressource de leur exploitation.

Les stratégies sont différentes selon les besoins, mais la majorité cherchent à limiter les risques et préfèrent assurer une récolte même médiocre que de ne rien avoir du tout. La famille joue un rôle essentiel dans la prise de décision au sein de l'exploitation. La plupart des exploitants affirment faire les choix en couple et en discuter. Certains nous ont fait part de leur réticence (le plus souvent de la part de la femme) face à une nouvelle technique, celle-ci se devant d'assurer les repas de la famille.

L'agriculteur réagit à ce qui touche au court terme, c'est-à-dire les conditions de la campagne agricole, la récolte attendue et les conséquences sur les conditions de vie familiale. Les décisions tiennent compte d'abord des caractéristiques et des résultats de la campagne précédente (qui détermine bien souvent l'argent disponible), de la taille de la parcelle, de la main d'œuvre utilisable, des possibilités de travail salarié, des travailleurs familiaux et du matériel disponible qu'il faut louer ou emprunter. Au fur et à mesure du déroulement de la campagne agricole, les paysans font des choix au niveau des pratiques culturelles qui sont basées sur la connaissance qu'ils ont du milieu et qui peuvent être appliquées en fonction de la gestion de l'eau d'irrigation et de pluie.

Les agriculteurs doivent faire face aux contraintes et les pallier en adaptant leurs systèmes d'exploitation, cela revient le plus souvent à adapter les itinéraires techniques.

#### ***Le choix des pratiques :***

Le choix de l'itinéraire technique le plus adapté dépend des régimes hydriques des rizières concernées; mais il est essentiel qu'un riz semé en pluvial ne soit pas inondé pendant le premier mois après l'installation, et qu'un riz repiqué en irrigué puisse avoir de l'eau pendant au moins un mois après le repiquage, sous peine de perdre la culture. Il faut donc tout d'abord déterminer avec les paysans concernés quel est le régime hydrique habituel de leurs rizières, et bien insister sur la nécessité du choix de l'itinéraire en fonction de ces conditions.

Lorsque ces variétés sont installées en pluvial dans des conditions de mauvaise maîtrise de l'eau, elles doivent être installées dès le début de la saison des pluies : elles pourront ainsi profiter au maximum des pluies utiles, qui selon les années tombent dans une période courte. De plus, en cas d'installation en pluvial, le semis aux premières pluies permet souvent d'éviter un début de culture dans des sols saturés d'eau, ce qui est préjudiciable à la levée.

Cette année, le semis s'est fait principalement en décembre, du fait de l'attente des pluies.

#### ***Le choix des variétés :***

De manière générale, le critère de productivité demeure la principale raison de choix d'une variété par les riziculteurs. Les préférences des riziculteurs peuvent être évaluées en fonction de 6 critères :

- La productivité, appréciée par la taille des panicules et le nombre de grains ;
- La résistance à la sécheresse, à l'inondation, et aux maladies phytosanitaires ;
- La longueur du cycle et la capacité à ajuster la longueur de cycle en fonction de la date de semis (photopériodisme) ;
- La qualité organoleptique (goût) et le comportement à la cuisson (gonflement et collant) ;
- Leur comportement à la levée (résistance au stress hydrique en début de culture) et à la verse;
- La capacité de tallage, pour allonger la durée de culture, il faut des riz à tallage abondant susceptibles de valoriser de faibles niveaux de fertilité et de résister à l'enherbement et concurrencer les adventices.

Dans la région du lac Alaotra la résistance à la sécheresse apparaît comme le 2<sup>ème</sup> facteur déterminant après la productivité. La préférence des habitants de la région du lac Alaotra pour le goût et l'aspect extérieure de la variété Makalioka continue à perpétrer la culture de cette variété dans cette région.

#### ***Jouer sur la date d'implantation :***

Dans l'Alaotra, le paysan ne contrôle le niveau de rendement qu'à travers la maîtrise de l'implantation (Ducrot, 1996). En effet c'est à ce niveau de l'itinéraire technique que se détermine le choix de la variété, la date d'implantation qui, elle-même, détermine le potentiel de rendement, le contrôle de la densité et la maîtrise de l'enherbement (liée au sarclage, à la gestion de l'eau et date d'implantation). La maîtrise du calendrier d'implantation, des choix des variétés et les modalités de travail du sol sont donc les facteurs principaux.

Dans notre échantillon, les dates d'implantation sont extrêmement variables. Elles sont liées aux conditions d'irrigation locale. Ainsi en repiquage, elles s'étalent du 6 décembre au 30 janvier pour les extrêmes (cultures de Makalioka selon la méthode classique en rizière irriguée), dans les exploitations du PC 15 et de la vallée Marianina. Une implantation tardive du Makalioka (variété photopériodique) se traduit par des diminutions de rendement. On estime que le rendement de Makalioka diminue d'une tonne par mois de retard par rapport à un repiquage au 15 décembre. Ces diminutions sont dues à une réduction du nombre de panicules/m<sup>2</sup> (qui correspond à un moindre tallage) et de plus, à une diminution du nombre d'épillets par panicule.

Selon les normes de la Somalac, la préparation de la pépinière nécessite 25 mm d'eau en deux jours et 40 mm en 10 jours incluant une première averse concentrée de 15 mm en 24h ou de 20 mm en 24h (Ducrot, 1996).

La préparation de la pépinière permet de conserver une certaine marge de manœuvre, dans la mesure où le nombre de plants reste maîtrisé. Plus les pépinières sont implantées de façon précoce, moins les aléas ultérieurs risquent d'affecter la date de mise en place. La préparation des pépinières est toujours prioritaire par rapport aux autres travaux dans l'organisation du travail entre parcelles, non seulement sur parcelles irriguées mais aussi par rapport aux cultures pluviales.

C'est pourquoi dès le premier orage, ouverture des canaux ou non, les riziculteurs cherchent à labourer au risque de ne pas disposer de la force de traction suffisante ou d'épuiser leurs animaux, déjà affaiblis par la saison sèche (Ducrot, 1996). Le labour de contre saison ou d'arrière saison est une autre option. Certains riziculteurs, par exemple ceux qui cultivent du Makalioka selon la méthode classique, s'efforcent de labourer leur pépinière en juin/juillet. Cependant le labour de contre saison n'est pas toujours considéré comme la meilleure solution. Sur sol argileux trop humide, il crée de gros

blocs compacts, peu fragmentés dont l'émottage est ensuite difficile. De plus sur les parcelles du PC15, au cours de la saison sèche, il se forme une croûte très dure qui rend le labour pénible pour les animaux.

Les riziculteurs maîtrisent également la durée du séjour des plants en pépinière, qui varie entre 15 jours pour les riziculteurs qui pratiquent le Maff et 35 jours en suivant la méthode traditionnelle.

#### ***Adapter les cultures en SCV :***

Comme nous l'avons soulevée, une contrainte importante associée à la mise en pratique du semis direct sous couvert végétal, est la difficulté à se procurer suffisamment de biomasse pour la couverture. Dans ce cas, l'implantation de parcelles de SCV passe forcément par l'implantation d'une couverture vive. Cet itinéraire consiste après décapage, à installer une légumineuse volubile à pouvoir envahissant très fort, tel que le niébé (*Vigna unguiculata*), le *Vigna umbellata*, la dolique (*Lablab purpureus*) ou le mucuna. Ces plantes à cycle long (de 5 à 6 mois) permettent de créer une quantité très importante de biomasse, qui pourra donc être utilisée comme mulch (litière) pour la culture suivante (après la fauche de la légumineuse, une fois la récolte effectuée). Les quantités d'azote fixées (d'une part par les nodosités et d'autre part par la dégradation des résidus de récolte) sont par ailleurs très importantes. Cet itinéraire est préconisé sur tous les niveaux de la toposéquence, une fumure organique conséquente est toutefois recommandée sur les sols les moins fertiles.

Si la date du repiquage est importante dans les priorités des riziculteurs, d'autres objectifs peuvent intervenir dans la détermination du choix de mise en place. Ils peuvent dépendre de la maîtrise hydrique de la parcelle, de la date de récolte souhaitée (plus tôt pour obtenir un meilleur prix à la vente), ou de la nécessité d'alléger le calendrier en main d'œuvre à certains moments.

Les semis en sec sur les parcelles en SCV débutent au 22 décembre pour une culture de riz (B22) et s'étalent jusqu'à la mi janvier sur baiboho. Mais de manière globale, les semis en SCV se prolongent jusqu'au mois de mars pour les cultures de haricots ou doliques par exemple. Les dates varient en fonction des cultures pratiquées, les agriculteurs disposent d'une marge de manœuvre, en effectuant le choix des variétés. Les critères de choix principaux concernant les variétés cultivées sont :

- les besoins de la variété en eau, son adaptation aux conditions environnementales (ensoleillement suffisant, température minimale de culture, résistance aux insectes).
- le prix de vente de la culture (et indirectement le gain espéré).
- les besoins en main d'œuvre qu'elle nécessite.

#### ***La conduite de la fertilisation :***

La fertilisation est extrêmement variable sur plusieurs points :

-Type d'apport : inexistant, exclusivement organique, minéral (sous forme d'urée), combinaison.

-Des dates d'apport : une charrette de fumier peut être épandue au labour tandis que l'urée s'applique toujours après le 15<sup>ème</sup> jour de pépinière.

-Des doses d'apport : Pour la fumure organique : en moyenne les apports sont de 20 charrettes à l'hectare (1 charrette contient 10 gony\* de 5 vata\* soit environ 600 kg de fumier). Pour l'urée, l'apport moyen est de 50 à 100 kg/ha en deux fois (au tallage et à la montaison).

On remarque que les agriculteurs apportent de l'engrais sur les parcelles qui leur appartiennent. Lorsque l'exploitant dispose de parcelles en location en plus de celles dont il est propriétaire, il effectue des apports uniquement sur celles qui lui appartiennent.

De plus de façon générale, la fertilisation minérale en rizière est rarement pratiquée. La difficulté d'accès au crédit, la synchronisation de la période de montaison (au cours de laquelle devrait être appliqué l'engrais) avec la période de soudure (qui correspond à un déficit alimentaire et de trésorerie), ainsi que l'augmentation du prix des engrains sont autant d'éléments explicatifs du faible intérêt porté à cette mesure, pourtant recommandée.

### **Diversifier les cultures :**

Les cultures de contre saison, destinées à la vente, sont présentes dans certaines exploitations et occupent les rizières une fois que le riz a été récolté. Il faut que la rizière soit libérée assez tôt, dès la première quinzaine de mai. Les haricots et l'arachide sont les deux cultures de contre-saison plus particulièrement développées dans le PC15 et vallée Marianina. La petite taille des rizières est un facteur supplémentaire à la diversification. Les riziculteurs font alors des cultures de contre-saison pour augmenter leurs revenus. Le gain les aide à couvrir les dépenses des rizières et à assurer les besoins quotidiens.

### **L'organisation des assolements :**

Le riz pluvial occupe une place importante dans la plupart des exploitations car il permet une récolte avancée (dès la mi-avril).

2 exploitants qui possèdent des parcelles sur baiboho et tanety n'ont pas cultivé de riz pluvial au cours de la saison 2004/2005 mais compensent par la culture de riz en rizière irriguée. Dans les deux cas, les exploitants possèdent des parcelles sur baiboho qu'ils cultivent avec du maïs + haricot ou maïs + dolique.

La production de riz pluvial s'intègre donc d'une manière différente dans les exploitations. Pour certaines, celles qui possèdent une surface de baiboho et de tanety importante relativement à la surface totale disponible, la production de riz pluvial est complètement prise en compte dans la gestion de la trésorerie de l'exploitation. Cela constitue une récolte essentielle. Une mauvaise récolte en riz pluvial pénalise le ménage et crée une forte contrainte à la mise en place des cultures maraîchères. Le volume total à produire est évalué en début de saison en fonction des stocks et permet de définir les surfaces à semer et les pratiques à mettre en place sur ces cultures en fonction des surfaces et de la main d'œuvre disponibles.

Dans les autres exploitations, celles qui disposent d'une proportion rizière / (tanety + baiboho) plus importante, cette culture ne constitue qu'un appoint dans la trésorerie, la part la plus importante provenant des rizières irriguées.

### **Diversifier les activités au sein de l'exploitation:**

L'activité agricole est liée aux cycles des plantes et des animaux, et fait par conséquent alterner des périodes de pointe et de creux de travail. Le paysan peut tirer partie des périodes de moindre travail au sein de l'exploitation pour exercer une autre activité rémunératrice.

#### **✓ L'élevage :**

Comme nous l'avons vu l'élevage constitue une activité importante, car elle est très liée aux systèmes de cultures. Les bovins permettent le labour et le transport (intrants, récolte). La relation agriculture-élevage est étroite, car l'ensemble des parcelles est labouré en traction animale. De plus, le fumier produit est valorisé : il est soit utilisé sur les parcelles, soit vendu et constitue un revenu supplémentaire pour 10% des exploitations.

L'élevage peut être dans certains cas considéré comme une activité totalement intégrée aux systèmes de production ou d'exploitation, dans la mesure où le choix de l'agriculteur concernant les variétés et itinéraires techniques, est fait en fonction des besoins en fourrage (production de fourrage sur les parcelles en tanety). L'interaction de l'agriculture avec l'élevage constitue un bénéfice si on met les techniques de semis direct à profit pour la culture fourragère. Dans le cas du SCV sur couverture vive, on peut envisager de produire une culture fourragère dont une partie peut servir à l'approvisionnement des animaux.

#### **✓ La pêche**

Le lac, les plans d'eau dans les marais, et les canaux constituent une réserve appréciable de poisson en toute saison. La pisciculture sur de petites surfaces, comme activité complémentaire à la culture du riz, s'est aussi développée dans la région. La consommation de poissons est très importante (Tylapias et Besiska). Le poisson est vendu frais, ou séché au soleil ou encore fumé. La haute saison se situe de février à mai, période de moindre activité pour la riziculture. Cela constitue un revenu continu et immédiat. Des collecteurs viennent périodiquement de Tamatave ou Tananarive pour chercher le

poisson dans les villages. Des petits bassins de pisciculture sont mis en place dans le prolongement des parcelles, en liaison avec les canaux d'irrigation pour assurer un renouvellement de l'eau.

✓ Les autres activités.

Certains exploitants ont d'autres activités qui assurent des revenus d'appoint pendant une partie de l'année, au cours de la période de soudure pour limiter le sous-emploi en saison sèche durant juin-juillet. Les femmes peuvent faire de l'artisanat, paniers et vanneries de décembre à avril. Les activités à plein temps sont celles de charpentier, gargottier ou épicer. Certains migrants commencent souvent comme gargottier les premières années de leur installation.

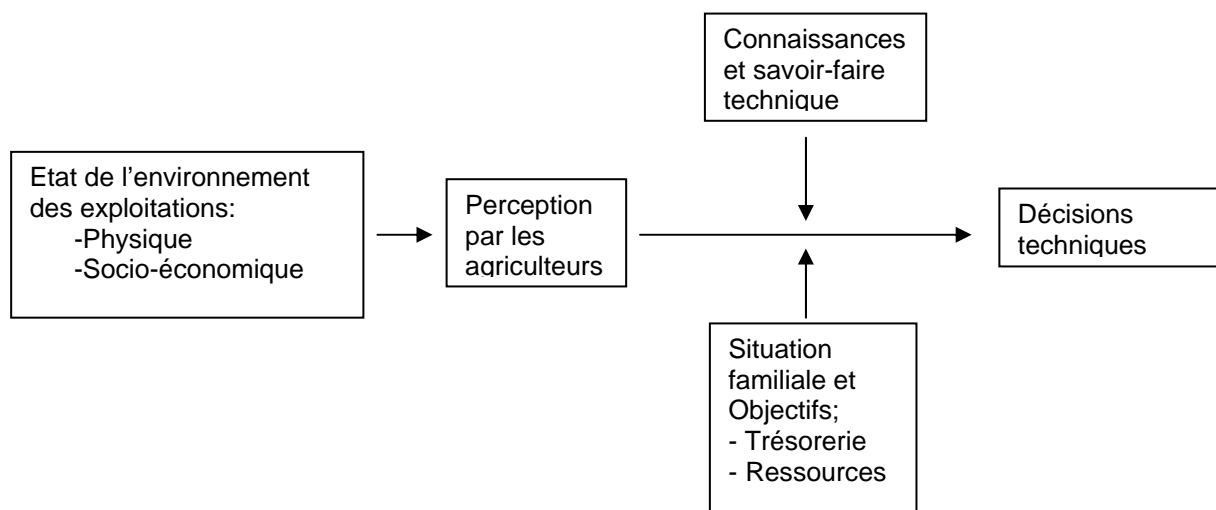
Il y a une pluri activité dans le temps et l'espace des exploitations des périphéries. Il est donc nécessaire de ne pas considérer le riz comme une monoculture et comme le seul atout des paysans, mais de raisonner au niveau de l'exploitation et non de la seule parcelle de riz.

En effet, les pratiques mises en oeuvre par un agriculteur dans un champ donné de riz pluvial, dépendent de l'existence ou non d'autres champs cultivés en riz, des champs portant d'autres cultures et des autres activités pratiquées par les membres de la famille (commerce par exemple). Toutes ces activités, tous ces champs, peuvent être en effet considérés d'une part, comme en concurrence pour l'affectation des facteurs de production (ici essentiellement la main-d'œuvre, qu'elle soit familiale ou salariée) mais d'autre part comme complémentaires pour le fonctionnement global de l'exploitation. Le travail familial contribue au revenu total, chaque activité prise isolément génère de faibles revenus mais permet au final de régler les problèmes de trésorerie que pose la riziculture. La seule vraie rentrée d'argent vient du riz, en une seule fois de juin à septembre, souvent compromise par les prêts et les avances qui ne laissent en moyenne que la moitié de la production.

On constate une très forte imbrication des activités, les produits de l'une correspondent à la consommation intermédiaire d'une autre. Par exemple, la production de fourrage est un produit en soi qui peut être vendu, et constitue une rentrée d'argent, mais si le fourrage est consommé par les bovins de l'exploitation, la production de fourrage correspond à un produit intermédiaire à une production finale à plus forte valeur ajoutée. La marge nette retirée de la vente d'un bovin est plus importante que celle issue de la vente du fourrage. Les bovins, eux-mêmes, représentent un outil de travail pour l'agriculteur sur ces propres parcelles et de surcroît sur des parcelles pour lesquelles il loue ses services.

La figure 20 représente les principaux facteurs qui influencent la prise de décision dans l'exploitation. Les revenus d'activités financent les investissements et le fonctionnement des autres. L'agriculteur doit donc raisonner les innovations même si elles paraissent à priori ponctuelles avec une logique à moyen ou long terme, qui s'inscrit au minimum sur deux saisons. Il doit chercher à affecter au mieux les moyens de production à ses besoins, en fonction des différents calendriers, de culture, de travail, et à la trésorerie disponible. Ces décisions sont donc dépendantes des résultats de la campagne précédente.

**Figure 20 :** Schéma des facteurs influençant la prise de décision dans l'exploitation.



## 1-4 Analyse des nouvelles pratiques SCV et Maff.

### 1-4-1- Le chevauchement des besoins en main d'œuvre, et les pics de travail

Selon les habitudes culturelles en place dans la région, la principale contrainte pour les exploitants qui disposent de rizières irriguées et de parcelles sur tanety ou baiboho, se situe au niveau de l'organisation des travaux dans le temps. Comme nous l'avons mis en évidence plus haut, l'inégale répartition du travail sur les parcelles et le problème du chevauchement des besoins en main d'œuvre sur les parcelles de tanety, baiboho et sur les rizières irriguées est récurrent dans les différentes exploitations et au cours de l'année.

Ces pics de besoins entraînent des dépenses très importantes, regroupées sur des courtes périodes pour payer la main d'œuvre. Mais cela constitue une vraie difficulté à gérer dans les exploitations, car d'une part, il est difficile de réunir l'argent nécessaire à cette période, la trésorerie étant au plus bas au cours de la période de soudure, et d'autre part, la demande massive d'ouvriers par l'ensemble des exploitants, peut créer une situation de pénurie de main d'œuvre disponible ou de surenchère concernant les salaires.

Certains agriculteurs doivent alors favoriser une culture au dépend d'une autre, car cela se traduit par des difficultés à réaliser les tâches aux moments les plus favorables pour les cultures. Il en résulte que la majorité des exploitants confrontés à ce problème, retardent les travaux sur parcelle non irriguée, au profit des cultures de riz en irrigué.

Le tableau XIII met en évidence le chevauchement mensuel des tâches en fonction des techniques pratiquées et donc indirectement en fonction de la situation des parcelles sur la toposéquence.

Les valeurs calculées ici, correspondent à la proportion des parcelles (en pourcentage) qui font l'objet d'une opération culturelle au cours du mois.

**Tableau XIII :** Représentation des différentes tâches sur les parcelles au cours d'une année, et selon les techniques pratiquées.

Technique	Opération culturelle	sept	oct	nov	déc	janv	févr	mars	avril	mai	juin	juillet	août
Classique (sur Baiboho, R-I, et RME)	préparation du sol	8%	16%	8%	8%							20%	40%
	préparation pépinière		13%	32%	39%	13%	3%						
	repiquage			3%	56%	41%							
	traitement					43%	43%	14%					
	sarclage			5%	11%	37%	37%	11%					
	récolte								3%	97%			
Maff (sur R-I)	préparation du sol	5%		32%	42%	11%							11%
	préparation pépinière	16%		5%	63%	16%							
	repiquage					48%	52%						
	traitement				11%			67%	22%				
	sarclage				4%	13%	46%	38%					
	récolte									71%	29%		
SCV (sur tanety, et baiboho)	préparation du sol	9%		27%	9%	27%				9%			18%
	mise en couverture	13%		13%	38%		13%				13%		13%
	semis	6%			50%	25%	13%			6%			
	traitement			13%	13%	25%	13%	13%	13%	13%	13%		
	sarclage						75%	25%					
	récolte	7%			7%				57%	21%		7%	
valeur cumulée		64%	29%	138%	352%	297%	293%	166%	98%	218%	41%	27%	81%

Par exemple, au mois de décembre, le travail de préparation du sol est effectué sur 8 % des parcelles cultivées en « classique », 42% des parcelles cultivées en Maff, et 9% de celles en SCV.

La valeur cumulée correspond à la somme des pourcentages de toutes les parcelles sur lesquelles une opération culturelle est pratiquée. Cela signifie qu'à partir de novembre, la zone d'étude fait l'objet de différentes tâches culturelles qui ont été réalisées simultanément sur des parcelles différentes, c'est à dire que pendant ce mois ci, les uns sont au stade de pépinière ou de labour, les autres sont déjà au stade de repiquage, etc. Les besoins en main d'œuvre sont donc très importants.

Ce chevauchement des tâches est particulièrement mis en évidence du mois de novembre à mars, avec une pointe de travail en décembre. La valeur cumulée, (352%) signifie qu'il y a des parcelles qui font l'objet de plusieurs tâches pendant ce mois (semis, préparation des sols des rizières, repiquage).

De plus, la plupart des opérations culturelles effectuées pendant ce mois réclament beaucoup de main d'œuvre pour un hectare de rizière, en particulier la seule opération de repiquage nécessite 27 h / j /ha. En janvier et février, ce chevauchement reste important car toujours en valeur cumulée, 297% et 293% respectivement de toutes les parcelles enquêtées, sont touchées. Les tâches sont composées toujours des préparations des sols des rizières, préparation des pépinières, du repiquage et en partie du premier sarclage.

A partir de février, les principales tâches sont les sarclages, plus nombreux sur les rizières cultivées en Maff (car 2 passages au minimum sont pratiqués et l'opération est manuelle pour la majorité des exploitations) et nécessite donc une main d'œuvre importante.

Le dernier chevauchement se manifeste en mai et correspond aux forts besoins en main d'œuvre pour la récolte qui comprend la coupe, la mise en meule, le battage et le vannage.

L'hiver (juillet à septembre) correspond à une période plus calme pendant laquelle les agriculteurs en profitent pour exercer des activités annexes (artisanat, petit commerce).

#### **1-4-2- Répartition de la main d'œuvre selon les techniques :**

La répartition de la force de travail entre la main d'œuvre familiale et salariée varie selon les techniques mises en place (tab.XIV).

En considérant la moyenne de la main d'œuvre nécessaire sur un hectare (en homme/Jour/hectare), on obtient les valeurs suivantes :

**Tableau XIV** : Proportion de Main d'œuvre familiale et salariée dans les exploitations selon les techniques pratiquées.

technique de riziculture pratiquée	Main d'œuvre familiale (en %)	Main d'œuvre salariée (en %)
classique	16	84
SCV	30,6	69,4
Maff	15,5	84,5

Dans tous les cas, la main d'œuvre salariée représente une très forte proportion de la force de travail utilisée dans l'exploitation. Elle constitue 84% des besoins totaux pour la méthode classique de riziculture. On retrouve une valeur quasi similaire (84,5%) pour la technique Maff. La famille compte pour 15% environ de la force de travail totale. En revanche, pour la pratique du SCV, la part de main d'œuvre familiale (30,6%) relativement à la main d'œuvre salariée (69,4%) est plus importante.

Cela s'explique par le fait que les cultures de riz irriguées, et notamment les opérations de repiquage et sarclage requièrent obligatoirement beaucoup de manipulations des plants sur des périodes de temps très courtes. Par exemple, selon le Maff, les jeunes plants arrachés doivent être repiqués dans l'heure. Le recours au travail d'ouvriers est indispensable pour respecter les échéances. Bien que le respect des calendriers culturels soit également important pour les cultures sur tanety, ils sont moins exigeants et les surfaces cultivées sont en moyenne plus petites.

## 1-5 Analyse économique

Nous avons tenté de réaliser une analyse économique récapitulant les dépenses et les recettes engendrées par la mise en place des nouvelles techniques, le SCV et Le Maff.

Toutefois, par faute de non tenue de compte par les agriculteurs, des variations saisonnières, annuelles et inter-annuelles, ou encore à cause de la réticence des agriculteurs à aborder les problèmes d'argent, les valeurs que nous utilisons doivent être considérées comme des estimations, et doivent donc être utilisées avec précaution.

Nous avons séparé en deux catégories les dépenses essentielles dans toute exploitation.

D'une part les sources de dépenses relatives aux coûts de main d'œuvre, particulièrement importants dans les systèmes de rizicultures.

D'autre part les sources de dépenses qui concernent les achats relatifs aux intrants (semences, engrains).

### 1-5-1-Les dépenses relatives aux besoins en main d'œuvre.

Le coût de la main d'œuvre a été estimé pour chaque technique en fonction du nombre déclaré d'ouvriers employés pour chaque tâche et ramené à la surface des parcelles mises en cultures.

Les salaires (coût unitaire en ariary\*) présentés dans le tableau suivant, correspondent à des moyennes calculées à partir de l'ensemble des déclarations des agriculteurs. Le salaire correspondant à une tâche particulière peut en réalité varier légèrement en fonction de la date d'exécution du travail (au cours d'une période de forte demande, pour la récolte au 15 mai par exemple, le prix augmente).

De plus, au sein d'une même catégorie, (classique, Maff ou SCV) des écarts importants en nombre d'ouvriers employés, ont été relevés. Cela peut être du à l'ancienneté des adoptants. Les agriculteurs qui ont l'habitude de pratiquer une technique depuis plusieurs saisons, semblent mieux adapter leurs moyens de production ainsi que le nombre d'ouvriers aux besoins réels sur leurs parcelles.

Ainsi les valeurs fournies dans le tableau XV correspondent aux salaires calculés pour une surface de un hectare.

**Tableau XV :** Main d'œuvre et coût associé pour chaque tâche selon les trois techniques.

	Classique			Maff			SCV		
	quantité H/J/ha	coût unitaire (Ar)	coût total à l'ha (Ar)	quantité H/J/ha	coût unitaire (Ar)	coût total à l'ha (Ar)	quantité H/J/ha	coût unitaire (Ar)	coût total à l'ha (Ar)
préparation du sol	10	1 500	15 000	14	1 500	21 000	21	1 500	31 500
préparation pépinière	4	1 500	6 000	5	1 500	7 500	0	-	0
préparation couverture	0	-	0	0	-	0	25	1 500	37 500
repiquage	22	1 500	33 000	34	1 500	51 000	0	-	0
semis	0	-	0	0	-	0	30	1 250	-
sarclage	7	800	5 600	24	800	19 200	0		0
récolte	12	1 500	18 000	24	1 500	36 000	26	1 500	39 000
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>1 360</b>	<b>77 600</b>	<b>101</b>	<b>1 360</b>	<b>134 700</b>	<b>102</b>	<b>1 813</b>	<b>108 000</b>

Ce tableau permet de comparer les coûts entre les techniques Classique et Maff puisque toutes deux peuvent être pratiquées sur un même type de parcelle : les rizières irriguées. En revanche, on ne cherchera pas à comparer les coûts avec la technique SCV puisque ses conditions de pratiques (sur baiboho ou tanety) ainsi que les résultats retirés sont très différents (associations de cultures, maraîchage, récoltes à des périodes différentes). Les valeurs citées sont donc indicatives et servent à comprendre le fonctionnement global d'une exploitation et à évaluer les possibilités d'amélioration des pratiques en fonction de la trésorerie disponible.

Pour la technique classique, le nombre total de journées rémunérées nécessaires à la culture d'une parcelle de un hectare est de 55, ce qui correspond à un coût total de 77 600 ariary pour les 7 tâches

principales (de la préparation du sol à la récolte). Pour la technique Maff, la culture d'une même surface nécessitera l'intervention de 101 personnes ce qui correspond à un coût de 134 700 ariary.

On constate ainsi que les besoins en main d'œuvre sont quasiment doublés pour le Maff selon les déclarations des riziculteurs. Cela nous paraît à première vue surprenant étant donné que théoriquement la tâche principale du repiquage devrait être allégée (moins de plants repiqués et espacement entre les plants plus importants). De plus, on s'attend à une économie de temps de travail du fait qu'avec cette méthode, on évite le transport des plants de la pépinière à la riziére puisque la pépinière est établie directement sur une petite partie de la riziére.

Mais en réalité, il apparaît que la pratique du Maff, pour une première saison nécessite la formation des repiqueuses, et une période d'adaptation non négligeable.

D'autres part, les riziculteurs sont apparus très sceptiques quant à la diminution drastique du nombre de plants repiqués ; certains ont maintenu leurs habitudes sur un ou plusieurs points et n'observent donc pas les résultats escomptés en terme d'économie de main d'œuvre.

Une autre explication importante pourrait être que la technique classique ne spécifie pas de critères particuliers quant aux modes de repiquage. Ceux qui pratiquent le full (ou repiquage aléatoire) gagnent du temps sur cette opération, comparativement au repiquage en ligne ou en carré. Mais attention, inversement, un repiquage en ligne ou en carré facilite par la suite les opérations de sarclage et les rend plus efficaces, ce qui influence directement la qualité de la récolte.

Enfin le nombre total d'ouvriers est plus élevé en Maff du fait des opérations de sarclages supplémentaires qui influencent fortement les rendements, ainsi que du nombre d'ouvriers plus important à la récolte (en moyenne 24h/j/ha au lieu de 12h/j/ha), signe d'une quantité plus importante de riz à couper !

De ce fait, on voit qu'il est important de prendre en compte l'ensemble des opérations ainsi que leurs conséquences.

En ce qui concerne la pratique du SCV, la culture d'une parcelle de un hectare nécessite en moyenne 102 journées de travail soit un coût de 108 000 ariary. Toutes les opérations requièrent entre 21 et 30 h/j/ha.

### 1-5-2 Les dépenses relatives aux intrants :

#### *Coût des semences :*

**Tableau XVI** : Quantité de semences et coût moyen par hectare

	Quantité moyenne de semence de riz en kg par hectare	Coût unitaire minimal du kg en ariary	Coût unitaire maximal du kg en ariary	Fourchette de prix pour un ha (en ariary)	Coût unitaire moyen du kg de semence en ariary	Coût total moyen des semences en ariary par hectare
Riziére cultivée selon méthode classique	66,3	560	1000	37 145,4 à 66 339,2	780	<b>51 736,8</b>
Culture de riz sur tanety	64,6	560	1000	36 202,0 à 64 646,5	780	<b>50 424,2</b>
Culture de riz sur baiboho	52,4	560	1000	29 365,6 à 52 438,6	780	<b>40 902,1</b>
Riziére cultivée selon le Maff	15,1	560	1000	8 471,3 à 15 127,3	780	<b>11 799,3</b>

Le tableau XVI, fournit les quantités moyennes de semences de riz utilisées selon les différentes techniques, calculées pour des surfaces de un hectare.

Ainsi, la quantité moyenne requise sur les rizières cultivées selon la méthode classique, est de 66,3 kg/ha. Les quantités utilisées pour le riz pluvial sur tanety sont très proches, (64,6kg/ha). Celles utilisées sur baiboho semblent légèrement plus faibles (52,4 kg/ha), mais cela est peut être simplement du à notre échantillonnage.

En revanche, on remarque bien que les riziculteurs qui pratiquent le Maff, ont fortement diminué la quantité de semence sur leurs parcelles, en moyenne 15,1 kg/ha, ce qui représente un rapport de 4,4 avec la méthode classique.

Cette valeur est intéressante, mais nous rend compte cependant de la réticence des paysans à appliquer véritablement l'économie de semences par peur de diminuer la récolte. Selon les conseils, il est possible de diviser la quantité de semence par 20 en passant de la technique classique à celle du Maff.

Concernant le coût des semences, il est important de remarquer que le prix du kg de paddy varie du simple au double au cours de la saison. La somme investie dans les semences est donc très variable selon que l'agriculteur les achète en début ou en fin de saison. En moyenne, on estime selon les déclarations des paysans que le prix moyen du kilo de paddy est de 780 ariary le kg (soit 3900 Fmg) au moment des plus forts besoins en semences.

Le coût total moyen pour ensemencer un hectare est en moyenne de 51 740 ariary pour une rizière classique. Une rizière en Maff, ne coûte comparativement que 11 800 ariary.

Les économies de semences sont donc certes appréciables pour cette première saison, mais devraient pouvoir être augmentées au cours des prochaines saisons, lorsque les paysans seront convaincus de l'efficacité de cette méthode et diminueront encore la quantité de semence.

### **Economie de semence**

La valeur de 15,1kg de semence/ha est une moyenne et il existe une grande disparité entre les riziculteurs, certains se montrant beaucoup plus innovants. Ainsi une expérience très intéressante a été menée sur une parcelle au cours de la saison et a apporté des résultats très prometteurs. Il s'agit d'une rizière dite *kapoaka*. Ce terme désigne en malgache une mesure qui correspond à une quantité contenue dans une boîte de lait concentré de 250 ml. Cette mesure est « standardisée » (boîte de Nestlé ou Sokolait), et utilisée quotidiennement sur les marchés et pour la préparation des repas.

3,5 *kapoaka* remplies de paddy correspondent à 1kg.

L'expérience menée sur une des parcelles de Mr Racelly, riziculteur du PC15 a consisté à ensemencer une parcelle irriguée de 5,8 ares avec une seule *kapoaka* de riz (IR 64), soit environ 285 g de riz. Cela représente légèrement moins de 5kg (4,8) de semences à l'hectare au lieu des 66kg habituels.

La rizière a dû être repiquée très espacée.

Nous avons assisté à la récolte au cours de laquelle plus de 31 vatta de riz ont été récoltées. Une vatta est également une mesure reconnue, et correspond à un bidon qui peut contenir 14kg de riz. La récolte réalisée à partir des 285 g de riz a ainsi fourni 430 kg de paddy.

Cette parcelle est intéressante, car les riziculteurs découvrent ainsi qu'une graine peut aisément produire 1500 grains, par la force du tallage.

### **Cout des engrais**

Les apports d'engrais sont très variables en type (minéral, organique, combinaison) et en quantité.

Lorsque l'agriculteur apporte de la fumure organique celle-ci est généralement issue directement de ses animaux. Cependant certains, qui ne possèdent pas de zébus doivent acheter le fumier. L'apport moyen est de **1,5 tonne à l'hectare**, ce qui correspond à une vingtaine de charrettes environ, (1 charrette = environ 600 à 700 kg) pour un coût moyen de 4000 Ariary la charrette ; soit un coût moyen de 80 000 Ar/ha.

Les apports d'engrais minéraux sur rizières sont en moyenne pour ceux qui le pratiquent, de 87 kg/ha pour l'urée et 62kg/ha pour le NPK, ce qui représente respectivement un coût de 104 400 Ar/ha et 80 600 Ar/ha (Tab XVII).

**Tableau XVII :** Dose et coût moyen des engrais selon le type d'apport.

Type d'apport	Dose moyenne à l'hectare	Coût moyen	Coût total à l'hectare
Organique (fumure)	1,5 t/ha	4000 Ar /charrette	80 000 Ar
Minéral	Urée NPK	1200 Ar/kg	104 400 Ar
		1300 Ar/kg	80 600 Ar

Les agriculteurs peuvent également faire des « combinaisons » en apportant dans une première étape du fumier lors de la préparation de la parcelle puis de l'urée ou NPK aux moments propices (tallage et montaison) pour le riz.

Les apports se font majoritairement sur les parcelles dont l'exploitant est propriétaire. Les effets des engrains pouvant être observés sur plusieurs saisons, les agriculteurs investissent sur des terres qu'ils sont assurés de pouvoir mettre en valeur pendant plusieurs années consécutives, contrairement aux parcelles louées ou en métayage.

Les coûts fournis ici se rapportent aux produits utilisés. Il faut remarquer cependant, qu'un coût supplémentaire en terme de main d'œuvre et de temps s'applique par exemple pour le transport du fumier jusqu'à la parcelle quand celui-ci provient de l'exploitation (enclos) ou est acheté.

### **1-5-3- Les revenus :**

Les revenus sont calculés à partir des productions sur les parcelles (tab. XVIII).

**Tableau XVIII** : Productions moyennes de riz obtenues selon les différentes techniques :

Technique	Classique	Maff	SCV
production moyenne de paddy en kg/ha	<b>2 350</b>	<b>4580</b>	<b>2 230</b>
Revenu estimé de la vente totale de la production /ha	846 000 à 1 257 250 Ar	1620 000 à 2 450 300 Ar	802 800 à 1 193 050Ar
Revenu moyen estimé/ha	<b>1 051 625 Ar</b>	<b>2 035 150 Ar</b>	<b>997 925 Ar</b>

Selon ce tableau, on note que la production de riz à l'hectare est près de deux fois plus forte avec la technique Maff qu'avec la technique classique. On obtient donc en moyenne une production de 4,6t/ha sur des parcelles cultivées en Maff contre 2,4 t/ha pour des parcelles en culture classique.

Cette différence prouve bien qu'avec des quantités de semences moindres, il est possible d'atteindre des rendements, au minimum aussi importants qu'avec les quantités habituelles et en moyenne doubles de ceux obtenus selon la technique classique.

Ces chiffres nous indiquent également que la production de riz en Maff est deux fois plus importante à l'hectare qu'en SCV. Mais attention, il est important de prendre en compte que les chiffres fournis ici concernent le riz, mais qu'en SCV, il y a d'autres cultures qui représentent des sources de revenus sur la même parcelle. En moyenne le rendement de maraîchage est de 2540 kg /ha. Les revenus issus de la vente de la production des produits de contre saison sont variables en fonction de la culture et sont parfois difficiles à estimer de manière directe, notamment pour les plantes récoltées progressivement pour l'alimentation de la famille (exemple du manioc, stocké en terre, et récolté au fur et à mesure des besoins).

Le revenu estimé de la vente totale de la production, concerne ici, uniquement la production de riz par hectare.

Ainsi, le prix de vente du paddy varie de 5000 à 7500 Ar (25 000 à 37 500 Fmg) la vata en fonction de la date de vente. Le prix de vente est en effet supérieur de 50% en septembre comparativement à juin. Si l'exploitant dispose d'une situation financière satisfaisante, il attendra donc la période de septembre pour vendre sa production. Bien souvent, en revanche, la période de soudure est déjà très dure à supporter, la vente s'effectue rapidement après la récolte afin de disposer d'un peu d'argent au cours de l'hiver.

Les revenus présentés dans le tableau XVIII, sont donc des estimations concernant une production de riz qui serait vendue totalement (ce qui est rare du fait de la part de l'autoconsommation). Deux valeurs sont fournies et correspondent à la vente en juin (à 5000 Ariary la vata\* soit 360 Ariary le kg de paddy) et à la vente en septembre (à 7500 Ariary la vata soit 535 Ariary le kg).

La valeur en gras correspond à la moyenne des deux précédentes.

En réalité, la variabilité des rendements observés est très forte, prédéterminée à la fois par le milieu, la composante hydrique étant essentielle, et la diversité des exploitations et leur mode de gestion.

### ***Revenu global de l'exploitation***

Le revenu de l'exploitation correspond à la valeur ajoutée nette diminuée de la rémunération de la main d'œuvre, et du propriétaire si il y a. Cela correspond à la valeur que produit l'exploitation pour couvrir les besoins de la famille et éventuellement investir dans de nouvelles activités. Afin d'évaluer les revenus nets des exploitations, il faudrait disposer, en plus des données concernant les récoltes, des dates de ventes exactes afin d'évaluer le prix retiré de cette vente. Le prix payé au riziculteur variant particulièrement au cours de l'année.

Ce revenu global n'est pas disponible sous forme monétaire puisqu'il comprend aussi la valeur de la production qui sera autoconsommée par l'exploitant et sa famille. Il faudrait retrancher du revenu issu de la vente du riz, la part autoconsommée qui est difficilement chiffrable, mais cependant très importante puisque la totalité de la production de certaines parcelles est consacrée à l'autoconsommation.

En moyenne, une famille de 6 personnes consomme 1,5t de riz par an. Dans une exploitation, afin d'évaluer la part autoconsommée, il faudrait également tenir compte de la part réservée aux ouvriers, pour leur repas si ce sont des ouvriers permanents, mais aussi pour leurs payes quand une partie de leur salaire est payée en nature.

Il est donc difficile d'évaluer avec précisions les revenus globaux d'une exploitation, sachant qu'il faudrait prendre en compte également les recettes issues des activités annexes, pratiquées en hiver ou au cours des périodes de plus faibles activités (artisanat, petit commerce, petits travaux).

Le tableau XIX récapitule néanmoins, les coûts et recettes globaux par hectare, pour une culture de riz pratiquée selon les trois techniques.

**Tableau XIX :** Coûts et recettes globaux issus d'une culture de riz sur une surface de un hectare, selon les différentes techniques.

<b>Dépenses pour un hectare de culture de riz</b>			
	<b>Classique</b>	<b>Maff</b>	<b>SCV</b>
<b>Dépenses liées à la main d'œuvre</b>	77 600 Ar	134 700 Ar	108 000 Ar
<b>Coût semences</b>	51 736 Ar	11 800 Ar	50 000 Ar
<b>Recettes pour un hectare de culture de riz</b>			
<b>Revenu estimé issu de la vente totale de la production de riz</b>	1 051 625 Ar	2 035 150 Ar	997 925 Ar
<b>Revenu total issu de la culture du riz:</b>	<b>922 289 Ar/ha</b>	<b>1 888 650 Ar/ha</b>	<b>839 925 Ar/ha</b>

Selon ces estimations, la culture de riz selon la technique Maff est très intéressante en terme économique. En effet, bien que les dépenses liées à la main d'œuvre soient plus élevées que pour la technique classique, les rendements étant fortement augmentés (quasiment doublés) le revenu net pour une surface de culture de un hectare est également le double de celui obtenu avec une méthode de culture classique. La culture de riz sur tanety selon la technique de semis direct, permet un revenu net légèrement inférieur à celui obtenu par la technique classique. Ce résultat est satisfaisant puisque le SCV permet la récolte d'une culture de contre saison, et donc des revenus complémentaires, ce qui n'est pas envisageable dans les rizières de la zone enquêtée.

Les calculs et évaluations précédentes ne tiennent volontairement pas compte du coût des engrains, qui sont utilisés de manières trop aléatoires pour pouvoir réaliser des moyennes. Mais, quelque soient le niveau et le type d'intrants utilisés, les valeurs du revenu total selon les trois techniques resteraient du même ordre de grandeur.

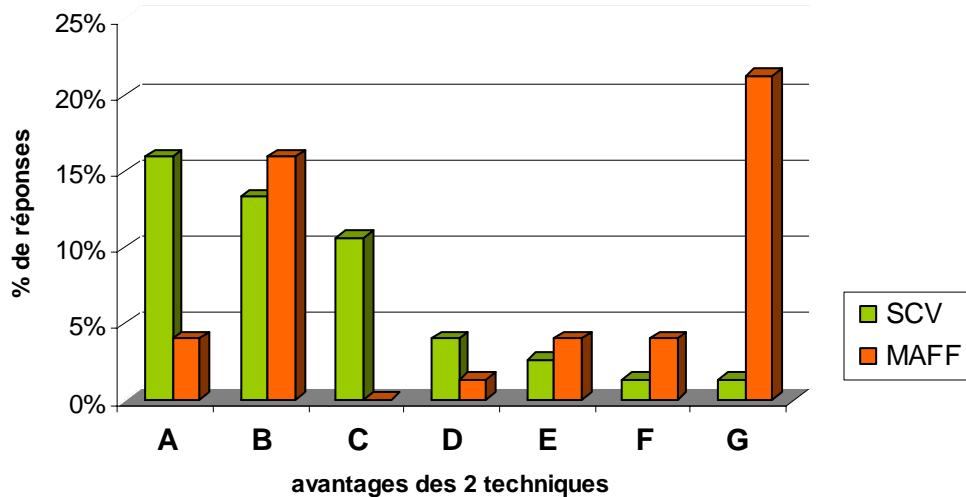
## 1-6 Avantages et inconvénients des deux techniques (Maff et SCV).

Nous avons récapitulé ici, les principaux bénéfices retirés par la pratique de l'une et/ou de l'autre technique comparativement aux méthodes de culture classique selon les agriculteurs (tab. XX et XXI). Mais il nous est apparu évident de devoir lister également les contraintes liées à ses innovations. Les intérêts des agriculteurs face à ces changements, en terme d'itinéraire technique, de pratiques culturales, varient avec les moyens disponibles et les besoins de chaque exploitation.

### 1-6-1-Les avantages principaux concernant les techniques, cités par les agriculteurs :

	Avantages	Nombre de fois ou l'argument a été cité par les adoptants du SCV	Importance de cet argument en %	Nombre de fois ou l'argument a été cité par les adoptants du Maff	Importance de cet argument, en %
Economie de main d'oeuvre	A	12	17%	2	3%
Augmentation rendement	B	10	14%	12	17%
Amélioration de la fertilité	C	8	11%	0	0%
Facilité et diminution des tâches	D	3	4%	1	1%
Diminution des dépenses globales	E	2	3%	2	3%
Economie de semences	F	1	1%	3	4%
autres	G	1	1%	15	21%

**Tableau XX** : Avantages cités par les adoptants des deux techniques



**figure 21** : Avantages comparés du SCV et du MAFF

Ainsi, c'est l'économie en terme de main-d'œuvre qui est l'avantage cité le plus grand nombre de fois par les adoptants du SCV (tab.XX et fig 21). Cela ne se retrouve pas pour le Maff, où il semble que la première année de pratique de la technique entraîne un surcroît de travail, notamment pour la formation des repiqueuses aux nouvelles pratiques. L'augmentation du rendement est un argument important. Il est cité par plus d'un tiers des agriculteurs, et ce, en ce qui concerne les deux techniques, SCV et Maff..

Les systèmes de cultures maraîchères sur couverture morte se sont développés car ces systèmes sont attractifs par le gain en productivité qu'ils entraînent et la réduction du temps de main d'œuvre (pour le sarclage par exemple).

La facilité et diminution des tâches, ainsi que la diminution des dépenses globales suite à la mise en place de l'une ou l'autre des techniques sont moins citées et donc probablement moins remarquées.

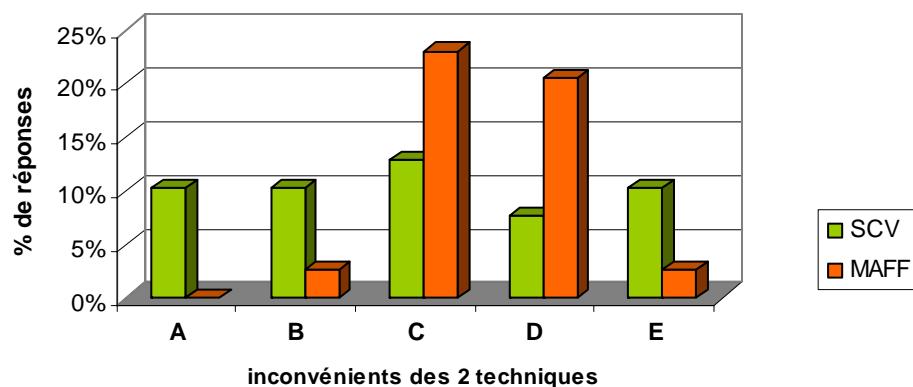
L'amélioration de la fertilité est citée uniquement pour le SCV, ce qui est logique, le Maff n'ayant aucune conséquence positive la dessus En contrepartie, l'argument de l'économie de semences est cité

presque exclusivement par des riziculteurs pratiquant le Maff, la diminution des semences était l'argument fort de la diffusion de cette technique, les résultats obtenus sont en accord avec les arguments présentés aux agriculteurs au cours de la diffusion des techniques.

### 1-6-2-Les inconvénients ou contraintes concernant les techniques, cités par les agriculteurs

	Contraintes	Nombre de fois où l'argument a été cité par les adoptants du SCV	Importance de cet argument en %	Nombre de fois où l'argument a été cité par les adoptants du Maff	Importance de cet argument, en %
<b>Coût de mise en place élevé</b>	A	4	11%	0	0%
<b>Problèmes techniques liés à la mise en place</b>	B	4	11%	1	3%
<b>Contraintes financières constantes</b>	C	5	14%	8	22%
<b>Difficulté à maîtriser la technique</b>	D	4	11%	7	19%
<b>autres</b>	E	3	8%	1	3%

**Tableau XXI :** Contraintes citées par les adoptants des deux techniques :



**Figure 22 :** Inconvénients comparés du SCV et du MAFF

Les coûts liés à la mise en place de la technique SCV sont importants, par les besoins en biomasse pour la couverture végétale qu'ils impliquent (Tab. XXI et fig 22). Les coûts sont plus importants la première saison, puisqu'il est nécessaire d'apporter de la paille sur la parcelle et donc payer le transport, la main d'œuvre etc. Les saisons suivantes, l'agriculteur s'organise pour cultiver une plante de couverture et limite ainsi ses frais.

Il est étonnant de noter que les riziculteurs n'ont pas cité cet argument concernant le Maff qui cependant à un coût de revient supérieur aux techniques classiques, la première année (du fait de la main d'œuvre plus importante). Mais, en revanche, ce critère est intégré par les riziculteurs dans la catégories « contraintes financières permanentes » qui représente l'argument le plus cité au total. Cela signifie que les agriculteurs sont le plus souvent freinés dans leur innovation par le manque de moyens financiers. Et même si ils peuvent espérer compenser les dépenses supplémentaires liées à l'installation de la technique la première saison, certains ne peuvent se permettre d'avancer de l'argent plus que d'ordinaire pour la première mise en place.

La difficulté de la technique est remarquée principalement par les adoptants du Maff qui estiment pouvoir s'approprier la nouvelle méthode au cours des saisons prochaines avec de la pratique.

### 1-6-3-Satisfaction des adoptants des techniques face aux résultats et futur envisagé

Malgré certaines difficultés rencontrées, principalement pour la mise en place de la nouvelle technique adoptée, tous les agriculteurs nous ont affirmé être satisfaits de leur essai lorsque c'était leur première année de pratique (pour le Maff). Lorsque la technique est mise en place depuis plusieurs années, (jusqu'à 5 ans pour le SCV), les agriculteurs sont très enthousiastes également et affirment sentir moins de contraintes que lors de la mise en place, la première saison.

On remarque (tab.XXII) que le pourcentage moyen des exploitations consacrées aux nouvelles techniques diffère selon qu'il s'agisse du Maff ou du SCV.

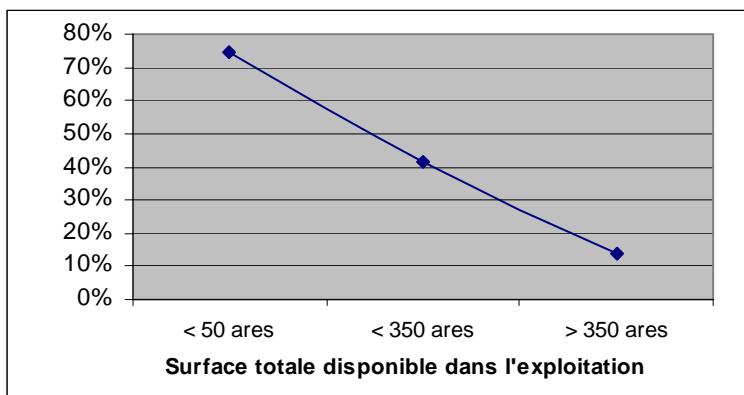
**Tableau XXII :** pourcentages moyens des exploitations consacrés aux nouvelles techniques (SCV ou Maff)

<b>Maff</b>	47,3%
<b>SCV</b>	29,8%

Les exploitations qui pratiquent le Maff, ont appliqué cette méthode sur près de 50% en moyenne, de la surface totale de l'exploitation. En revanche, la pratique du SCV se fait en moyenne sur près de 30% de l'exploitation.

Cela s'explique par le fait que les exploitations qui possèdent des parcelles sur tanety ou baiboho susceptibles d'être cultivés en SCV, disposent le plus souvent aussi de rizières. La proportion des surfaces en SCV est plus donc plus faible, rapportée à la surface totale disponible. Pour les riziculteurs qui pratiquent le Maff, la part la plus importante de leurs terres se situe en rizières, il leur est donc possible d'allouer une proportion plus importante de l'exploitation à la nouvelle technique.

On remarque également que la surface utilisée pour la pratique du SCV ou du Maff, n'est pas proportionnelle à la taille de l'exploitation (fig.23).



**Figure 23 :** Part de l'exploitation consacrée aux nouvelles techniques (SCV ou Maff) en fonction de la taille totale de l'exploitation.

En effet, les petites exploitations (<50 ares) appliquent les techniques sur 50 % à 100 % de leurs terres. Les exploitations « intermédiaires », de 50 à 350 ares, appliquent l'une ou l'autre des techniques sur 40% en moyenne de la surface totale disponible. Enfin, les plus grandes exploitations (> à 350 ares) ne pratiquent ces techniques que sur 13% de leurs terres en moyenne. Ce qui signifie que plus les exploitations sont importantes en surface, plus la part des parcelles mises en culture selon la nouvelle technique (SCV ou Maff) est faible relativement à la taille totale de l'exploitation.

On peut expliquer ça, par le fait que pour les petites exploitations, il serait ridicule de couper encore des parcelles en morceaux, (les petites parcelles sont donc cultivées de manière uniforme), car cela nécessiterait plus de travail, et multiplierait le nombre d'interventions sur les parcelles et compliquerait encore les calendriers de travail.

De plus, le facteur de limitation du risque est important. Beaucoup de paysans veulent tester les techniques sur de petites surfaces avant de l'appliquer à toutes leurs terres. Enfin, le chef d'exploitation tient compte souvent de la réticence d'une partie de la famille, et limite la surface test lors de la première saison afin d'assurer un minimum de récolte.

## **2- DISCUSSION et PROPOSITIONS**

### **2-1- Des résultats prometteurs pour les deux techniques :**

Pratiquées de manière séparée, ces deux techniques procurent des résultats déjà très intéressants sur plusieurs points : économique, rendement amélioré et fertilité accrue.

Ainsi, pour le Maff, un bon résultat a été observé concernant les économies de semences puisque en moyenne les quantités utilisées sont réduites par quatre et peuvent l'être encore d'avantage comme il l'a été prouvé sur quelques parcelles test, par exemple sur la rizière " kopoaka".

La mise en pratique de cette technique la première année semble avoir un coût plus important que pour une technique traditionnelle. Cependant ce surcoût est lié aux besoins de formations et périodes d'adaptation des ouvriers et principalement des repiqueuses aux nouvelles méthodes. Les dépenses liées à la main d'œuvre sont quasiment doublées au cours de cette première saison de pratique mais il est fortement prévisible qu'elles diminueront avec l'expérience, dès les prochaines saisons.

De plus, on remarque que les dépenses pour le repiquage selon le Maff sont effectivement en moyenne, supérieures de 18 000 Ar/ha par rapport à la technique classique, mais l'économie de semence réalisée correspond à une somme de près de 40 000 Ar/ha.

Les rendements obtenus étant fortement améliorés, puisque doublés avec cette technique (4,5t/ha), la pratique du Maff est donc de toute façon rentable, et ce dès la première année.

Le revenu issu de la culture du riz sur des parcelles irriguées selon la nouvelle méthode, est ainsi doublé (1 888 700 Ar/ha en moyenne pour le Maff contre 922 300 Ar/ha pour la technique classique).

La pratique du SCV présente également des avantages, en alliant des taux de production élevés, avec le maintien d'une bonne fertilité du sol, critère essentiel à la durabilité du système.

Par ailleurs, un suivi mené sur plusieurs années (Chabiersky et al, 2005) a montré que les revenus générés avec le SCV, augmentent au fil des années de pratique de cette technique. En effet, les niveaux de production s'accroissent toujours alors que les charges diminuent (suppression du labour, diminution de la pression en adventices, meilleure valorisation des fumures ...) d'autant plus avec le nombre d'années de pratique. En effet, alors que la première année, la mise en place de la technique nécessite le plus souvent l'achat de biomasse et un travail important pour la mise en place de la couverture végétale morte, les saisons suivantes, il est possible et recommandé d'installer une culture de couverture, qui limite le travail et joue son plein rôle de pompe biologique, en améliorant les propriétés du sol. La redistribution de l'emploi de la main d'œuvre et la diminution globale du temps de travail constituent un des avantages du SCV à moyen terme.

De plus, la pratique du SCV limite fortement les apports de sédiments par l'érosion qui sont à l'origine de 60 à 80 % des apports de sable, responsables de dégâts sur les aménagements de la vallée.

D'autre part, un avantage important du SCV, est qu'il permet de répartir dans l'année, les revenus issus de la vente des cultures et d'en tirer un meilleur prix. Les semis étant réalisés dès les premières pluies utiles, les produits peuvent être commercialisés à une période où les prix sur le marché sont très élevés (période de soudure alimentaire de mars-avril).

Le projet BVLac, par l'intermédiaire de BRL\*, a appuyé la création de groupements de semis direct afin de faciliter les actions de formation et les échanges d'information techniques (communication et discussion des résultats de la campagne précédente, sensibilisation de nouveaux adoptants, préparation des travaux agricoles de la campagne à venir) entre les agriculteurs et les techniciens vulgarisateurs.

De plus, 16 Groupes de Semis Direct viennent de se regrouper en une Fédération dont les principaux objectifs sont de faciliter la commercialisation des produits agricoles et l'approvisionnement en intrants.

La pression démographique force l'évolution des pratiques et des systèmes de production avec le renforcement des cultures non rizicoles et des activités d'élevage. On assiste à une intensification des cultures sur les terrains de tanety et de baibohos. Or la mise en valeur de ces tanety passe nécessairement par la fertilisation organique ou minérale et donc le développement de la production de fumier, les engrais minéraux restant difficilement abordables pour les petites exploitations. Dans ce schéma d'évolution, les exploitations sans élevage bovin, seraient dans un avenir proche, fortement défavorisées. Mais la diffusion du SCV pourrait fournir une alternative en procurant la possibilité avec des moyens simples et accessibles à toutes les exploitations, même les plus petites, de conserver et améliorer la fertilité du sol par le rôle de pompe biologique joué par la plante de couverture.

En plus de répondre aux problèmes environnementaux, le SCV permet de libérer des terres (la jachère n'étant plus nécessaire) et répond ainsi à un véritable problème foncier qui risque de s'amplifier dans les années à venir.

## **2-2- Progression envisagée.**

Le taux de satisfaction des paysans face aux résultats obtenus par le SCV ou Maff est grand. Selon les enquêtes, la majorité d'entre eux envisagent de renouveler la pratique de ces techniques sur une surface plus importante à la saison prochaine.

En moyenne, la progression envisagée pour 2005-2006, serait en surface, de 227% pour le Maff et de 297% pour le SCV. Cela représenterait une augmentation de près de 114 ha au total pour le Maff et de 28 hectares de culture en SCV, ces chiffres concernant uniquement les personnes interrogées.

Ces valeurs très encourageantes cachent néanmoins de très grandes disparités entre les exploitations, certains envisageant en effet de multiplier par un facteur 10 la surface actuellement consacrée au SCV, mais qui n'était cette année que de 5 ares.

La progression envisagée dépend, en premier lieu de la surface cultivable disponible et transformable, et bien sûr, de la trésorerie de l'exploitation, et donc en grande partie de la récolte de la saison 2004-2005.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'accès aux crédits ne semble pas être un facteur limitant à la mise en place de l'une ou l'autre des techniques qui peuvent être pratiquées par une majorité d'agriculteurs de la zone et conférer ainsi des niveaux de productions et des revenus accrus.

## **2-3- Propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture.**

Les deux techniques diffusées avec l'aide du projet, ont été jusqu'ici suivies de manière séparée, comme deux méthodes agronomiques de mises en valeurs des parcelles, l'une, le Maff, concernant les rizières irriguées ou en mauvaise maîtrise de l'eau, l'autre, le SCV, concernant les tanety et baiboho.

Les résultats et avantages de chacune des deux techniques ont été évalués de façon indépendante, mais on peut s'intéresser à l'intérêt de combiner les deux techniques au sein d'une même exploitation.

On sait que l'affectation des ressources de l'exploitation peut être comprise au travers des calendriers de fonctionnement du système de production, lui-même lié aux contraintes auxquelles doit faire face l'exploitant. Une des contraintes importantes, concerne la gestion des pics de travail, et la difficulté qu'ont les exploitants à mettre en place les cultures simultanément sur les rizières et les tanety, pour répondre de façon optimale aux besoins des plants.

Une des réponses à ce problème pourrait venir de la combinaison du SCV et du Maff, qui concerne d'une part, directement les exploitations qui possèdent des parcelles sur rizière et sur tanety ou baiboho, soit 60% des agriculteurs enquêtés, mais plus largement encore, l'ensemble des riziculteurs qui subissent des difficultés à faire face aux pics de travail au cours de la saison.

### 2-3-1- Le nouveau calendrier cultural en combinant SCV Maff

Le cumul des deux techniques dans la zone, pourrait permettre de réorganiser la répartition de la main d'œuvre au cours des mois les plus chargés.

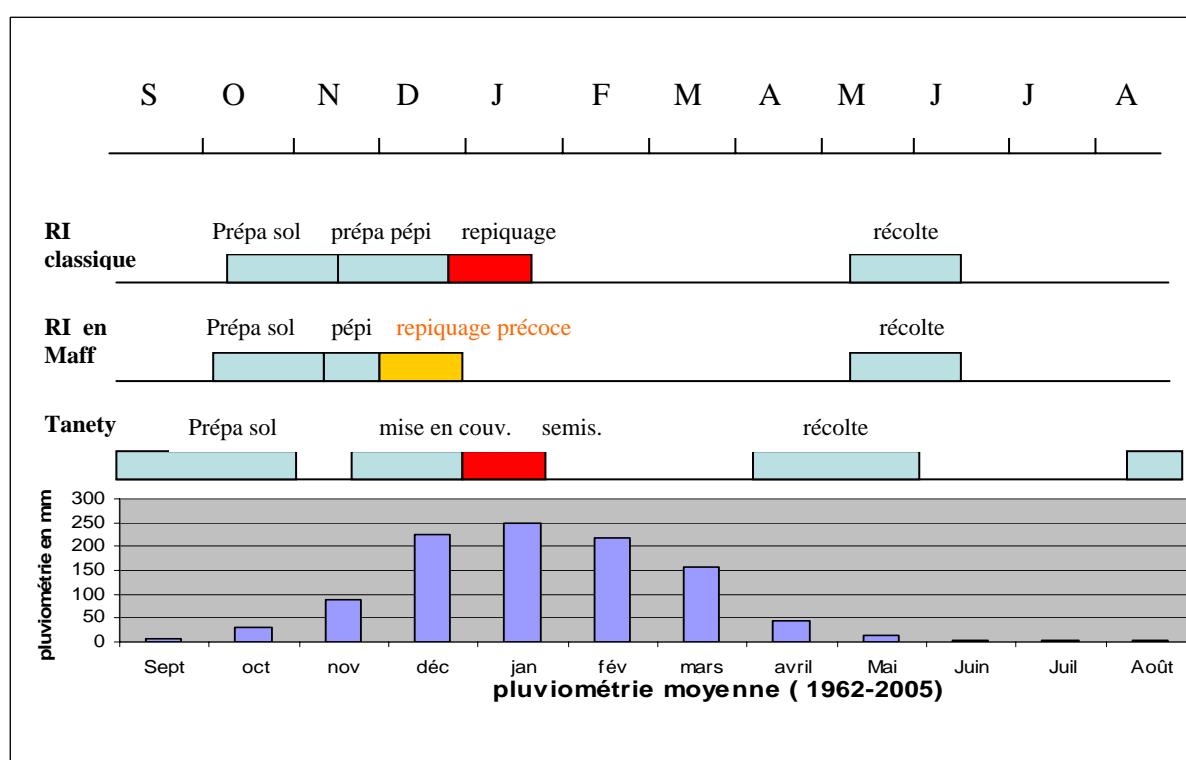
En effet, habituellement, la préparation de la pépinière a lieu à la fin novembre (elle peut être un peu décalée selon les pluies). Elle est suivie du repiquage, qui a lieu en moyenne 35 jours après la mise en place de la pépinière.

Or le repiquage est l'activité qui nécessite le plus de main d'œuvre au cours de la culture du riz, et coïncide dans les dates avec les semis et la mise en couverture des parcelles en SCV. Ce pic de travail, en décembre, cause des problèmes de répartition des ressources entre les différents types de parcelles. Bien généralement, le travail dans les rizières est effectué prioritairement à celui sur tanety. Le semis des tanety se trouve alors décalé, les cultures ne bénéficiant plus des conditions optimales à leur croissance. De plus, certaines opérations culturales peuvent également être reportées (épandage de fumier), voire supprimées si la trésorerie n'est pas suffisante pour subvenir aux coûts de main d'œuvre qui se cumulent. De toute évidence, ce cumul d'activités sur une courte période nuit à la conduite des cultures dans de bonnes conditions.

La pratique du Maff pourrait permettre de lever cette contrainte en décalant dans le temps les activités dans les rizières. En effet, un des points forts de cette technique réside dans un repiquage précoce des plants. Cela signifie que l'opération de repiquage suit la préparation de la pépinière, non plus de 35 jours, mais de 15 jours selon les conditions optimales de pratiques.

La main d'œuvre serait ainsi libérée des travaux en rizière, 20 jours plus tôt dans la saison (généralement courant décembre) évitant ainsi le chevauchement des besoins.

La figure 24 représente les calendriers de travaux sur les rizières irriguées selon la méthode de culture classique et selon le Maff et pour les cultures sur tanety. Les périodes de pics de travaux sont représentées en rouge. Avec le Maff, on évite le chevauchement du repiquage en rizière irriguée avec la mise en couverture des parcelles sur tanety.



**Figure 24 :** Représentation du nouveau calendrier de travail lié à la pratique du maff.

Ainsi, la mise en place des calendriers culturaux nous permet de vérifier notre hypothèse initiale. La pratique du Maff, par le fait d'un repiquage plus précoce des plants, pourrait permettre de libérer du temps de travail sur les rizières au moment des forts besoins sur les tanety.

L'exploitant n'aurait plus de choix à faire dans l'affectation de ses ouvriers plutôt sur les rizières ou sur les tanety.

D'après les résultats d'enquêtes et les calendriers culturaux récoltés, cet avantage tiré de la combinaison des techniques n'aurait pas pu être envisagé par toutes les exploitations cette année, et cela pour deux raisons :

- Le régime des précipitations a été particulièrement perturbé cette année comparativement aux moyennes sur plusieurs années. En effet, en année classique, les premières pluies sont observées dès le mois d'octobre (30 mm), s'intensifient de novembre (89mm), décembre (224mm) à janvier (247mm) avant de diminuer progressivement jusqu'à la saison sèche suivante.

Cette année en revanche, les pluies ont été très tardives, ne débutant que faiblement en novembre (7mm) et s'intensifiant très brusquement en décembre (502mm) puis oscillant à un niveau élevé de janvier (166mm), février (385mm) à mars (235mm).

Ces précipitations « hors normes » ont perturbé le calendrier cultural traditionnel, retardant de manière générale la préparation de la pépinière et les activités qui la suivent, ainsi que la mise en place des cultures sur tanety qui débutent généralement dès les premières pluies.

- De plus, la saison 2004-2005 correspondait à la première année de sensibilisation des riziculteurs aux techniques du Maff. La nouvelle technique n'a pas toujours été totalement suivie et bien souvent les plants au repiquage avaient plus de 15 jours. L'intérêt de la technique pour éviter les pics de travaux, est donc moins facilement mis en évidence.

### **2-3-2- Mises en évidences des principaux freins à la diffusion plus large des techniques**

#### *Des rendements améliorés avec le Maff, mais sur quelle durée ?*

L'irrigation accélère la minéralisation des réserves organiques. Il est possible d'obtenir les premières années des rendements élevés en culture irriguées sans fumure importante, grâce à la mobilisation accélérée des réserves du sol. Mais ensuite, les rendements diminuent rapidement s'ils ne sont pas soutenus par une fumure correspondante (Gros, 1969).

Selon cette remarque, les résultats observés et attendus avec la technique Maff, sont donc à relativiser dans le temps. En effet, il est fort probable qu'en pratiquant avec attention cette technique, les riziculteurs verront leurs rendements augmentés au cours des prochaines saisons. Mais cette amélioration qui permet une récolte plus importante, ne pourra persister, qu'à condition de faire des apports organiques, sous forme d'engrais ou de fumure pour ré-enrichir le sol, très sollicité, sous peine de voir stagner de nouveau les récoltes. Il est nécessaire de concevoir cette technique comme un premier pas à l'intensification des récoltes, mais qui doit être obligatoirement accompagnée de l'enrichissement du sol pour compenser les très fortes quantités de matières exportées.

La situation au lac Alaotra, et de manière générale, à Madagascar, étant telle, les conditions économiques restreignent pour beaucoup l'utilisation d'engrais dans les rizières.

De plus, il est envisageable que l'application de fumure en grande quantité dans les rizières participe à augmenter significativement l'émission de gaz à effet de serre, tel que le méthane (CH<sub>4</sub>), comme il l'a déjà été observé dans des rizières irriguées en Asie (Dobermann, 2004).

C'est pourquoi, la technique du Maff est à considérer d'abord comme un moyen direct d'économiser des semences, et cela dès les premières saisons de pratique, et comme un moyen pour libérer du temps de travail au moment des pics, facilitant ainsi la répartition de la main d'œuvre sur les parcelles non irriguées. Les conséquences de cette technique sur l'évolution des rendements ne sont ici que secondaires. C'est donc avant tout dans une vision globale du fonctionnement des exploitations et dans le but d'alléger les charges de travail sur les différentes parcelles de la toposéquence, que cette méthode doit être proposée.

### ***La concurrence fourrage/couverture pour le SCV :***

Le frein principal à la diffusion généralisée du SCV vient de la difficulté que rencontrent les paysans à la mise en place de la technique, principalement la première année. La contrainte principale du semis direct sur couverture, est liée à l'autre grande activité de la région : l'élevage.

La mise en couverture des parcelles, implique en effet d'utiliser de la biomasse pour recouvrir le sol, biomasse habituellement destinée à l'alimentation du bétail.

Il existe une concurrence forte entre les besoins en fourrage et de couverture puisque le SCV implique :

- d'une part l'utilisation de cultures ou de résidus de culture, non pas comme fourrages, mais comme plantes de couverture ;

- et d'autre part, une occupation permanente du sol par les plantes de couverture. Ainsi, les parcelles ne peuvent pas être pâturées après la récolte des grains, ce qui pose un problème essentiel pour les sociétés où les systèmes d'élevage reposent sur la vaine pâture.

Selon le système habituel, les troupeaux pâturent sur les rizières récoltées, du mois de juin à octobre/novembre. Ils valorisent les repousses de riz, la paille et les graines perdues lors de la récolte. Ils broutent aussi les abords des canaux continuellement humides. Les animaux peuvent se déplacer sur l'ensemble des surfaces récoltées. Certains villages, proches des zones de marais en saison des pluies, font pâturer leurs troupeaux sur celles-ci en saison sèche quand ces zones sont asséchées.

Le reste de l'année, les troupeaux pâturent sur les collines ou tanety de décembre à mai. Les tanety, sont constituées de terrains communaux et de parcelles privées juxtaposées.

Ces pâturages sont libres et tous les éleveurs peuvent y accéder avec leurs troupeaux de zébus et de moutons.

Habituellement, le pâturage sur les collines en saison des pluies demande beaucoup de surveillance de la part des bergers car il faut éviter que les troupeaux ne pâturent les parcelles cultivées qui ne sont pas clôturées et qui sont situées à coté des zones de pâturages. Avec le SCV, cette surveillance doit être permanente puisque les parcelles cultivées, le sont tout au long de l'année.

A Madagascar où la vaine pâture est une pratique courante, le développement du semis direct sur couverture végétale nécessiterait une réorganisation du fonctionnement de l'ensemble des activités à l'échelle du terroir villageois (Martin, 2004).

### **2-3-3- Trouver des alternatives pour faire face aux contraintes**

Il est donc nécessaire d'améliorer l'intégration des systèmes de cultures à des niveaux qui dépassent la seule exploitation, et qui impliquent la mise en place de nouvelles pratiques à l'échelle du bassin versant.

#### **① L'intégration des systèmes de culture et de l'élevage : aménagement des espaces agro-pastoraux.**

Il est nécessaire de définir les zones agricoles et pastorales pour éviter tout conflit entre les producteurs et les éleveurs.

Pour combler les manques de terres de pâturages pour le bétail du fait de l'occupation des parcelles par le SCV, la solution pourrait consister à introduire en plantes de couverture, des espèces fourragères de bonne valeur nutritive. Ainsi l'agriculture pourrait garder sa vocation fourragère et les agriculteurs réduiraient les dépenses liées à l'achat de fourrage.

La culture du *Brachiaria* devrait être intensifiée puisque ses domaines d'utilisation sont triples :

- ▶ La culture permet d'améliorer le disponible fourager grâce à sa bonne valeur nutritive : 0,44 Unité fourragère (UF) par kg de matière sèche (MS) à 5 semaines et 0,73 UF/kg de MS à 14 semaines, et entre 43 et 83 gr de matière Azotée digestive (MAD) par kg de MS à 5 semaines puis de 0 à 41 gr de MAD/kg de MS à 14 semaines (Rivière, 1978) et (Boudet, 1984).

Les normes tropicales généralement admises considèrent qu'un bovin de 100kg de poids vif, consomme 2,5 kg de matières sèches quotidiennement. Afin d'entretenir convenablement un zébu, 1kg de MS doit contenir 0,45 Unité fourragère et 25 g de MAD.

Le *Brachiaria* consommé à 5 semaines répond donc aux besoins moyens des zébus en revanche plus tard dans la saison, les taux de MS sont un peu faibles et n'assurent plus l'alimentation de l'animal.

- ▶ La culture du *Brachiaria* présente le second avantage d'améliorer les rendements du manioc par 2 ou 3 par rapport aux pratiques locales, lorsque ces deux espèces sont cultivées en association.
- ▶ Enfin, le *Brachiaria* permet de contrôler l'érosion sur les fortes pentes, tout en rechargeant le sol en carbone. Il constitue ainsi un bon précédent à la mise en place de cultures vivrières ou à la plantation d'arbres (Chabiersky et al, 2005).

## ② *Intégration fourrage- arbre : aménagement des systèmes agro-forestiers*

Le zonage indispensable aux activités agropastorales, pourrait être envisagé avec l'introduction de haies vives, également à valeur fourragère et permettre ainsi l'intégration de l'arbre dans les systèmes de production. L'intérêt des systèmes agro-forestiers est fort, et des tests associant des cultures de *Brachiaria* avec des arbres fruitiers sont déjà en cours. Les espèces arbustives dans les haies vives pour clôturer les parcelles, forment progressivement un bocage qui pourrait permettre de diminuer les risques de destruction des cultures par les animaux en divagation.

A moyen terme, les haies vives permettront de lutter efficacement contre l'érosion et le ruissellement particulièrement fort dans la région Alaotra. L'installation de haies vives pourrait s'inscrire dans le cadre d'un projet de conservation des eaux et des sols. L'embocagement du terroir, favoriserait le maintien d'une forte teneur en matière organique du sol.

Les haies vives protectrices et fourragères peuvent ainsi être exploitées différemment selon leur composition : - pour une meilleure gestion de l'eau de pluie en évitant le ruissellement ;

- pour fournir de bonnes quantités de matières azotées ;
- ou encore pour fournir des matériaux énergétiques, (le bois de feu étant le combustible utilisé quotidiennement par les malgaches en milieu rural).

Ces systèmes, bien que techniquement adaptables à la zone, ne pourront être mis en place que si les agriculteurs y voient un avantage à court terme. Cela est possible si les systèmes sont adaptés au contexte local.

### 2-4- Réceptivité des paysans face aux innovations.

#### 2-4-1-Distinction entre adoption et appropriation des systèmes

Une innovation est l'adoption par un nombre significatif de producteurs de la région, d'une façon de faire différente. On parle de nouvelle combinaison des moyens de productions.

Dans notre cas, au lac Alaotra, l'innovation concerne :

- des champs techniques (façons de produire ou d'exploiter les ressources)
- des modifications sociales : il y a une innovation organisationnelle qui intègre une nouvelle forme d'organisation du travail.

L'innovation proposée est dans notre cas, « irradiante », c'est à dire adaptée à résoudre un problème dans un secteur, elle a des conséquences en chaîne sur l'ensemble de l'exploitation.

De plus elle est systémique, puisqu'elle exige l'adoption simultanée de diverses techniques cohérentes entre elles.

Plus l'innovation est complexe, plus sa généralisation et appropriation vont être délicates.

Il faut bien noter la différence entre un paysan qui essaye une nouveauté et un paysan qui innove véritablement. On parle d'innovation que lorsqu'une technique a été réellement appropriée par les producteurs et qu'ils savent et peuvent la reproduire de façon dominante dans leurs itinéraires techniques, sans l'appui forcément éphémère du projet.

On constate souvent que beaucoup de soi-disant innovations sont en fait des changements qui tiennent le temps d'un projet car celui-ci, par sa présence, crée une situation artificiellement favorable, (facilité d'accès aux intrants, limitation des conflits grâce aux animateurs extérieurs ; L'introduction d'une innovation, servant forcément les intérêts de certains et en contrariant d'autres). Lorsque le projet se retire, ces conditions peuvent disparaître et les paysans revenir à leurs pratiques antérieures.

Au lac Alaotra, certaines incitations sous forme de prêt ont été faites de manière à aider les paysans au cours de la première saison. Des avances sur les engrains ont par exemple été fait par le projet, avec la condition que le paysan rembourse si sa récolte issue de la pratique de la nouvelle technique, ou l'utilisation d'une nouvelle variété, lui fournit un minimum de production de 2t/ha. La prise de risque est donc limitée pour le paysan, qui peut plus facilement tester la nouveauté.

La prise de risque est en effet un facteur important de la diffusion des techniques. Dans le cas d'une innovation simple d'intensification, le seul fait d'avoir à faire d'avantage d'avances aux cultures est générateur de risques. Car si la saison des pluies est particulièrement défavorable, ou la maîtrise des parasites n'est pas assurée, un rendement nul signifie un résultat encore plus négatif si le paysan a investi. Pour le SCV, en plus des propriétés améliorantes de la culture de couverture, il est toujours conseillé de faire des apports d'engrais minéraux, ou des traitements. L'investissement de départ est donc plus élevé que pour une culture de type traditionnelle et implique une prise de risque de la part du producteur.

De manière générale, les paysans préfèrent souvent commencer sur de petites surfaces et étendre l'utilisation de l'innovation, après une période d'essai pour limiter le risque. C'est aussi pourquoi les paysans les plus aisés sont plus facilement innovateurs. Leur capacité à prendre des risques est supérieure.

Cependant, parfois, les conditions peuvent être réunies pour minimiser ces risques, comme dans notre cas, où une meilleure adaptation des calendriers de travail et une mise en place des cultures aux moments les plus propices pour leur croissance optimale, fournit les meilleures conditions pour des rendements améliorés.

L'innovation n'est appropriée que si elle apporte un avantage réel à ceux qui l'adoptent en comparaison du système précédent. Au lac Alaotra, cette innovation vise à améliorer la productivité du travail. Les charges induites par sa mise en place, doivent être supportables au niveau de l'exploitation et aux niveaux supérieurs, qui seront nécessairement modifiés aussi. En effet, le changement technique peut nécessiter des innovations en chaîne à différentes échelles, changement de variété, mise en place d'un système d'approvisionnement en intrants, amélioration des systèmes de crédits, conditions d'accès aux ressources (par exemple, sécurisation de l'accès au foncier).

L'innovation devient un processus, qui doit être progressif et compatible avec les systèmes techniques mis en place, et ne générer que des changements progressifs que l'agriculteur va pouvoir supporter.

#### **2-4-2- Des innovations bien diffusées.**

L'innovation émerge et se diffuse d'autant plus facilement que les producteurs concernés peuvent l'observer chez les autres et en analyser l'intérêt pour eux-mêmes.

L'utilisation d'exemples locaux pour stimuler et convaincre de la pertinence de la nouvelle technique est importante.

Pour les deux techniques Maff et SCV, les vulgarisateurs ont mis en place une approche pratique avec des cours théoriques suivis de démonstrations sur le terrain et accompagnés de petites fiches pratiques, que l'agriculteur peut conserver (Annexe 16). Des visites de parcelles en culture sont organisées pour les agriculteurs, pour qu'ils se rendent compte de l'intérêt de la méthode et qu'ils

puissent poser des questions directement aux paysans qui pratiquent déjà la technique. Ces séances de rencontres sont utiles car les paysans sont en général d'avantage convaincus par les arguments de leurs voisins que ceux des projets.

De surcroît, le suivi et évaluation des résultats positifs mais aussi des échecs et des abandons, est nécessaire afin de dresser régulièrement des constats de l'évolution des pratiques et d'interpréter les difficultés rencontrées. Il est indispensable de prendre en compte les besoins véritables de l'agriculteur et les contraintes auxquelles il doit faire face, afin d'adapter au mieux les techniques. Des séances de discussion peuvent avoir lieu, rassemblant les exploitants et les techniciens en charge de la vulgarisation.

On constate que les deux techniques bénéficient d'un bon niveau de diffusion, puisque le nombre d'adoptant ne cesse de croître.

Il sera désormais essentiel de suivre la diffusion du SCV et du Maff au cours des prochaines années, afin de juger sur le long terme, si les nouvelles techniques proposées et testées ont réellement bien été appropriées par les paysans.

## ***CONCLUSION et PERSPECTIVES***

Les techniques de semis direct sur couverture végétale, diffusées dans la région du lac Alaotra selon une approche intégrée, procurent des avantages qui sont confirmés depuis plusieurs saisons, et cela aux différentes échelles d'organisation de la production agricole : parcelle et exploitation. Les bons résultats obtenus avec les cultures pluviales sur les collines (systèmes à base de riz pluvial, de maïs, de manioc ou de légumineuses vivrières) devraient avoir un impact important sur les revenus de l'ensemble des exploitations agricoles de la vallée dans les années à venir.

Les résultats obtenus pour cette première saison de pratique du Maff (méthode inspirée du système d'intensification de la riziculture), sont également très encourageants. Un des principes de cette technique étant qu'il existe toujours un potentiel naturel pour améliorer les récoltes, l'accroissement des rendements à Madagascar pourrait être atteint non pas par l'utilisation accrue d'intrants, mais par une mise en valeur plus efficace des ressources naturelles (surfaces, eau, semences et nutriments), et cela avec de simples ajustements des pratiques agronomiques. La pratique du Maff offre des opportunités intéressantes pour les petits exploitants qui tentent difficilement d'accroître leurs profits, car elle permet des économies immédiates de semences et des rendements plus élevés qui permettent de doubler les revenus issus du riz.

Des perspectives plus ambitieuses encore peuvent être envisagées, telles que la combinaison des deux techniques au sein des exploitations. Cela permettrait une meilleure répartition des ressources, en libérant plus tôt dans la saison la main d'œuvre nécessaire aux tâches dans les rizières, au profit des cultures sur tanety. Ce nouveau calendrier, serait plus adapté à l'évolution des contraintes de l'agriculture dans la région, et apte à répondre aux besoins de l'exploitation.

De plus, l'intégration plus forte de l'élevage et de l'agriculture avec l'utilisation de plantes fourragères dans les cultures en SCV, ainsi que le développement de pratiques agro-forestières, répondraient aux besoins des agriculteurs mais aussi des éleveurs, et permettraient de surcroît de limiter l'érosion.

La diffusion des deux techniques, telles que proposées par le projet, peut apporter une première réponse au principal problème de la région : la nécessité d'améliorer la production en riz tout en assurant la protection du bassin versant du lac Alaotra.

La mise en place de ces systèmes semble être une étape indispensable à la pérennité des aménagements sur la zone. Toutefois, leur adoption reste conditionnée par l'implication des paysans.

L'expérience du Lac Alaotra démontre qu'il est indispensable de bien évaluer la rationalité des pratiques, et notamment les avantages retirés par rapport aux efforts qu'elles impliquent de la part des agriculteurs. Ainsi, la diffusion de techniques performantes et adaptées aux besoins et contraintes des paysans, dans un contexte social et économique favorable, permet une amélioration de leurs conditions, même dans le cadre d'une petite agriculture familiale à faibles ressources.

Les progrès technologiques qui accroissent la productivité du travail et de la terre sont essentiels à la croissance économique et à la réduction de la pauvreté. Mais il faut cependant que cette intensification de la productivité se fasse selon des pratiques respectueuses des ressources naturelles et de l'environnement afin d'assurer l'avenir de la riziculture.

L'importance des surfaces consacrées à la culture du riz, ainsi que la place prépondérante qu'il occupe dans le revenu des ménages ou encore dans l'alimentation, laissent supposer que l'accroissement des rendements selon la démarche proposée aura des impacts positifs à la fois sur la réduction de la pauvreté et sur la sauvegarde de l'environnement dans le milieu rural malgache. Ces conditions réunies sont nécessaires à une gestion durable du milieu à Madagascar.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ANTHOFER, J. 2004 :** “*Rural Poverty Reduction through Research for Development” The Potential of the System of Rice Intensification (SRI) for Poverty Reduction.* in Cambodia Deutscher Tropentag, Berlin.

**BELLONCLE, G, RANDRIAMANANJARA, D, RATSIMBA, J. 2002 :** *Une fédération d'associations d'usagers de l'eau peut-elle gérer un grand réseau hydroagricole ? Une étude de cas, la fédération PC15 Vallée Marianina au lac Alaotra.*

**BENITO, S, VERGARA. 1984 :** *Manuel pratique de riziculture.* International rice research institute. Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest. Mos Banos, Laguna, Philippines, 221p.

**BLANC-PAMARD, C. 1986 :** *Autour du riz, le difficile face-à-face des paysans et de la SOMALAC dans la cuvette du lac Alaotra (Hautes Terres centrales de Madagascar).* Aménagement hydro-agricoles et systèmes de production, documentation systèmes agraires N°6, acte du III<sup>e</sup> séminaire. Montpellier 16-19 déc 1986, Tome II ; 633 p.

**BOUDET, 1984 :** *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.* IEMVT.

**CHABIERSKI S, ANDRIAMALA, H. 2005 :** *Rapport de démarrage de la campagne de la saison des pluies 2004-2005,* Madagascar, BRL-BVLAC-AFD-GSDM, 21p.

**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-écologique au Lac Alaotra, Madagascar.* 8 p

**CHARPENTIER, H, RAZANAMPARANY, C, RASOLOARIMANANA, D, RAKOTONARIVO, B. 2001 :** *projet de diffusion de systèmes de gestion agrobiologique des sols et des systèmes cultivés à Madagascar.* Rapport de campagne 2000/2001 et synthèse des 3 années du projet. "TAFIA"(TANY SY FAMPANDROASOANA). ANAE – CIRAD.

**CEDAC (Centre d'Etude et de Développement Agricole Cambodgien). 2001 :** *Diffusion du concept SRI, système de riziculture intensive.* Agridoc, (réseau d'information et de documentation financé par le Ministère Français des Affaires Etrangères).

**CIRAD, 2003 :** *Manuel de l'Agronomie.*

**De LAULANIE, H. 2003 :** *Le riz à Madagascar ; Un développement en dialogue avec les paysans.* Editions Ambozontany, Antananarivo. 288 p.

**DEFENG, Z, SHIHUA C, YUPING, Z, XIAQING L. 2002 :** *Tillering patterns and the contribution of tillers to grain yield with hybrid rice and wide spacing.* Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Sur le site: <http://ciifad.cornell.edu/sri>.

**DOBERMANN,A. 2004 :** *A critical assessment of the system of rice intensification (SRI).* Agricultural Systems n°79, p 261–281.

**DOUNIAS, I, JOUVE, P. 2002 :** *Les systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales.* Synthèse bibliographique CIRAD/CA CNEARC (Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes).

**DUCROT, R. 1996** : *Régulation d'une production en situation d'incertitudes et de fortes contraintes : exemple des systèmes rizicoles du lac Alaotra (Madagascar)*. Mémoire de thèse, INAPG-CIRAD

**EHRET, P. 1999** : *Création et diffusion de techniques agrobiologiques : discussion sur leurs intérêts pour les petits agriculteurs des tropiques humides à partir de l'étude de quelques cas*. Document CIRAD-TERA, Montpellier, 49 p.

**GROS, A. 1969** : *Engrais, Guide pratique de la fertilisation*. La maison rustique, Paris, 5<sup>ème</sup> édition. 430 pages.

**GSDM**, groupement semis direct de Madagascar. **2005** : *Tableaux de choix des SCV : Guide d'utilisation des tableaux et sélection des systèmes proposables en zones de moyenne altitude ; Lac Alaotra et Moyen ouest*. Antananarivo.

**JOIGNEREZ A, HEALY, T** (consultants Aquaterre). **1998** : *Etudes des conditions environnementales pour la gestion des périmètres irrigués et des bassins versants : Les bassins versants du lac Alaotra : Anony, Salhamaloto, Ivakaka et Imanba*. Ministère de l'Agriculture/direction du Génie Rural avec la Banque Mondiale, Antananarivo, Madagascar.

**JOUVE, P. 2003** : *Système de culture et organisation spatiale des territoires*. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier. France.

**KAR, S, VARADE, S.B, SUBRAMANYAM, T.K, GHILDYAL, B.P.** 1974: *Nature and growth pattern of rice root system under submerged and unsaturated conditions*, Riso (Italy) ,n° 23(2), p 173–179.

**MARTIN, J-E. 2004** : *Etude économique des effets obtenus par l'adoption des techniques agro-écologiques. Etude de cas sur la zone du lac Alaotra, Madagascar*. Mémoire de fin d'études.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE, (MA)** secrétariat général. **2001** : *Monographie de la région du Moyen ouest*. Unité de politique pour le développement rural (UPDR). Madagascar, 129 p.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE (MAEP). 2004** : *projet de mise en valeur et de protection des bassins versants au lac alaoatra (bv alaoatra) diffusion des techniques de semis direct sur couverture végétale campagne de saison 2003-2004 zone de la côte est du lac alaoatra, d'imamba ivakaka et de la vallee marianina - pc 15. repoblikan'i madagaskara*.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE (MAEP). 2004** : *Rapport de Visite au Lac Alaotra du 6 et 7 juin 2004*. 50 p.

**MINTEN, B, RANDRIANARISOA, J-C, RANDRIAARISON, L. 2003** : *Agriculture, pauvreté rurale et politiques économiques à Madagascar*. PAO Edition, Madagascar.

**MOREAU, D. 1987** : *Analyse de l'Elaboration des Rendements du Riz*. Paris, GRET.

**MULDER, E, OEMAR, I. 2004** : *Analyses and design of an integrated bio-physical and socioeconomic ESWC (Erosion siol water conervation)management phenomenon in Madagascar*. Mémoire de thèse, Wageningen University.

**OLIVIER D. 2000** : *Analyse de l'adoption du système de culture avec semis direct sous couverture végétale (SDCV) au Lac Alaotra, à Madagascar*. Mémoire CNEARC-ENSAT-CIRAD (DAA et DAT), 91 p.

**PUARD, M., COUCHAT, P. AND LASCEVE, G. 1989** : *Etude des mécanismes d'adaptation du riz aux contraintes du milieu I: Modification de l'anatomie cellulaire.* L'Agronomie Tropicale 44(2), 156–173.

**RAUNET, M. 1999** : *Caractérisation morphopédologique des sites de référence du projet « gestion durable des sols »* (ANAE-TAFA-CIRAD).

**RIVIERE. 1978** : *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques.* IEMVT.

**SHAO-HUA, W, WEIXING C, DONG, J, TINGBO, D, YAN, ZBU. 2002** : *Physiological characteristics and high-yield techniques with SRI Rice.* Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development. Sur le site: <http://ciifad.cornell.edu/sri>.

**SEBILLETO, M. 1993** : *Système de culture.* Encyclopédia Universalis p.558-961.

**SEGUY, L, BOUZINAC, S. 1996** : *Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en semis direct.* Documentation CIRAD-CA/GEC.

**SEGUY, L, CHABANNE, A. 2001** : *Importance et gestion de la biomasse pour les systèmes de culture avec couverture végétale.* Documentation CD Rom **CIRAD/CA-GEC**.

**STOOP, W, UPHOFF, N, KASAM, A. 2000** : *A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers.* Agricultural Systems, n° 71, p 249–274.

**TANY SY FAMPANDROSOANA (TAFA) (ONG Terre et développement). 2004** : *Conseils pour l'utilisation de semences de riz bresiliens poly-aptitudes.* Document vérifié et complété par le Groupement Semis Direct de Madagascar (GSDM).

**TASSIN, J. 1994** : *La protection des bassins versants à Madagascar : bilan des actions conduites dans la région du lac Alaotra .* Bois et forêts des tropiques, n° 246, 4<sup>ème</sup> trimestre.

**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, univ. Paris I Panthéon Sorbonne.

**UPHOFF, N. 1999** : *agroecological implications of the system of rice intensification (SRI) in Madagascar.* Environment, Development and Sustainability n°1, p 297–313.

**VALLOIS, P. 1996** : *Discours de la méthode du riz ; rapport sur la nouvelle riziculture malgache considérée sous ses aspects techniques, théoriques, économiques, sociologiques et culturels.* SRI, Voly vary maroanaka. Institut de promotion de la nouvelle riziculture, 3<sup>ème</sup> édition, Antananarivo.

**VALLOIS, P. 1997** : *Malagasy Early Rice Planting System: For a Ton Increase per Acre in Developing Countries.* Antananarivo, Institut de Promotion de la Nouvelle Riziculture.

**DEMERINGO Hélène**, septembre 2005 : *Les techniques rizicoles au lac Alaotra à Madagascar ; Analyses et propositions pour une meilleure gestion des systèmes de culture sous couvert végétal hors périmètre irrigué*. Mémoire de stage de DESS, Université Paris 12, 80p.

La région du lac Alaotra à Madagascar, constitue la principale zone de culture du riz dans le pays, mais est désormais menacée par la stagnation de la production rizicole, du fait de la pression démographique qui s'exerce. De plus, les surfaces en marais exploitables étant limitées, les paysans ont amorcé la colonisation des collines alentours, avec des pratiques culturales et pastorales particulièrement érosives sur des sols fragiles.

Afin d'enrayer la baisse des rendements et concilier le développement économique de la zone avec la préservation du milieu, le projet « Protection et mise en valeur des bassins versants du lac Alaotra » (BVLac), développé par le CIRAD, apporte des solutions par la mise en place et la diffusion de nouvelles techniques agronomiques. Inspirée du SRI (Systèmes d'Intensification de la Riziculture), et basée sur des modifications simples de manipulation des plants et un repiquage plus précoce, la méthode Maff (Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa), permet d'économiser les semences tout en améliorant les rendements en rizières irriguées. Parallèlement, le SCV (Semis direct sous Couvert Végétal), pratiqué sur les collines, allie des taux de production élevés avec le maintien d'une bonne fertilité grâce à une couverture permanente du sol. Les deux techniques permettent d'augmenter les revenus des petits exploitants. De surcroît, leur combinaison permettrait de régler les problèmes liés à la répartition des ressources au sein de l'exploitation, par la mise en place d'un nouveau calendrier cultural. Cela constitue une première étape qui pourrait être suivie de l'intégration plus forte des activités d'élevage et de l'agroforesterie dans les systèmes de production, afin de répondre aux besoins de l'ensemble de la population de la région.

**Mots clefs : Madagascar – riziculture - SRI - SCV - répartition des ressources - préservation de l'environnement.**

The Alaotra region in Madagascar, is the most important area for the rice culture but is threatened by the stagnation of the production, because of the demographic pressure. The surfaces of available marsh are limited then farmers begin to set cultures on the hills around, using agricultural and pastoral erosive practices on unstable soils.

In order to stop the fall of the yields and conciliate a good economic development with the preservation of the environment, the project “Protection and valorisation of hillsides in the lac Alaotra” is developed by the CIRAD and brings solutions with the diffusion of two new agronomic technics. First, the Maff (Mitsitsy Ambioka sy Fomba Fiasa) inspired of the SRI (System of Rice Intensification), permit to economise seeds and improve rice output on irrigated paddy-field, only with simple modifications of practices and with a precocious transplant of seedling.

Secondly, the SCV (Direct seed under natural cover), is practiced on hills and yields high output and a good soil fertility. Both techniques lead to improve the incomes of the farmers. In addition, their combination could solve the distribution problems of the resources in the exploitation, through the use of a new cultural calendar.

Those practices could be the first stage towards a more global management, with the integration of stock breeding and agro-forestry in the farming systems, in order to meet the needs of all the population in the area.

**Key words : Madagascar- rice growing - SRI – SCV - resources distribution - environmental preservation**

DESS « gestion des systèmes agro-sylvo-pastoraux en zone tropicale »

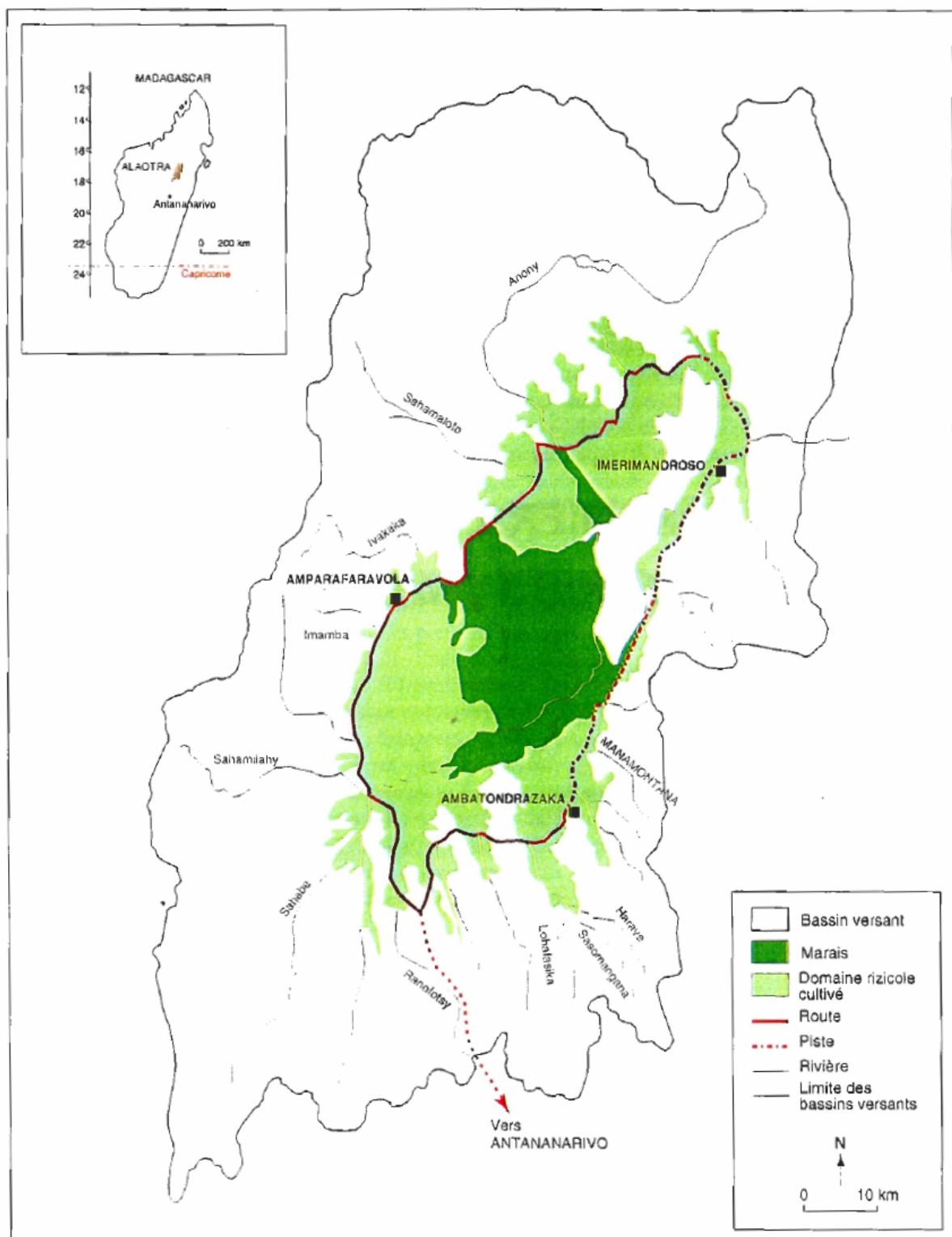
Faculté des Sciences et Technologie

61, avenue du Général de Gaulle, 94 000 CRETEIL

## **TABLE DES ANNEXES**

- Annexe n° 1 : Carte de la région du lac Alaotra.
- Annexe n°2 : Principaux risques climatiques et conséquences sur les composantes du riz dans l'Alaotra
- Annexe n°3 : Répartition des différents types de sols dans la région du lac Alaotra.
- Annexe n° 4 : Type de sols et aptitudes à la riziculture.
- Annexe n° 5 : Schéma de localisation des différents systèmes de culture en fonction des conditions morpho-pédologiques.
- Annexe n° 6 : Les différents types d'aménagements hydroagricoles du lac.
- Annexe n° 7 : Le cycle du riz : détail du tallage et physiologie.
- Annexe 8 : Schéma du métabolisme de la plante.
- Annexe n° 9: Le fonctionnement de la forêt ombrophile, système de pompe biologique.
- Annexe n°10 : Fonctionnement d'un profil cultural sous couverture végétale en zone tropicale humide.
- Annexe n°11 : Les effets du SCV.
- Annexe n° 12 : Quelques notions sur les engrains naturels.
- Annexe n° 13 : Démarche et méthodologie.
- Annexe n°14 : Localisation des différentes parcelles des exploitations de la zone du PC15.
- Annexe n°15 : Fiches d'enquêtes.
- Annexe n°16 : Mini fiches techniques de conseils aux agriculteurs pour la mise en application du Maff

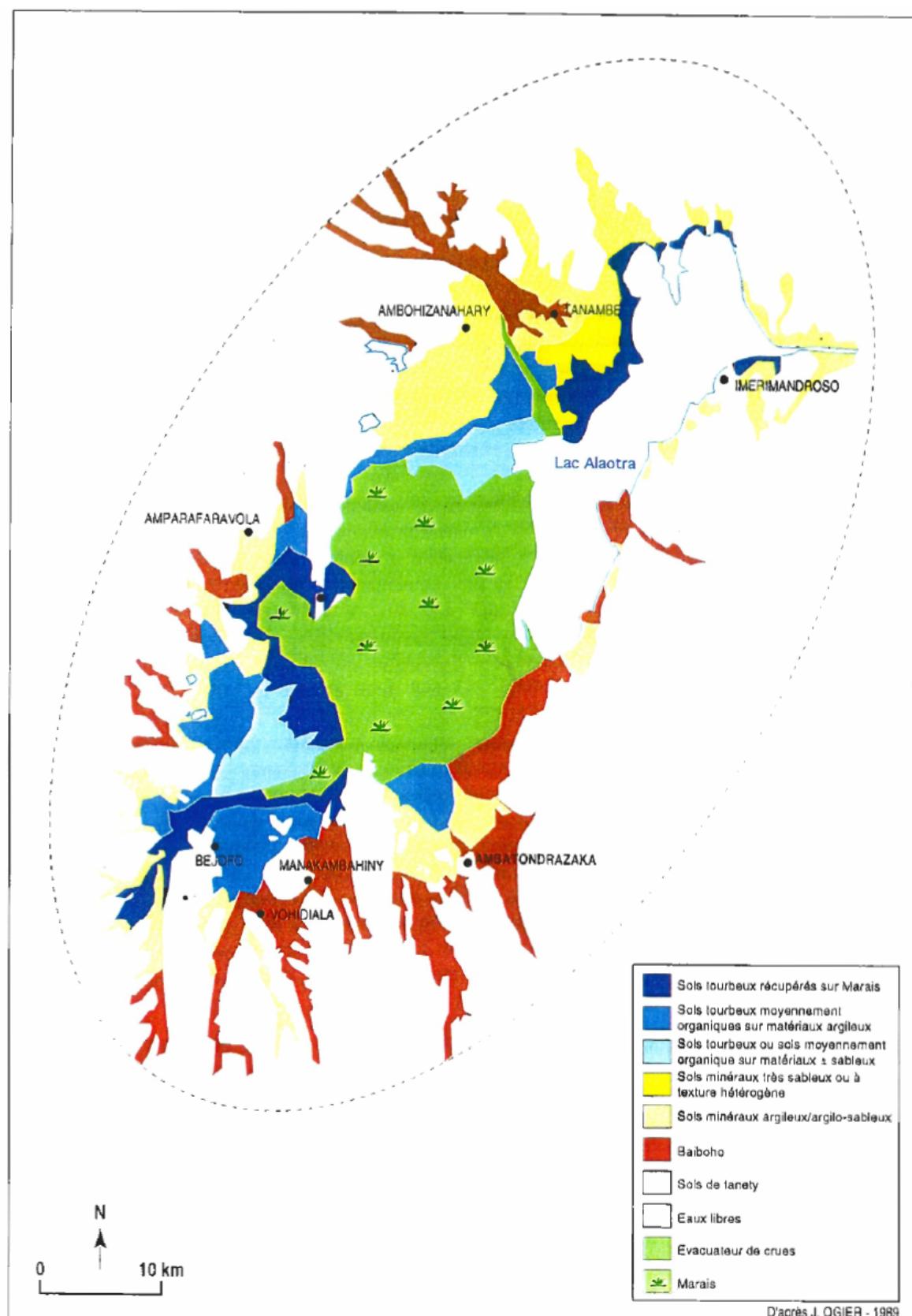
**ANNEXE 1 : carte de la région du lac Alaotra (Source : BVLac)**



**ANNEXE 2 : Principaux risques climatiques et conséquences sur les composantes du riz dans l'Alaotra. (Source : Ducrot, 1996).**

Type d'aléa	Degré de risque	Rizières concernées	Phase du cycle sensible	Composantes du rendement sensible	Réponses techniques possibles
Froid en fin de cycle	+++	toutes	Initiation paniculaire / floraison.	► nb. d'épillets / panicule % de stérilité	Choix d'une variété adaptée : photosensible c'est à dire épis avant la période de froid Variété peu sensible au froid
Mise en place tardive du fait Du démarrage aléatoire de la campagne	+++	moyenne et mauvaise Irrigation	• phase végétative si variété photosensible • Phase reproductive (risque de froid) si variété non photosensible	► du taux tallage; ► du nb. d'épillets / panicule • % de stérilité ► Du nb. d'épillets / panicule	Choix d'une variété adaptée (à fort potentiel de tallage) Contrôle de la densité d'implantation ⇒ Repiquage (contrôle du nombre poquet/m <sup>2</sup> et du nb brins/poquet) cf risque de froid en fin de cycle
Altérance d'assec et d'inondation inondation	++	rizières à mauvaise irrigation zones inondables	tout le cycle	► du taux tallage; ► du nb. d'épillets / panicule	Choix d'une variété résistante à la sécheresse de cycle court choix du semis

**ANNEXE 3 : Répartition des différents types de sols dans la région du lac Alaotra (Source : Ducrot, 1996)**



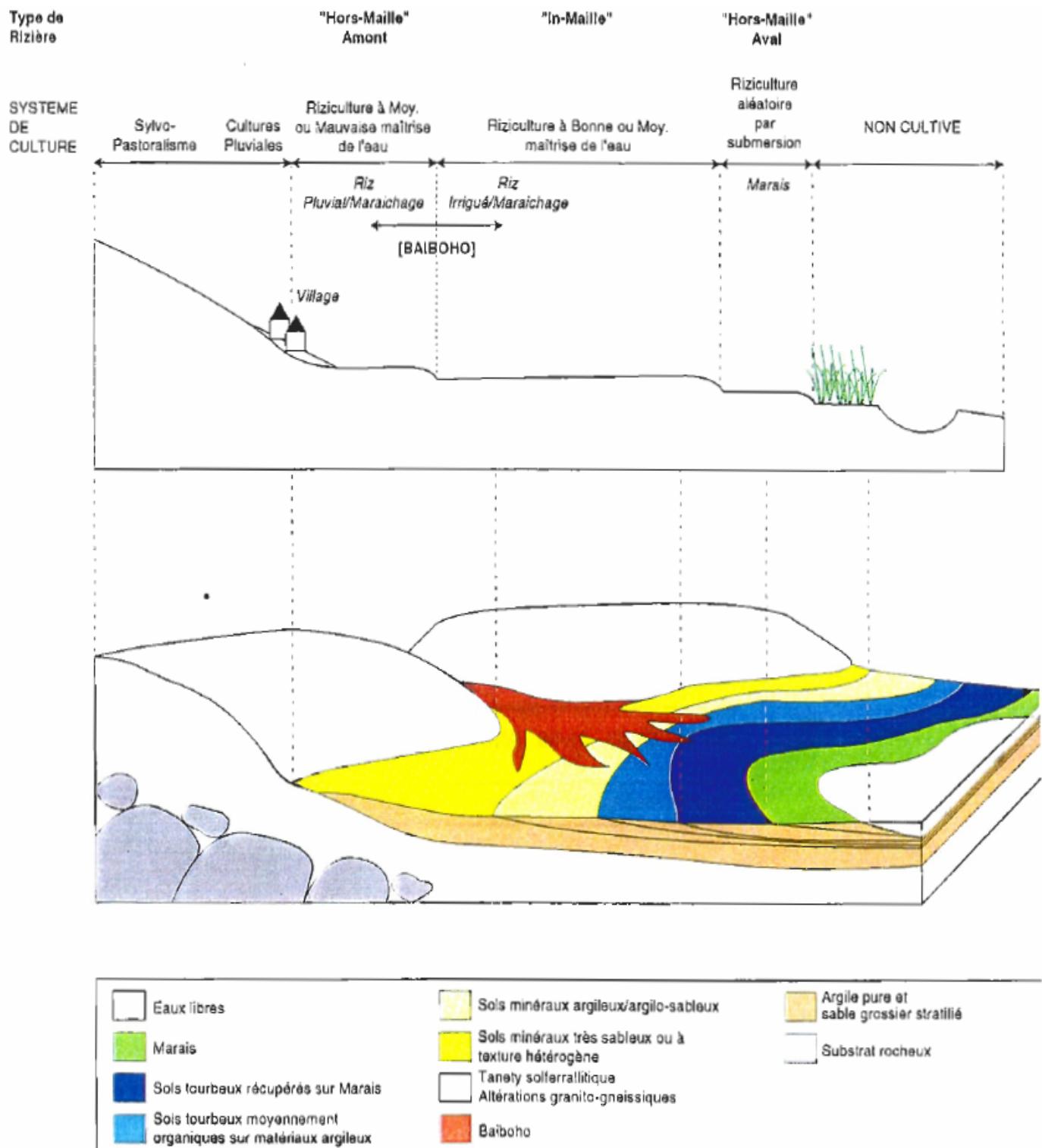
**ANNEXE 4 : Types de sols et aptitudes à la riziculture (source : Ducrot, 1996)**

Appellation des sols	Texture	Horizon sous-jacent	Contraintes	Atout	Aptitude à la riziculture (classe)
<b>Baiboho</b>	Très hétérogène	Très hétérogène	Texture : forte variabilité spatiale Risques de crues/ensablements	Alimentation hydrique de contre-saison possible	variable (5)
	argileuse ou argilo-sableuse	•	Plus ou moins facile à travailler selon le taux d'argile Difficile à travailler (prise en masse en sec, collant aux outils quand humide) Topographie parfois ondulée	Maintien de la lame d'eau planage naturel	Très bonne à bonne (1)
	sableuse ou hétérogène		Difficile à travailler Maintien difficile d'une lame d'eau		Bonne à moyenne (3)
<b>Minéraux</b>		très argileuse	Labour à sec difficile	Facile à travailler en irrigué Maintien de la lame d'eau	Bonne (2)
		hétérogène (plus ou moins sableux)	Labour à sec difficile Risques d'inondation Forte variabilité du plan d'eau	Facile à travailler en irrigué	Moyenne (3)
		Frange de fluctuation des eaux libres du lac	Evolution par tassement Problèmes d'enracinement/d'alimentation azotée	Maintien de la lame d'eau	Riziculture aléatoire (4)
<b>Moyennement organique</b>	très argileuse			Facile à travailler même à sec	Bonne (2)
				Facile à travailler même à sec	Moyenne (3)
				Facile à travailler même à sec	Riziculture aléatoire (4)
<b>Organique</b>	Tourbe résiduelle	hétérogène (plus ou moins sableux)	Maintien difficile de la lame d'eau Evolution par tassement Problèmes d'enracinement/d'alimentation azotée		
	Tourbe épaisse		Risques d'inondation Engorgement permanent		

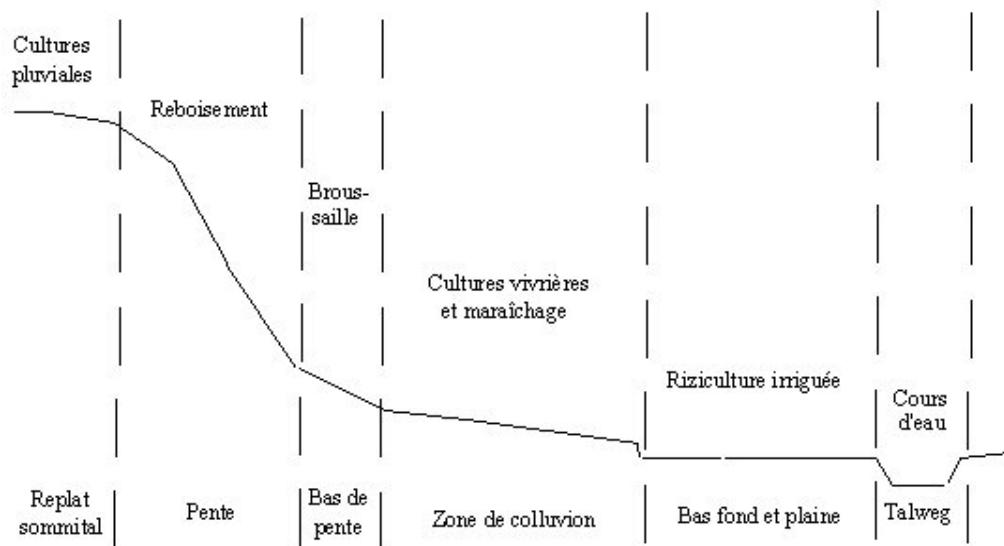
Les chiffres 1 à 5 permettent de classer ces différentes unités en fonction de leur aptitude à la riziculture. Du fait de leur forte hétérogénéité, les *baiboho* forment une classe particulière.

**ANNEXE 5 : Schémas de localisation des différents systèmes de culture :**

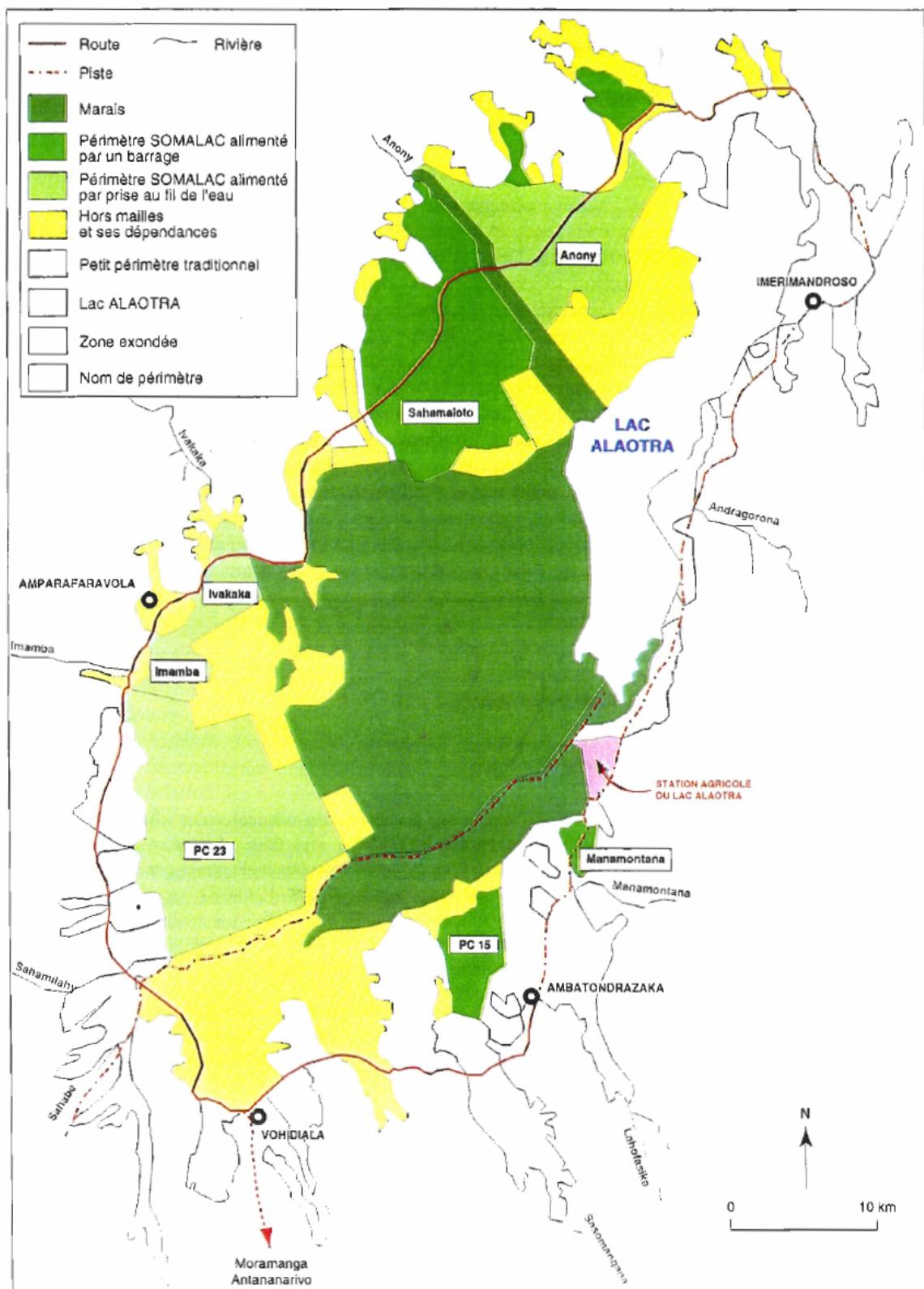
- en fonction des conditions morpho-pédologiques (d'après Raunet, 1989)



- en fonction de la toposéquence (Source : Olivier D. 2000)



**ANNEXE 6 : Les différents types d'aménagements hydroagricoles du lac (Source : Ducrot, 1996)**



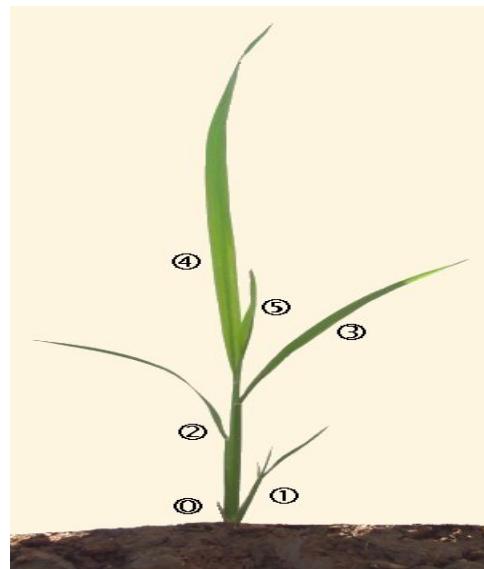
## ANNEXE 7 : Le cycle du riz : détail du tallage et physiologie

### Le cycle du riz (Benito, Vergara, 1984)

**La phase végétative** comprend 2 périodes : la germination de la graine avec laousse d'une première tige ou brin-maitre avec 3 premières feuilles puis le développement des ramifications ou tallage. Les talles apparaissent après l'absorption d'une quantité de chaleur. Leur cycle ou phyllochron correspond à l'intervalle de temps qui sépare l'émission de deux feuilles successives sur la même tige. C'est une caractéristique variétale, gouvernée par un gène. Pratiquement, c'est la quantité d'énergie multipliée par une durée (degrés x jours). Cet intervalle de croissance est déterminé par différents facteurs environnementaux qui influent sur la plante tels que la température bien sur, mais aussi l'humidité, la disponibilité en nutriment, la structure du sol etc. A Madagascar, on évalue un phyllochron pour le riz, entre 5 et 7 jours selon l'altitude et la température. Le 1er cycle (depuis l'activation de la graine jusqu'à l'apparition du brin maître avec la 1<sup>ère</sup> feuille, est évalué à 5 jours.

La 1<sup>ère</sup> talle apparaît après la 3<sup>ème</sup> feuille. D'où l'intérêt de repiquer très jeune. Le repiquage après 20 jours à toute chance de faire perdre cette première tige secondaire. La fin de tallage est variable, entre 10 et 14 cycles. Le défaut de luminosité (l'ombre que se font les pieds entre eux) arrête le tallage. Chaque tige peut émettre 6 talles (à chaque nœud de sa base). Le point essentiel étant que chacune n'apparaît qu'au cycle qui lui correspond et selon son rang ; Si il y a un « raté » (par défaut d'énergie ou autre cause mécanique ou chimique), une ou plusieurs tiges, ou toute la série de tiges du cycle, seront absentes, ainsi que leur descendance.

- ① Préfeuille
- ② 1<sup>e</sup> feuille; à l'aisselle de cette feuille a poussé la 1<sup>e</sup> talle
- ③ 2<sup>e</sup> feuille
- ④ 3<sup>e</sup> feuille
- ⑤ 4<sup>e</sup> feuille; a poussé en même temps que la 1<sup>e</sup> talle
- ⑥ 5<sup>e</sup> feuille en cours; la 2<sup>e</sup> talle poussera bientôt en ②



Détail de la croissance d'un plant de riz.

On remarque que la progression des talles de 3 et 4<sup>ème</sup> rangs est extrêmement rapide. Il y a donc un intérêt à prolonger la durée de la croissance. Pour cela on favorisera un plus grand écartement des pieds pour diminuer l'ombrage et pour oxygénérer le sol.

Chacune des 6 talles du brin maître émet des sous tiges, qui tallent à leur tour, etc.

**La phase de reproduction débute** lorsque le tallage s'arrête. Cette phase dure de 25 à 35 jours tandis que se développent les 3 feuilles du haut. Elle comporte elle-même deux périodes : la formation des jeunes épis puis la floraison et la fécondation.

Les jeunes épis se forment d'abord dans la gaine de la feuille supérieure. C'est **l'initiation paniculaire** qui ne se voit pas de l'extérieur. Puis la tige grandit et le jeune épis sort : c'est **la montaison ou épiaison**. On voit alors une fine tige (le rachis), sortie du pied de la feuille supérieure, et ramifiée à 2 niveaux (racèmes, puis axiles). On appelle inflorescence chacune de ces petites branches car elles sont chargées des boutons de fleur du riz. L'ensemble forme un épis peu serré qu'on appelle une panicule. Pour la sous espèce *Indica*, photosensible, l'initiation paniculaire nécessite des journées courtes et sous une latitude donnée, la date de floraison est peu liée à la date du semis, la durée du cycle semis-épiaison dépend donc de la date du semis. La montaison dure moins de 10 jours pour tout le pied de riz. Cependant toutes les tiges n'ont pas nécessairement un épis. La plante ne

produit de tiges fertiles, avec épi, qu'à proportion de ses réserves et capacités (entre 60 et 100% des tiges).

L'activité reproductrice se déroule dans les boutons de fleur de riz. Ils sont formés d'une enveloppe (glume) faite de 2 feuilles (balles), la bractée et la glumelle, de couleurs diverses, demi sphériques et emboîtées, qui vont s'ouvrir et se refermer. D'abord se forment les organes reproducteurs : ovaire du pistil renfermant un ovule, et 6 étamines avec à leur sommet les anthères qui contiennent le pollen. Vient ensuite la floraison : l'enveloppe s'ouvre, les étamines se dressent, leurs anthères libèrent les grains de pollen qui fécondent l'ovule. L'enveloppe se referme ensuite et la gestation du grain commence.

La floraison d'un épi dure de 5 à 9 jours, pour tout le pied, elle peut s'étaler sur 3 semaines. Cependant la formation des organes reproducteurs est très sensible, surtout au froid, mais aussi aux coups de vent, fortes chaleurs, défaut d'humidité et sécheresse. Un rien le rend stérile et dans ce cas, le grain sera vide.

Toute cette phase de reproduction commence sur les tiges les plus anciennes. Plus l'axe de l'épi ou rachis est épais, plus il y a de grains. Les besoins en eau de la plante sont les plus forts durant cette phase de reproduction, et au début de la maturation qui suit. Une couche d'eau (au plus 4 cm) qui absorbe la chaleur de la fin d'après midi fera une couverture protectrice contre le froid durant la nuit, réduisant les risques de stérilité.

**La phase de maturation** correspond à la période de remplissage des grains. Elle dure entre 25 et 40 jours. Le grain est constitué d'un embryon entouré d'albumen et d'une enveloppe ; L'embryon, d'une taille de 2mm environ comporte l'ébauche d'une racine, d'un petit bourgeon et d'une première feuille. L'enveloppe est la même que celle du bouton de fleur. Sa taille a été déterminée avant la floraison, et elle limite la grosseur du grain. L'albumen, qui est le corps du grain de riz, et est principalement constitué d'amidon, se forme durant cette phase et remplit l'enveloppe. La plante transfert ses réserves depuis les tiges et feuilles vers les grains. Dans un premier temps, le remplissage se fait avec une matière visqueuse (phase pâteuse) et les besoins en eau restent importants. L'albumen de certaines variétés reste pâteux (c'est le riz gluant, leur amidon ne s'agglomère que sous l'action de la chaleur vers 60 degrés).

Finalement les grains de paddy\* ont un poids variable, de 10 à 45 g aux 1000 grains. Le décorticage des balles donne le riz complet ou riz cargo (80 % du poids du paddy). Ensuite le blanchiment retire les peaux (péricarpe, tégument, aleurone) et on obtient le riz blanc (65 % du poids du paddy). Ce blanchiment peut être plus ou moins poussé, pour les riz de luxe, on finit par un polissage.

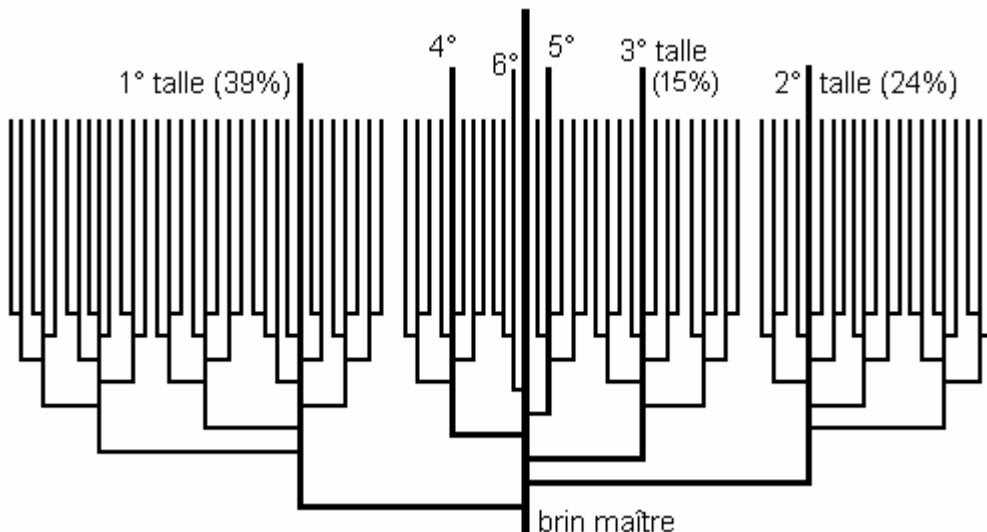


Schéma de tallage d'un pieds de riz (Source : De Laulanié, 1993)

### Détail physiologique :

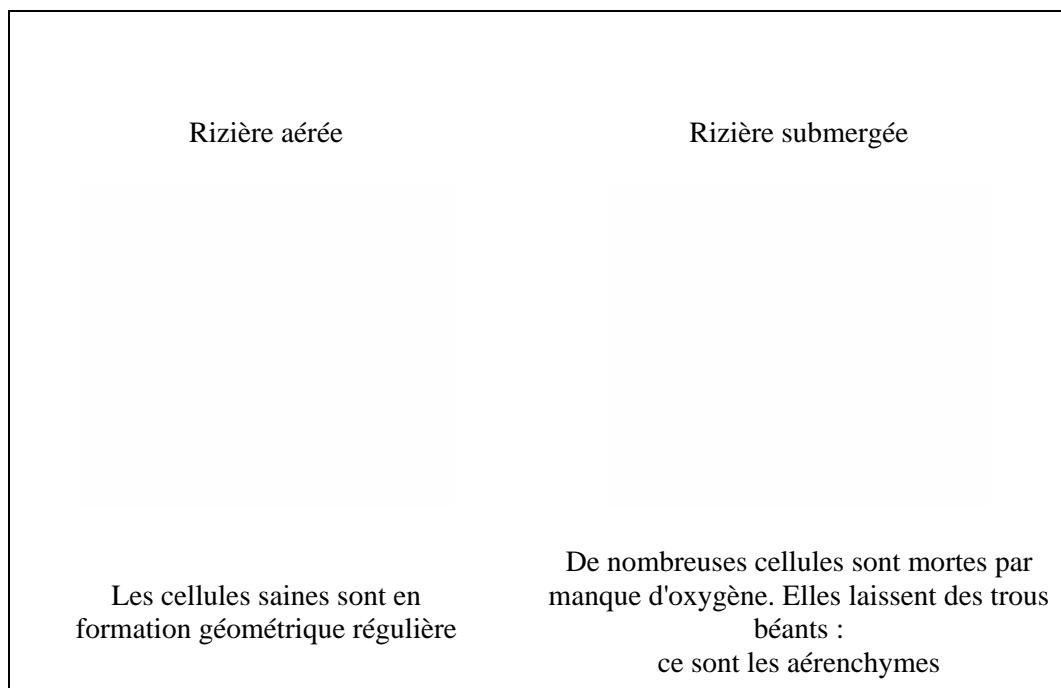
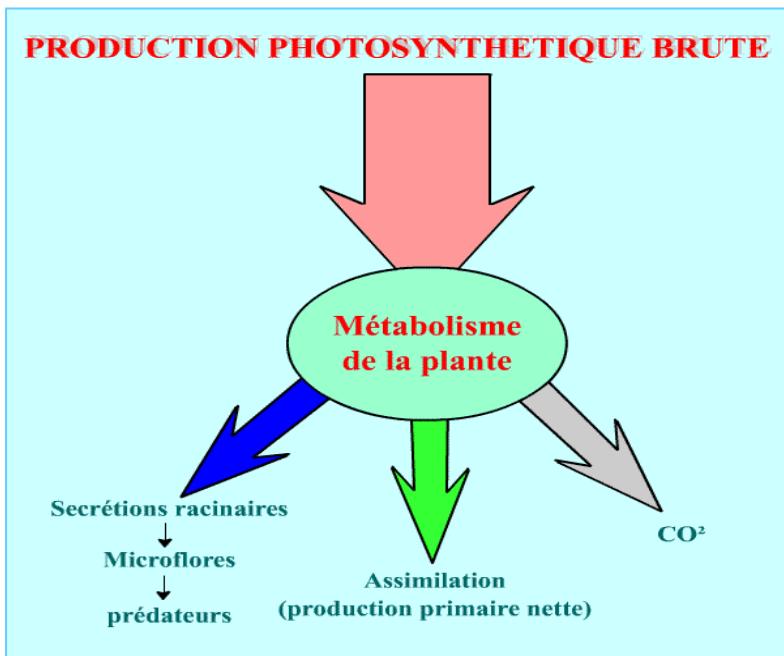
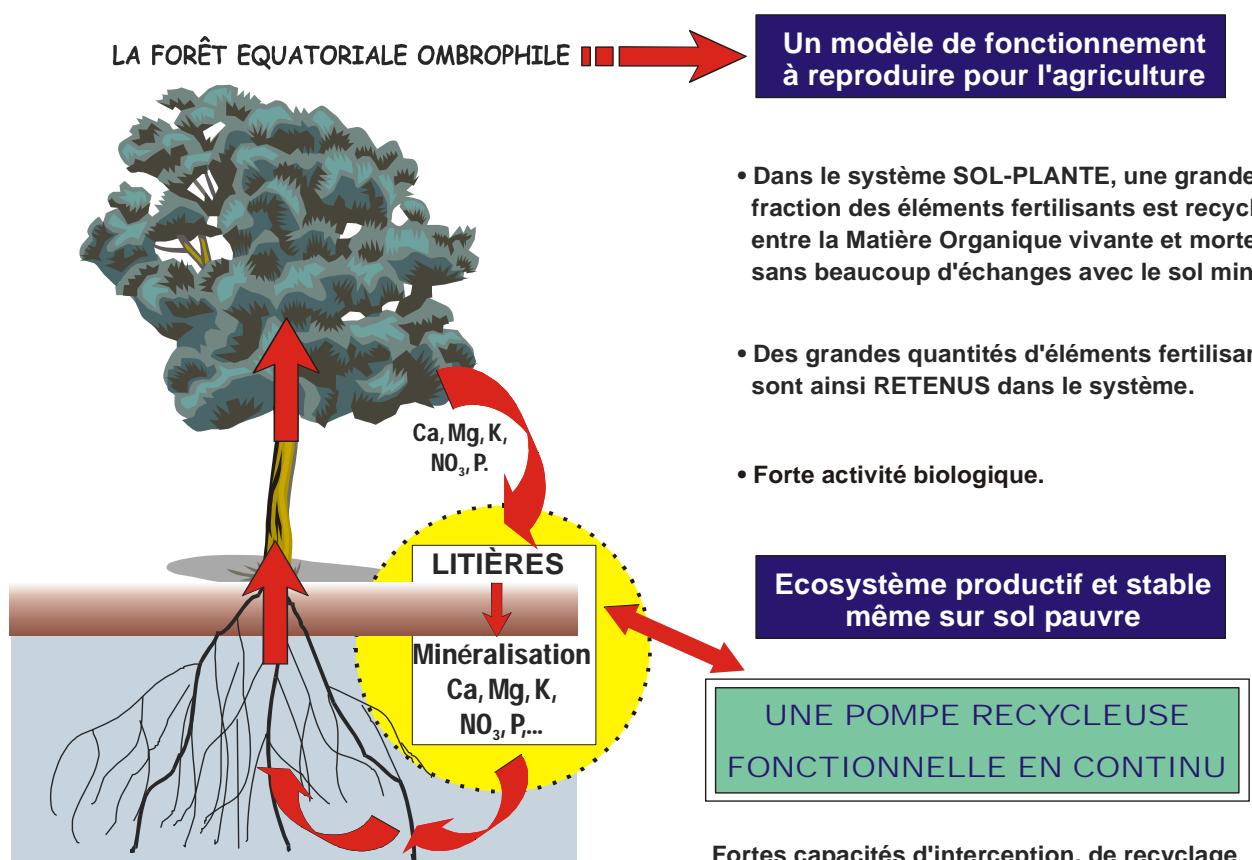


Photo de coupes de racines de riz (Source : Puard, 1989)

**ANNEXE 8 :** Schéma du métabolisme de la plante (Source : Séguy et Chabanne, 2001)



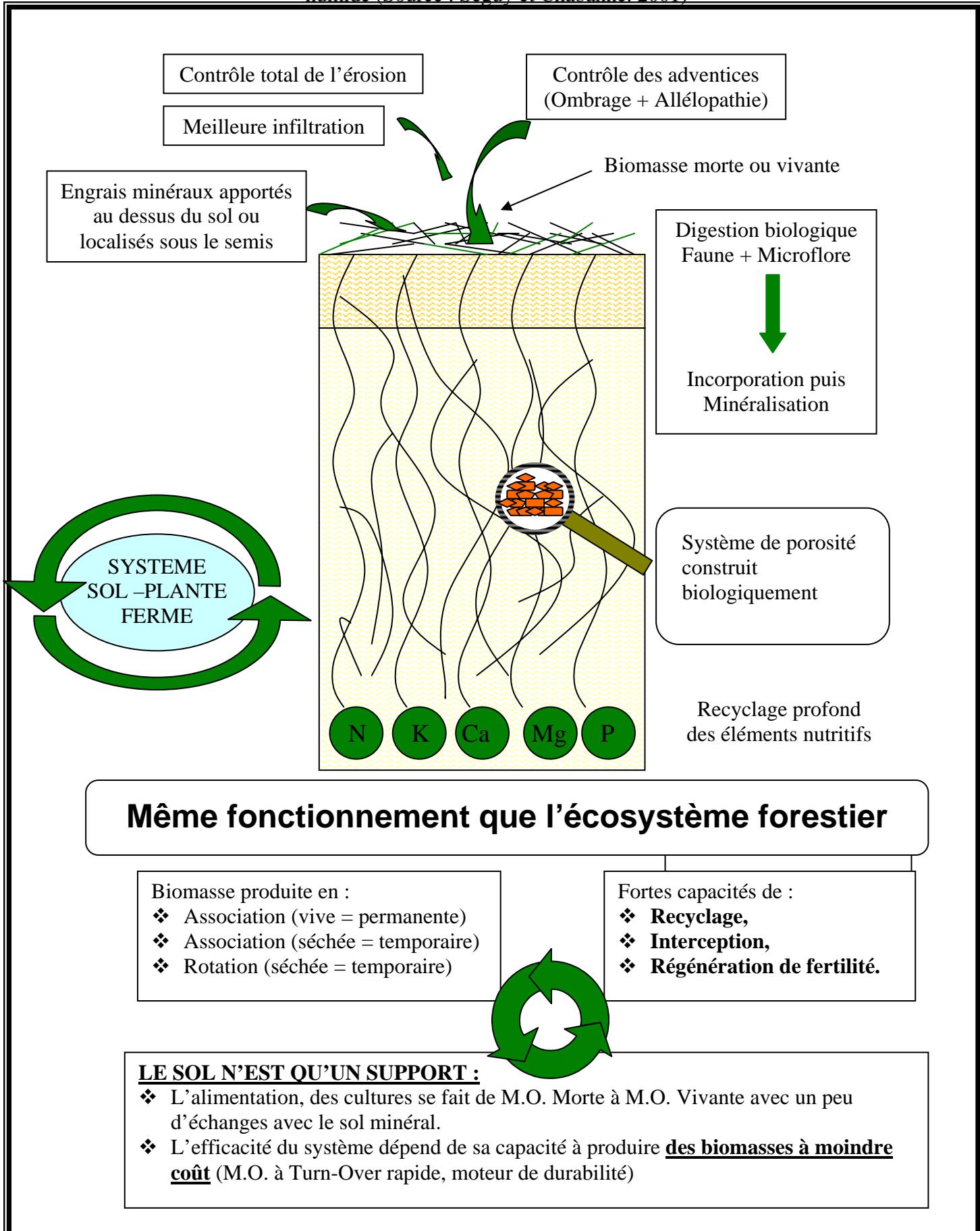
**ANNEXE 9 :** Le fonctionnement de la forêt ombrophile, système de pompe biologique (Source : Séguy et Chabanne. 1996)



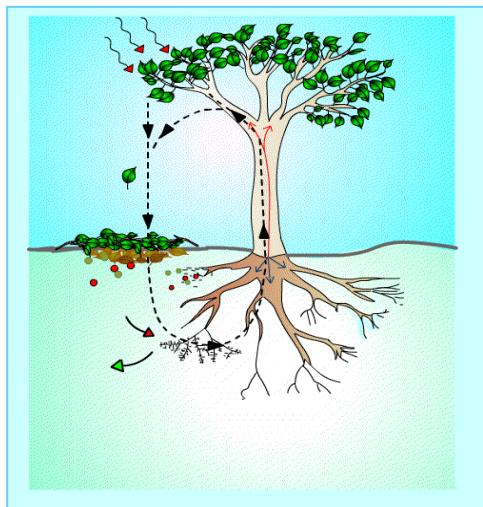
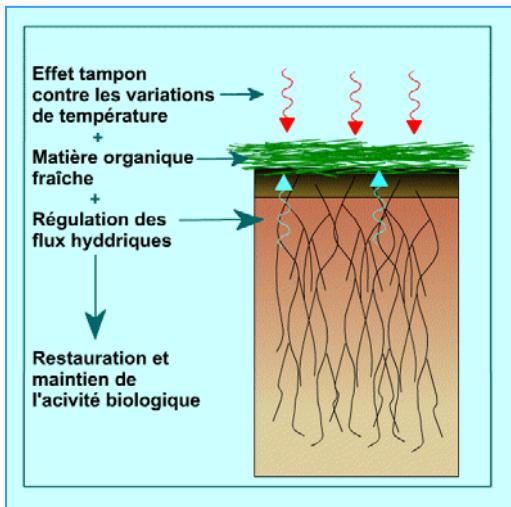
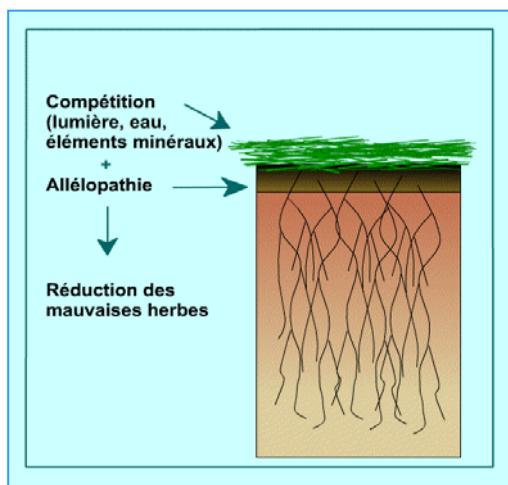
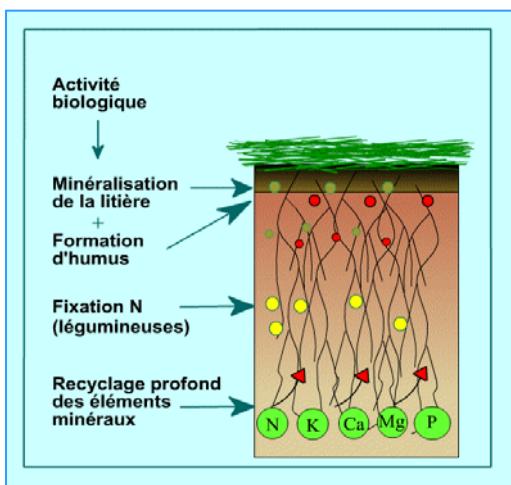
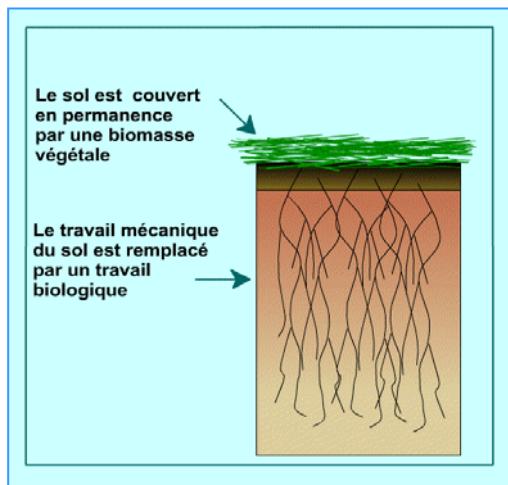
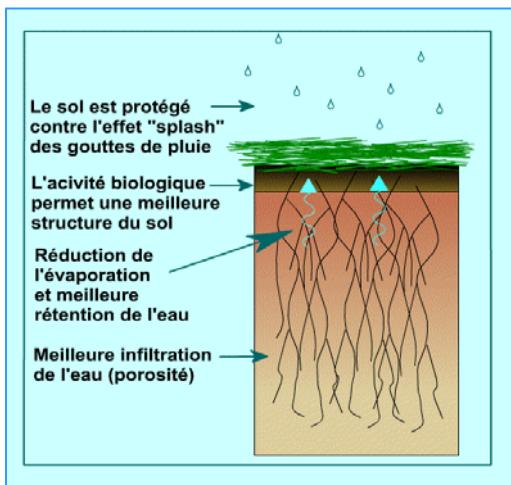
SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRCA-CA, 1996

Fortes capacités d'interception, de recyclage et de régénération de la fertilité

**ANNEXE 10 :** fonctionnement d'un profil cultural sous couverture végétale en zone tropicale humide (Source : Séguy et Chabanne, 2001)



## ANNEXE 11 : Les effets du SCV (Source : Séguy et Chabanne. 2001)



## **ANNEXE 12 : Quelques notions sur les engrains**

### **- Les sources d'Azote :**

L'azote existe en abondance dans la nature sous deux états : libre, dans l'atmosphère dont il constitue les 4/5<sup>ème</sup>, et à l'état combiné, sous forme minérale (= aliment de la plante) ou organique.

Dans le sol, l'azote se trouve essentiellement sous 3 formes : organique, ammoniacale (forme transitoire et nitrique. L'azote est stocké dans le sol sous forme d'humus. Cet azote minéralise progressivement sous l'action de la flore microbienne et au stade ultime de cette évolution, l'azote organique est devenu azote nitrique.

Les apports d'urée conviennent bien aux sols acides, car il ne laissent aucun ion acide et que la formation d'ammoniac, lors de l'hydrolyse, s'accompagne d'un relèvement provisoire du pH de 1/2 environ.

L'Urée : c'est un corps du groupe des amides, qui sous l'action de l'uréase, sécrétées par certaines bactéries, s'hydrolyse dans le sol et passe à l'état d'azote ammoniacal qui nitrifie à son tour.

L'azote est un élément essentiel à la croissance des plantes. De surcroît, pour le riz, un déséquilibre du rapport glucides/azote entraîne le phénomène de verse.

### **- L'effet des légumineuses**

Le SCV met en jeu diverses associations, les plus communes sont celles qui font intervenir les propriétés améliorantes des légumineuses.

Les légumineuses sont considérées comme des cultures améliorantes grâce à leur propriété de fixer directement l'azote de l'air. Cette fixation est due à la présence d'une bactérie, le *Bacillus Radicicola* ou Rhizobium, dans les nodosités des racines des légumineuses. Les deux organismes vivent en symbioses. Le rhizobium fixe l'azote de l'air et en approvisionne la légumineuse. Celle-ci fournit le carbone dont elle a besoin. La légumineuse fixe d'autant plus l'azote que le sol est lui-même plus pauvre en azote minéral disponible. Dans un sol riche en azote, la fixation est plus faible.

**- l'acide phosphorique :** ce qu'on désigne par acide phosphorique est en réalité l'anhydride phosphorique (P2O5). L'acide phosphorique est un constituant essentiel des végétaux, il s'y trouve combiné à d'autres substances (simples pour former des phosphates minéraux, plus complexes pour former des combinaisons organiques. Le noyau des cellules est composé de substances riches en azote et phosphore.

**La potasse :** elle constitue la majeure partie des matières minérales de la plante, et joue un rôle de régulateur des fonctions de la plante

### **-L'humus**

Très généralement, le terme d'humus désigne des substances organiques variées, de couleur brune et noirâtre, qui résultent de la décomposition de matières organiques d'origine exclusivement sous l'action des microorganismes du sol. Les principales sources d'humus dans une exploitation sont donc les fumiers, les résidus de récoltes, les pailles enfouies.

En général, on considère que 1000 kg de fumier fournissent 100 kg d'humus (rendement de 10%). Le fumier est composé d'un mélange de litière et de déjections ayant subi des fermentations plus ou moins avancées. La teneur moyenne du fumier de bovidé : en kg pour 1000 kg de fumier :

En azote : de 3,4 kg pour 1000 kg de fumier.

En acide phosphorique : de 1,3kg pour 1000 kg de fumier

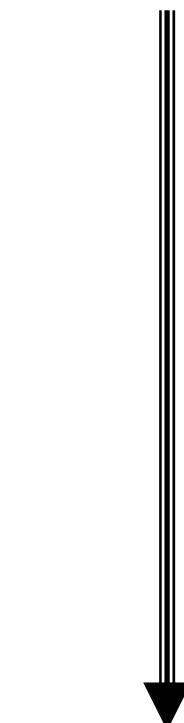
En Potasse : de 3,5 kg pour 1000 kg de fumier

Les résidus de récoltes sont les déchets organiques laissés dans ou sur le sol par la culture sortante, sous forme de feuilles, tiges racines, et autres organes aériens et souterrains. Ces résidus ont une importance proportionnelle à la masse végétative créée au cours de l'année, donc au rendement obtenu. Les chaumes et les racines végétales (à l'exclusion des pailles) qui restent inévitablement dans le sol, représentent une source d'humus importante surtout quand la céréale a eu un fort développement végétatif auquel correspond une forte masse racinaire.

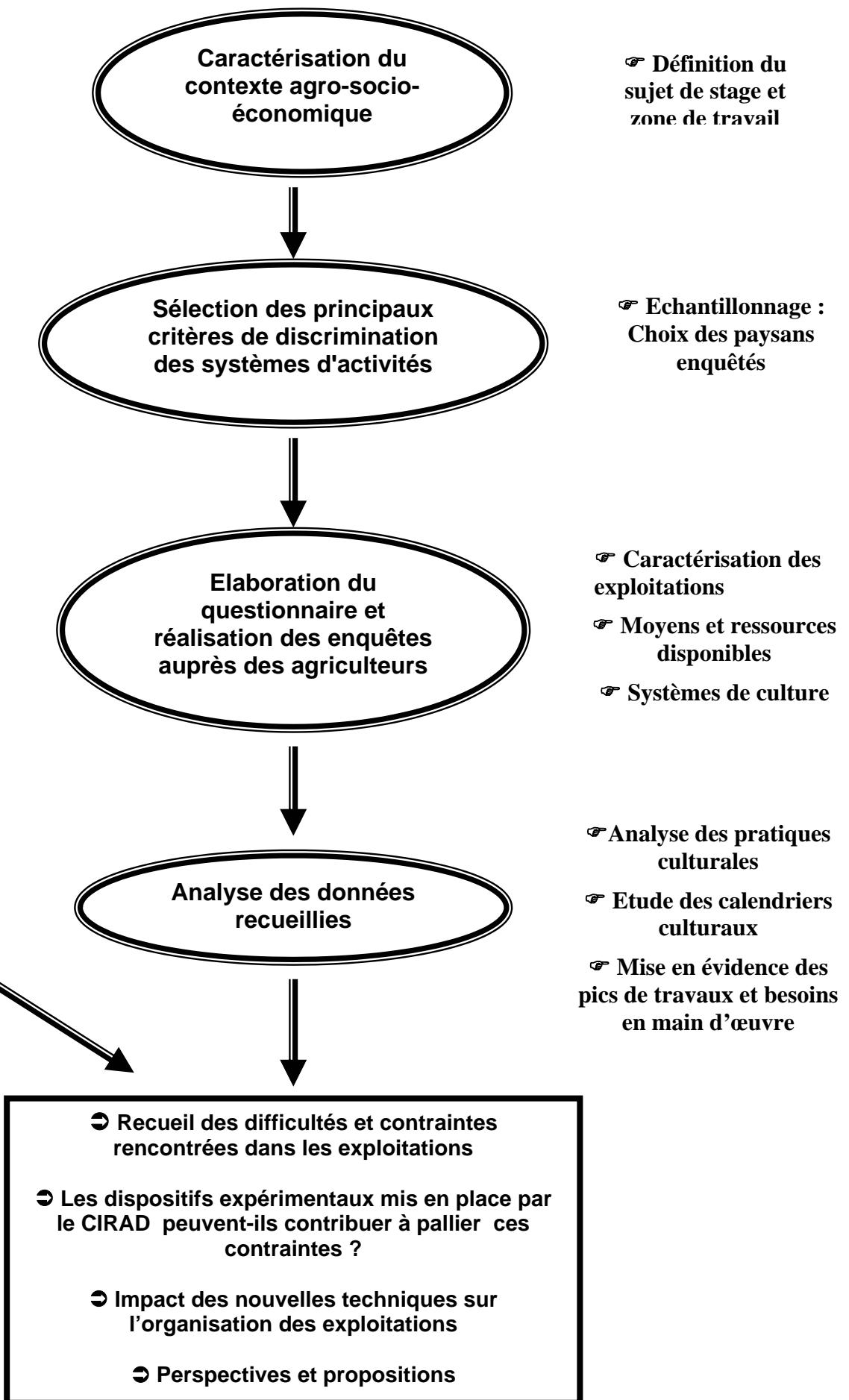
Sans restitution humique, la teneur en humus baisse.

**ANNEXE 13 : Schéma de démarche et méthodologie (inspiré d'un travail de Chabiersky, S )**

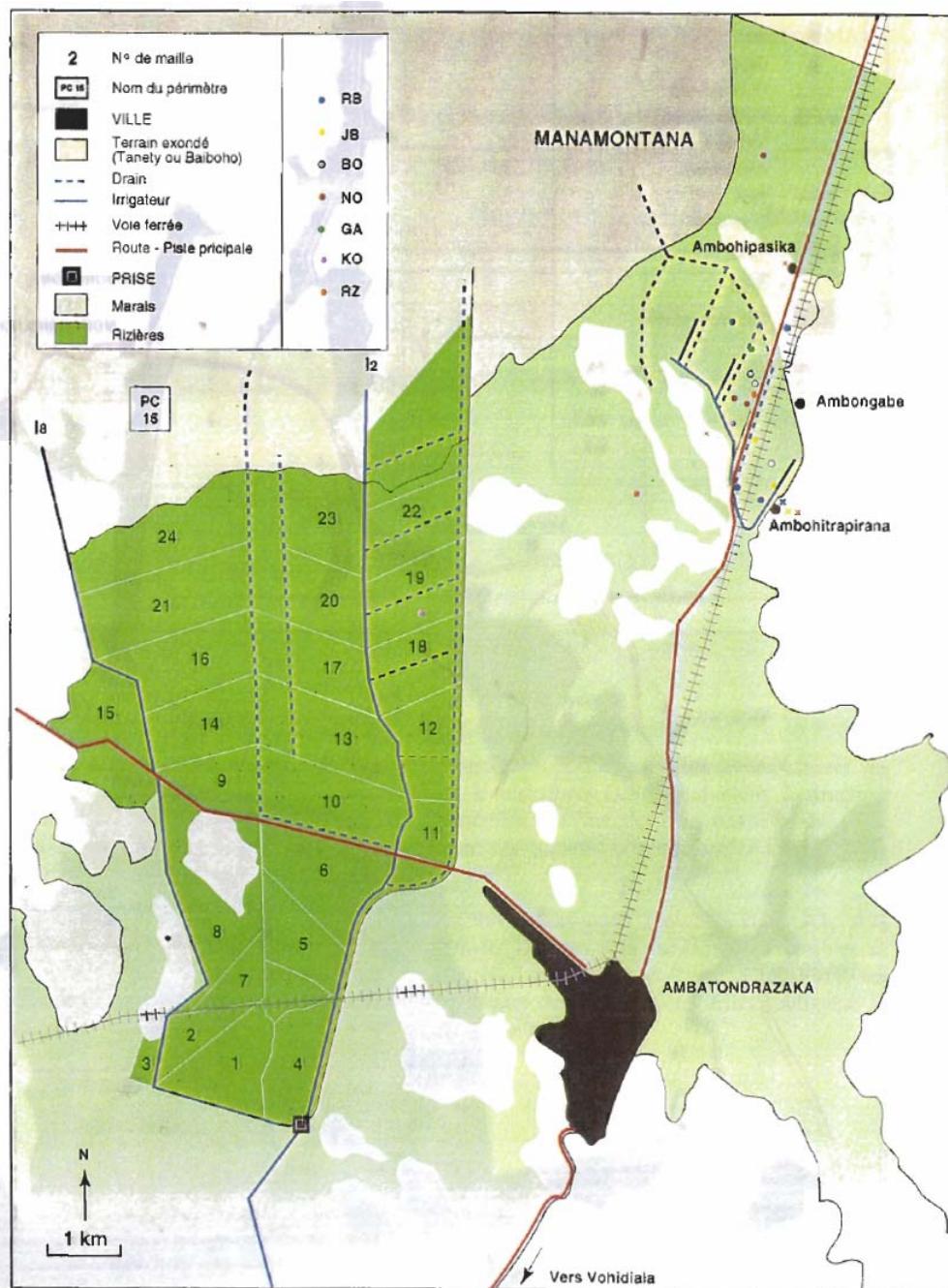
- Bibliographie générale sur la situation agricole de la région
- Personnes ressources
- Visite d'exemple sur terrain



Bibliographie sur le SCV et le SRI (ou maff)



**ANNEXE 14 : Localisation des différentes parcelles des exploitations de la zone du PC15 et réseau d'irrigation**





Photo

aérienne d'un canal d'irrigation (Région du lac Alaotra) (Source : BVLac)



Photo aérienne des rizières du PC15 (Source : BvLac)

**ANNEXE 15** : Fiche d'enquête

**Zone PC15- Vallée Marianina**

Enquêteur :

Date d'enquête :

**1-Renseignements généraux sur l'exploitation**

Nom chef d'exploitation:

Age :

Hameau:

Fokontany:

Situation sur la carte (périmètre bien irrigué ou non)

Répartition des parcelles (Périmètre irrigué/ tanety)

Superficie totale de l'exploitation:

**Famille vivant dans l'exploitation :**

<b>âge</b>	<b>sexé</b>	<b>participation aux taches de l'exploitation</b>	
<b>&lt; 15 ans</b>	1	activité :	date début: date fin:
	2	activité :	date début: date fin:
	3	activité :	date début: date fin:
	4	activité :	date début: date fin:
	5	activité :	date début: date fin:
	6	activité :	date début: date fin:
	7	activité :	date début: date fin:
	8	activité :	date début: date fin:

<b>16- 60 ans</b>	1	activité :	date début:	date fin:
	2	activité :	date début:	date fin:
	3	activité :	date début:	date fin:
	4	activité :	date début:	date fin:
	5	activité :	date début:	date fin:
	6	activité :	date début:	date fin:
	7	activité :	date début:	date fin:
<b>&gt; 60</b>	1	activité :	date début:	date fin:
	2	activité :	date début:	date fin:
	3	activité :	date début:	date fin:

## 2-Inventaire des parcelles

numéro parcelle	localisation	toposéquence	culture	Superficie (selon le paysan)	mode de mise en valeur

Rizière irriguée ;Rizière sur tanety ;Baiboho,Bas de pente ;  
Quel est le matériel disponible ?

Propriétaire, locataire, métayage,

charrette	charrue	sarcluse	bêche	herse	pompe	brouette	fourche	boeufs de traits	tracteur	cubota	autres

Mettez vous du matériel en location et quels sont les montants ?

Louez vous ou empruntez vous du matériel et quels sont les montants ?

### **3 – Utilisation de la Main d’oeuvre**

Salariés permanents		nombre	activités	coût FMG	coût en nature
Salariés temporaires	dates	nombre	activités	coût FMG	coût en nature

#### **4- les Parcelles de rizicultures irriguées**

Parcelles	superficie	variétés cultivées	technique utilisée (modif culturale ou classique)	Intrants (type /quantité)	production kg ou vata	auto consommation	qtité vendue	prix de vente
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Quelle est l'origine des semences (achat (prix), don, ou récolte précédente) vous ont-elles été fournies gratuitement ou quel est le prix d'achat ou proviennent-elles de votre précédente récolte?

—

### Calendrier cultural sur les parcelles irriguées

CLASSIQUE	juin	juillet	août	sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	mai
Préparation pépinière												
Préparation du sol												
repiquage												
sarclage												
récolte												
traitements												

MAFF	juin	juillet	août	sep	oct	nov	dec	janv	fevr	mars	avril	mai
Préparation pépinière												
Préparation du sol												
repiquage												
sarclage												
récolte												
traitements												

La paille est-elle laissée sur la parcelle ou utilisée pour le fourrage ?

#### **Les contraintes climatiques :**

Avez-vous connu au cours de la saison des contraintes liées au climat ?  
Quelles sont-elles ? (Inondations / manque d'eau)

**Main d'œuvre :** Nombre de personnes nécessaires pour chaque opération :

parcelles	préparation du sol		Préparation pépinière		repiquage		sarclage		récolte /battage	
	fam:	ouvr:	fam:	ouvr:	fam:	ouvr:	fam:	ouvr:	fam:	ouvr:
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

Fam= familliale ; Ouvr = ouvrier

## 5 – Les parcelles en SCV sur Tanety

Parcelles	type de sol	surface	variétés cultivées	durée du cycle	production Kg	auto consommation	qtité vendue	prix de vente
1								
2								
3								
4								
5								

## **Calendrier cultural**

A quel moment rencontrez vous des pics de travail?

### **L'assolement et rotations culturales**

N° parcelle	culture actuelle en SCV ou non	les rotations culturales					jachère		
		Période 1	période 2	période 3	période 4	période 5	fréquence et durée	végétation	critère
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

### **Les différentes associations**

Qui prend la décision du choix des cultures et des techniques utilisées dans l'exploitation ?

### **Les contraintes climatiques :**

Avez-vous connu au cours de la saison des contraintes liées au climat ?

Quelles sont-elles ? (Inondations / manque d'eau)

### **6- Avis sur la nouvelle technique employée (soit SCV soit Façons culturales) :**

Avez-vous suivi une formation ? Sur le terrain ou sur table (nombre de séances, sur quelle durée ? avec qui ?)

Quand avez-vous commencé à pratiquer cette technique ?

Combien de temps a t- il été nécessaire pour maîtriser la méthode?

Où avez-vous obtenu les meilleurs rendements (parcelles traditionnelles ou avec modifications culturelles) ?

Quels sont les points que vous avez améliorés?

Comment avez-vous entendu parler de cette technique ?

Etes vous satisfaits des résultats ?

Donnez 3 avantages pour cette technique ;

-  
-  
-

Donnez 2 contraintes pour cette technique ;

-  
-

Quels problèmes avez-vous rencontré à la mise en place de la nouvelle technique?

Envisagez vous de recommencer ou d'étendre la technique sur de plus grandes surfaces ?

Combien d'ares en plus l'année prochaine ? Ou en moins ?

En avez-vous parlé autour de vous ?

## **7-Activités supplémentaires**

Elevage : Combien d'animaux possédez-vous:

Vache laitière		porcs		poules	
zébus de trait		canards		autres	
moutons		oies		autres	

A quoi sert l'élevage des animaux?

Quels aliments utilisez-vous pour les animaux et quel est le prix/kg si vous en achetez?

**Les sources de revenu et de dépenses de l'exploitation**

Sources de revenu	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept	oct	nov	déc
production sur rizières irriguées												
production sur tanety												
élevage												
autres activités												
Dépenses												

Facilité d'accès au marché (quelle distance)

Accès au crédit ?

Appartenance à une organisation paysanne ?

Niveau d'instruction :      illettré      lecture      lire et écrire      secondaire      universitaire

**ANNEXE 16** : conseils techniques aux agriculteurs pour la mise en application du Maff

<b>NY FIHETSIKA FANDRINGANANA FITO</b>		<b>LES SEPT GESTES MASSACRE</b>																																																	
nahazatra	fanovana	comme d'habitude	changement																																																
<b>1. Elanelana tery</b>	→ 8-16 ketsa/m <sup>2</sup>	<b>1. Ecartement serré</b>	→ 8-16 plants/m <sup>2</sup>																																																
<b>2. Ketsa befandray</b>	→ ketsa lahatokana	<b>2. Plusieurs plants en touffe</b>	→ plants individuels																																																
<b>3. Taninketsa mifanery</b>	→ 1 kapoaka/4 m <sup>2</sup>	<b>3. Semis dense</b>	→ 1 kapoaka /4 m <sup>2</sup>																																																
<b>4. Ketsa antitra</b>	→ ketsa 15-20 andro	<b>4. Plants vieux</b>	→ plants de 15-20 jours																																																
<b>5. Faka sasana sy kapohina</b>	→ ongotana moramora	<b>5. Racines lavées et frappées</b>	→ arrachage en douceur																																																
<b>6. Fanetsana rahampitso</b>	→ 15 minitra (tan'ketsa @tanimbary)	<b>6. Repiquage le lendemain</b>	→ 15 minutes (pépinière près rizière)																																																
<b>7. Ketsa atsatoka lalina</b>	→ atsatoka 1-2 cm	<b>7. Plants repiqués profond</b>	→ à 1-2 cm de profondeur																																																
BVLac - Tetik'asa Mitsitsy Ambioka		BVLac - Projet Economisez les Semences																																																	
<i>verso</i>																																																			
<b>AMBIOKA</b>		<b>AMBIOKA</b>																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>elanelana</th><th>ketsa/m<sup>2</sup></th><th>kg/ha</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35 x 35 cm</td><td>8</td><td>4</td></tr> <tr> <td>33 x 33 cm</td><td>9</td><td>4</td></tr> <tr> <td>30 x 30 cm</td><td>11</td><td>5</td></tr> <tr> <td>28 x 28 cm</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr> <td>25 x 25 cm</td><td>16</td><td>7</td></tr> <tr> <td>33 x18 cm</td><td>17</td><td>8</td></tr> <tr> <td>33 x15 cm</td><td>20</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>		elanelana	ketsa/m <sup>2</sup>	kg/ha	35 x 35 cm	8	4	33 x 33 cm	9	4	30 x 30 cm	11	5	28 x 28 cm	12	6	25 x 25 cm	16	7	33 x18 cm	17	8	33 x15 cm	20	9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>écartement</th><th>plants/m<sup>2</sup></th><th>kg/ha</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35 x 35 cm</td><td>8</td><td>4</td></tr> <tr> <td>33 x 33 cm</td><td>9</td><td>4</td></tr> <tr> <td>30 x 30 cm</td><td>11</td><td>5</td></tr> <tr> <td>28 x 28 cm</td><td>12</td><td>6</td></tr> <tr> <td>25 x 25 cm</td><td>16</td><td>7</td></tr> <tr> <td>33 x18 cm</td><td>17</td><td>8</td></tr> <tr> <td>33 x15 cm</td><td>20</td><td>9</td></tr> </tbody> </table>		écartement	plants/m <sup>2</sup>	kg/ha	35 x 35 cm	8	4	33 x 33 cm	9	4	30 x 30 cm	11	5	28 x 28 cm	12	6	25 x 25 cm	16	7	33 x18 cm	17	8	33 x15 cm	20	9
elanelana	ketsa/m <sup>2</sup>	kg/ha																																																	
35 x 35 cm	8	4																																																	
33 x 33 cm	9	4																																																	
30 x 30 cm	11	5																																																	
28 x 28 cm	12	6																																																	
25 x 25 cm	16	7																																																	
33 x18 cm	17	8																																																	
33 x15 cm	20	9																																																	
écartement	plants/m <sup>2</sup>	kg/ha																																																	
35 x 35 cm	8	4																																																	
33 x 33 cm	9	4																																																	
30 x 30 cm	11	5																																																	
28 x 28 cm	12	6																																																	
25 x 25 cm	16	7																																																	
33 x18 cm	17	8																																																	
33 x15 cm	20	9																																																	
		<b>Projet Economiser les semences</b>  Haja 03314.812.65 54.814.22  Patrick 03314.568.11 54.814.22																																																	