

Université de Paris X Nanterre  
Département de Géographie

DR94CL  
CD-TH E  
ISR-PR



**Des rizières aux paysages:  
Eléments pour une gestion de la fertilité  
dans les exploitations agricoles  
du Vakinankaratra et du Nord Betsileo  
(Madagascar)**

*Thèse nouveau régime de géographie  
présentée par Dominique Rollin  
Sous la direction de Monsieur le Professeur Jean Pierre Raison*

Soutenue à Paris X - Nanterre le 15 juin 1994

<b>Jury:</b>	<b>Chantal Blanc Pamard</b>	Directeur de recherche au CNRS
	<b>Joël Bonnemaïson</b>	Directeur de recherche ORSTOM
	<b>Frédéric Landy</b>	Université de Paris X Nanterre
	<b>Pierre Milleville</b>	Directeur de recherche ORSTOM
	<b>Jean Pichot</b>	CIRAD
	<b>Jean Pierre Raison</b>	Professeur à l'Université de Paris X Nanterre

Université de Paris X Nanterre  
Département de Géographie

**Des rizières aux paysages:  
Eléments pour une gestion de la fertilité  
dans les exploitations agricoles  
du Vakinankaratra et du Nord Betsileo  
(Madagascar)**

*Thèse nouveau régime de géographie  
présentée par Dominique Rollin  
Sous la direction de Monsieur le Professeur Jean Pierre Raison*

Soutenue à Paris X - Nanterre le 15 juin 1994

<b>Jury:</b>	<b>Chantal Blanc Pamard</b>	Directeur de recherche au CNRS
	<b>Joël Bonnemaison</b>	Directeur de recherche ORSTOM
	<b>Frédéric Landy</b>	Université de Paris X Nanterre
	<b>Pierre Milleville</b>	Directeur de recherche ORSTOM
	<b>Jean Pichot</b>	CIRAD
	<b>Jean Pierre Raison</b>	Professeur à l'Université de Paris X Nanterre

*à Matthieu et Benjamin*

## Avant Propos

Ce travail a été réalisé à l'occasion d'un séjour de quatre années à Antsirabe où j'étais responsable d'une équipe de Recherche Développement chargée de chercher des systèmes de production valorisant une amélioration de la maîtrise de l'eau sur des périmètres irrigués réhabilités. A mon retour au CIRAD à Montpellier, une grande partie de mon temps fut consacrée au traitement et à la mise en forme des données recueillies pendant les années de terrain.

Exercice personnel lorsque l'on se retrouve face à la page blanche, la thèse n'en est pas moins le fruit d'une collaboration de tout un réseau de compréhension, de sympathie et d'amitié.

Je voudrais citer en premier lieu les paysans des Hautes Terres malgaches. J'évoque souvent dans ce document leur capacité à utiliser et à transformer le paysage pour produire. La gentillesse de leur accueil transparait plus difficilement alors qu'elle fut permanente.

Ce travail n'aurait pas existé sans l'équipe Recherche Développement travaillant sur les Petits Périmètres Irrigués, sur les Circonscriptions d'Antsirabe et d'Ambositra au travers d'accumulations de connaissances, de dialogues formels et informels mais surtout de tournées sur le terrain. Jouant le rôle de guides et d'interprètes, chercheurs, assistants de recherche, observateurs et chauffeurs m'ont aidé à appréhender la variété des paysages, des exploitations et des pratiques rencontrées dans la région. Qu'il me soit permis de distinguer Sylvain Razafindrabe qui, en alliant connaissance de son terrain d'Ambohibary et curiosité scientifique, a toujours su répondre à mes interrogations ou trouvé la personne qui pouvait y répondre.

Sans pouvoir les citer, il m'est impossible d'oublier la contribution de tous ceux de l'Opération de Développement Rural ou du projet de réhabilitation des Petits Périmètres Irrigués à l'intérieur desquels cette équipe était insérée.

Pour rester dans le contexte malgache, je dois exprimer une gratitude particulière à François Rasolo qui, malgré sa lourde tâche à la direction générale du FOFIFA, m'a accueilli et appuyé, à Désiré Randrianaivo et Jean Louis Reboul pour leurs rôles clés de coordination et d'appui et à Hervé Rakoto Ramiarantsoa qui m'a expliqué concrètement une vision de la géographie.

René Potier à Antsirabe et Madame Tran Min à la bibliothèque de Nogent sur Marne m'ont permis de consulter et m'ont orienté dans une abondante documentation ancienne concernant Madagascar. Je leur dois une reconnaissance particulière.

Le CIRAD est évidemment un élément clé dans la réalisation de ce travail par les incitations, les orientations, les moyens matériels et le temps dont j'ai pu bénéficier. Ne pouvant citer tout le monde, je ne citerai que Jean Pichot à qui je voudrais exprimer ici ma profonde reconnaissance pour son appui et sa rigueur.

Je voudrais enfin remercier Monsieur Jean Pierre Raison qui a accepté de diriger le travail d'un agronome, bétotien en géographie. Il m'a laissé toute latitude pour orienter mes recherches mais ses conseils et ses encouragements ont été déterminants.

## Table des Matières

<b>Première partie Introduction</b> .....	1
<b>Deuxième partie le matériel d'étude</b> .....	14
<b>21. Définition des concepts</b> .....	15
2.1.1 La gestion est elle un concept connu des paysans des hautes terres malgaches .....	15
2.1.2 La fertilité est elle une notion bien définie par les agronomes? .....	19
2.1.3 La gestion de la fertilité .....	23
2.1.4 Le risque .....	26
2.1.5. La notion d'exploitation agricole .....	29
2.1.6 Les pratiques paysannes: .....	32
<b>2.2. Les méthodes</b> .....	35
2.2.1 Les données disponibles avant le début du travail .....	35
2.2.2 Les données acquises à l'occasion de ce travail .....	43
2.2.3 Les méthodes de traitement des données .....	47
<b>Troisième partie Caractérisation des zones étudiées : une grande variabilité des conditions due à l'hétérogénéité des ressources et de l'accès aux ressources</b> .....	49
<b>3.1 Hétérogénéité du milieu: l'écologie du milieu, une diversité des conditions physique de la production</b> .....	50
3.1.1 Qui, du paysage ou des pratiques détermine l'autre ? .....	50
3.1.2 Climat : Variations dans l'espace et dans le temps .....	59
3.1.3 Variabilité des conditions du sol .....	69
3.1.4 Diversité des conditions hydrologiques .....	91
<b>3.2 Hétérogénéité de l'accès aux ressources et de leur exploitation: les informations apportées par l'histoire</b> .....	99
3.2.1 Histoire de l'accès au foncier .....	99
3.2.2 Histoire des aménagements .....	110
3.2.3 Histoire de la monétarisation des échanges .....	117
3.2.4 Histoire de la recherche sur la fertilité et la fertilisation .....	120
<b>Quatrième partie: Homogénéité et diversité des exploitations agricoles. La variabilité de la situation des exploitations agricoles est liée à la variété des conditions</b> .....	126
<b>4.1 Les exploitations paraissent homogènes au premier abord</b> .....	127
<b>4.2 Diversité des exploitations agricoles</b> .....	134
4.2.1 Les systèmes de culture irriguée et l'inégalité de l'accès à l'eau .....	134
4.2.2 Diversité dans l'utilisation des techniques de riziculture améliorée .....	135
4.2.3 Inégalité du foncier disponible .....	139
4.2.4 Diversité des systèmes de culture exondée .....	143

<b>4.3 Diversité liée à l'élevage</b> .....	148
4.3.1 L'élevage bovin .....	151
4.3.2 L'élevage porcin .....	171
4.3.3 Les autres élevages .....	177
<b>4.4 Diversité dans la gestion financière des exploitations</b> .....	184
4.4.1 Diversité des types de recettes .....	185
4.4.2 Diversité des types de dépenses .....	193
4.4.3 Les mécanismes de fonctionnement .....	201
4.4.4 L'accès au crédit, un facteur important de différenciation .....	209

## **Cinquième partie: Les pratiques paysannes: une variabilité des choix liée à la variété des situations.** .....

<b>5.1 L'eau une gestion interdépendante avec la terre et la fertilité</b> .....	218
<b>5.2 Minéraliser ou accumuler: la matière organique au centre de la gestion de la fertilité</b> .....	229
5.2.1 La fabrication du fumier .....	229
5.2.2 Variabilité dans la composition de produits utilisés pour la fumure organique ..	237
5.2.3 Ou apporte-t'on du fumier? .....	239
<b>5.3 Intensifier ou extensifier? La fumure minérale clé du développement ou illusion du technicien?</b> .....	255
5.3.1 L'engrais et les possibilités d'augmentation de la production .....	256
5.3.2 L'intérêt économique de la fertilisation minérale doit être étudié .....	262
5.3.3 La variabilité de la réponse aux engrais .....	276
5.3.4 La mise en pratique: une faible appropriation des résultats de la recherche .....	283
<b>5.4 Spécialisation ou diversification: les possibilités des filières</b> .....	300
5.4.1 Les différentes possibilités offertes par les filières existantes ou potentielles .....	301
5.4.2 Filières et avantages comparatifs .....	304
5.4.3 L'intérêt des filières pour modifier la gestion de la fertilité .....	306
5.4.4 Quelques conditions pour le développement de la filière .....	311

## **Sixième partie: conclusion générale** .....

Une typologie d'exploitation .....	318
Des conséquences pour le développement .....	321
Des conséquences pour la recherche .....	323

## Liste des tableaux

### Deuxième partie

Tableau 1 Nombre de parcelles enquêtées par le suivi évaluation . . . . .	37
Tableau 2 Exploitations et parcelles enquêtées lors des avant projets sommaires des PPI . . . . .	37
Tableau 3 Exploitations enquêtées lors des avant projets sommaires des PPI de la tranche 4 . . . . .	37
Tableau 4 Récapitulation des enquêtes utilisables . . . . .	38

### Troisième partie

Tableau 1 Division administrative et ethnie dominante selon la densité de population et le milieu physique	
Tableau 2 Température critique moyenne journalière pour le riz en °C . . . . .	63
Tableau 3 Quelques coefficients de variation annuels de la pluviométrie, . . . . .	66
Tableau 4 Situation des périmètres en fonction du modelé et du substrat . . . . .	72
Tableau 4 Caractéristiques Physico-chimiques des eaux de l'Ikopa et de la Betsiboka . . . . .	75
Tableau 5 Quantités d'éléments enlevés par l'érosion . . . . .	75
Tableau 6 Utilisation et Appréciation paysanne du sol à Soavina (Ambatofinandra) . . . . .	83
Tableau 7 Utilisation et appréciation paysanne du sol à Tsarahonenana Ambohibary . . . . .	89
Tableau 8 Débit d'étiage en l/s/km <sup>2</sup> . . . . .	95
Tableau 9 Mise en perspective historique de la prise de possession du milieu . . . . .	109
Tableau 10 Chronologie de quelques étapes du travail sur fertilité et fertilisation à Madagascar . . . . .	124

### Quatrième partie

Tableau 1 Variétés utilisées en 1987 en % des parcelles de rizière . . . . .	130
Tableau 2 Mode de repiquage en fonction du périmètre . . . . .	136
Tableau 3 Répartition des rizières en fonction du type d'entretien . . . . .	137
Tableau 4 Surfaces enquêtées et proportion des surfaces selon le nombre de sarclage en rizière . . . . .	137
Tableau 5 Répartition des exploitations selon l'élevage des bovins et des porcins . . . . .	149
Tableau 6 Bovins présentés au marché de Tsarazafy (Vinaninony) . . . . .	158
Tableau 7 Répartition des exploitations selon l'élevage des bovins . . . . .	159
Tableau 8 Comparaison entre zone de la composition du cheptel bovin par exploitation . . . . .	160
Tableau 9 Evolution des quantités de lait commercialisé dans le Vakinankaratra . . . . .	162
Tableau 10 Raisons avancées par les paysans de Vinaninony pour le développement de l'élevage laitier . . . . .	164
Tableau 11 Distribution de semences et boutures de plantes fourragères par Fifamanor . . . . .	165
Tableau 11 Part des dépenses pour l'agriculture et l'élevage dans les dépenses totales . . . . .	193

### Cinquième partie

Tableau 1 Appréciation de la maîtrise de l'eau par les paysans . . . . .	219
Tableau 2 Répartition des pépinières et rizières échantillonnées selon le réseau d'alimentation . . . . .	220
Tableau 3 Présence des canaux d'irrigation et de drainage dans la parcelle . . . . .	220
Tableau 4 Pluviométrie, drainage, pertes minérales cumulées sur quatre années à Manankazo . . . . .	225
Tableau 5 Compositions des fumiers en éléments minéraux selon différentes sources . . . . .	237
Tableau 6 Les surfaces et les quantités de fumier agrégées par Cirva . . . . .	239
Tableau 7 Répartition des surfaces et du fumier selon les zones de vulgarisation de l'ODR . . . . .	240
Tableau 8 Comparaison Hautes Terres Moyen Ouest pour la répartition du fumier . . . . .	241
Tableau 9 Comparaison de l'utilisation de la fumure organique sur les Hautes Terres et dans le Moyen Ouest . . . . .	241
Tableau 10 Doses moyennes de matière organique en fonction des systèmes retrouvés sur tanety . . . . .	242
Tableau 11 Proportion de parcelles ne recevant pas de fumier selon les cultures . . . . .	242
Tableau 12 Nombre de parcelles enquêtées par le suivi évaluation ODR 1989-1990 . . . . .	244
Tableau 13 Raisons évoquées pour ne pas apporter de la matière organique . . . . .	245

Tableau 14 Proportion des surfaces de parcelles de pépinières rizicole selon la nature de la fumure organique apportée . . . . .	246
Tableau 15 Proportion de la surface en rizière en fonction de la nature de la fumure organique reçue . . . . .	247
Tableau 16 Proportion des surfaces de tanety en fonction de la nature de la fertilisation organique reçue . . . . .	247
Tableau 17 Achats de fumier en comparaison sur la riziculture seule et la riziculture avec pomme de terre de contre saison, en proportion de parcelles de rizière . . . . .	249
Tableau 18 Proportion d'exploitation achetant du fumier en fonction du périmètre et des cultures . . . . .	250
Tableau 19 Productions moyennes pour un kilogramme d'engrais . . . . .	259
Tableau 20 Relation entre le rendement et la dose d'engrais; parcelles portant du riz sans contre-saison . . . . .	260
Tableau 21 Relation entre le rendement et la dose d'engrais sur le riz; parcelles portant du riz et de la pomme de terre . . . . .	260
Tableau 22 Parcelles recevant de l'engrais sur le riz et sur la pomme de terre de contre-saison . . . . .	261
Tableau 23 Rapports valeur coût moyens (PEM-FAO, 1986) : . . . . .	263
Tableau 24 Subventions (fmg/kg) aux engrais supportées par le Budget de l'Etat malgache pendant le GOPR . . . . .	270
Tableau 26 Variation des quantités d'engrais vendues les jours de marché Ambohibary en kg . . . . .	273
Tableau 27 Eléments de réponses du riz aux engrais dans la partie centrale de Madagascar selon les résultats du programme engrais malgache de 1978 à 1987 . . . . .	277
Tableau 28 Calcul de la quantité d'engrais consommée en 1986 par unité de surface et par exploitation . . . . .	284
Tableau 29 Calcul de la quantité d'engrais consommée par hectare et par an . . . . .	285
Tableau 30 Calcul de la proportion de l'engrais utilisé sur le riz . . . . .	287
Tableau 31 Evolution de la proportion des surfaces de pépinière selon la fertilisation apportée . . . . .	288
Tableau 32 Evolution de la proportion des surfaces de rizière selon la fertilisation apportée . . . . .	288
Tableau 33 Le cas de la riziculture sans culture de contre-saison . . . . .	290
Tableau 34 Le cas de la riziculture avec de la pomme de terre en contre-saison: . . . . .	293
Tableau 35 Montant moyen des dépenses (fmg) en engrais par hectare selon les cultures pluviales pratiquées . . . . .	295
Tableau 36 Quantités d'engrais moyennes apportées en rizière en 1973 . . . . .	297
Tableau 37 Permanence de l'absence du recours aux engrais . . . . .	298
Tableau 38 Coefficients de coûts réels pour les cultures sur rizière . . . . .	304
Tableau 39 Coefficients de coûts réels pour les cultures pluviales . . . . .	305
Tableau 40 Coefficients de coûts réels pour quelques produits d'élevage . . . . .	305
tableau 41 Comparaison des coûts de production, des revenus moyens par unité de surface (en are) et par jour de travail . . . . .	307
Tableau 42 Comparaison des différentes filières du point de vue Crédit, Approvisionnement, conseil et débouchés . . . . .	316

## Sixième partie

Tableau 1 Représentation synthétique d'éléments caractérisant la gestion de la fertilité selon les types . . . . .	320
--	-----



## Liste des figures

### Première partie

Figure 1 Etude des pratiques de l'exploitant et de l'exploitation dans son milieu . . . . .	6
Figure 2 Carte de localisation des régions étudiées . . . . .	7
Figure 3 Carte de situation des Petits Périmètres Irrigués (PPI) . . . . .	8
Figure 4 De la diversité des conditions à la diversité des situations, aux pratiques et aux paysages. . . . .	11

### Deuxième partie

Figure 1 Schéma des éléments pris en compte pour définir la fertilité . . . . .	22
Figure 2 Représentation de l'exploitation agricole et de son environnement physique, économique et culturel . . . . .	31
Figure 3 Une représentation de l'exploitation agricole inspirée de la modélisation systémique centrée sur les pratiques des agriculteurs Landais et Deffontaines (1989) . . . . .	33
Figure 4 Relation entre le travail en gestion de la fertilité et les autres activités . . . . .	44

### Troisième partie

Figure 1 Carte des altitudes et situation des transects étudiés . . . . .	52
Figure 2 Transect n°1 Tsinjoarivo Miandrivazo . . . . .	53
Figure 3 Transect n°2 Fandriana Malaimbandy . . . . .	54
Figure 4 Transect n°3 Mandoto Ambatofinandrahana . . . . .	55
Figure 5 Transect est ouest Malakialina Ambohibary . . . . .	56
Figure 6 Transect est ouest Ambalalakinana Soavina . . . . .	56
Figure 7 Transect Andranolava Soavina . . . . .	57
Figure 8 Transect est ouest Manandona Tsiresy . . . . .	58
Figure 9 Carte de situation des stations climatologiques . . . . .	60
Figure 10 Relation pluviométrie moyenne - altitude des stations étudiées . . . . .	61
Figure 11 Températures moyennes mensuelles en fonction de l'altitude . . . . .	62
Figure 13 Accumulation - minéralisation de la matière organique selon température et submersion . . . . .	64
Figure 14 Variabilité pluviométrique à Antsirabe calculée à partir des données 1957-1980 (Someah) . . . . .	66
Figure 15 Variabilité pluviométrique à Faratsiho calculée à partir des données 1957-1980 (Someah) . . . . .	67
Figure 16 Carte géologique simplifiée . . . . .	70
Figure 17 La différenciation paysanne du paysage agraire . . . . .	73
Figure 18 Formation des sols de rizières: de l'origine à l'anthropisation . . . . .	77
Figure 19 Classification, utilisation et appréciation paysanne du sol à Soavina . . . . .	80
Figure 20 Croquis morphologique du bassin de Sambaina Ambohibary . . . . .	85
Figure 21 Comparaison de l'utilisation du sol Tsarahonenana Ambohibary 1966 1991 . . . . .	87
Figure 22 Classification, utilisation et appréciation du sol à Tsarahonenana Ambohibary . . . . .	88
Figure 23 Carte du réseau hydrographique: rivières et stations de mesures . . . . .	92
Figure 24 Débit mensuel moyen pour différentes fréquences . . . . .	93
Figure 25 Débits décadaires dérivables 8 jours /10 station Antsampandrano rivière Amborompotsy . . . . .	94
Figure 26 Débits moyen mensuels en m <sup>3</sup> /s Sahanivotry, bassin de la Mania . . . . .	96
Figure 27 Débits moyens mensuels Amborompotsy à Antsampandrano . . . . .	97
Figure 28 Représentation de la population en 1958, 1968, 1972, 1988 . . . . .	100
Figure 29 Evolution de la population dans la zone entre 1958 et 1990 (en % par an) . . . . .	101
Figure 30 Potentiel et part des pentes et des bas fonds d'après Raison, 1984 . . . . .	103
Figure 31 Evolution des surfaces cultivées dans la cuvette de Vinaninony . . . . .	106
Figure 32 Carte de chronologie des arrivées à Ambohibary (d'après Razafindrabe) . . . . .	107
Figure 33 Répartition des rizières selon une estimation du degré de maîtrise de l'eau . . . . .	111
Figure 34 Répartition des rizières selon le réseau d'alimentation . . . . .	112
Figure 35 Répartition des usagers selon l'appréciation de la maîtrise de l'eau sur leur rizière . . . . .	115
Figure 36 Cartes des voies de communication . . . . .	118

## Quatrième partie

Figure 1 Calage du cycle Riz culture de contre-saison	129
Figure 2 Les principales rotations rencontrées sur rizière en 1987	128
Figure 3 Calage des cycles de culture sur tanety	131
Figure 4 Quelques aspects des relations agriculture élevage	133
Figure 5 Distribution des surfaces de rizière par personne	139
Figure 6 Distribution des surfaces en rizière par exploitation d'après les données APS et ODR	140
Figure 7 Distribution des rapports surface en tanety / surface en rizière par exploitation	141
Figure 8 Représentation des exploitations dans un plan surface en rizière - surface en tanety	141
Figure 9 Répartition des surfaces cultivées dans une exploitation moyenne en 1987	143
Figure 10 Principales associations rencontrées sur tanety en 1987	144
Figure 11 Relation altitude proportion de différents tubercules en surfaces de culture pluviale	145
Figure 12 Système mimosa - pomme de terre - maïs	147
Figure 13 Part des recettes constituées par les produits animaux dans les recettes totales de l'exploitation (source RD PPI)	148
Figure 14 Elevages que les paysans d'Ambohibary souhaitent développer et raison de ce choix	150
Figure 15 Evolution de l'effectif bovin dans le Vakinankaratra	151
Figure 16 Evolution dans l'espace et dans le temps du nombre de bovins par personne	153
Figure 17 Evolution du nombre de ménages possédant des bovins	154
Figure 18 Carte de répartition des Bovins dans le Vakinankaratra	155
Figure 19 Carte des circuits de transaction des bovins	157
Figure 20 Répartition moyenne selon les sources du type d'élevage bovin pratiqué	159
Figure 21 Répartition des exploitations selon le nombre de bovin en fonction du périmètre	161
Figure 22 Evolution des quantités de lait commercialisées selon le type de collecte	163
Figure 23 Utilisation des revenus du lait dans le Vakinankaratra	163
Figure 24 Evolution annuelle des quantités de semences et boutures fourragères distribuées et vendues par FIFAMANOR	165
Figure 25 Evolution du nombre de charrue pour 100 personnes	167
Figure 26 Evolution du nombre de herbes pour 100 personnes	168
Figure 27 Evolution du nombre de charrettes pour 100 personnes	169
Figure 28 Nombre de boeufs dressés par exploitation	170
Figure 29 Carte de répartition des porcins dans le Vakinankaratra en 1962	171
Figure 30 Evolution dans l'espace et dans le temps du nombre de porcins par personne	173
Figure 31 Evolution du nombre de ménages élevant des porcins	174
Figure 32 Répartition des exploitations en fonction du nombre de porcs et de truies	172
Figure 33 Carte de répartition des ovins dans le Vakinankaratra en 1962	177
Figure 34 Répartition du cheptel ovin dans le Vakinankaratra en 1990	178
Figure 35 Evolution du nombre d'ovin dans le Vakinankaratra	179
Figure 36 Distribution des exploitations en fonction du revenu total	185
Figure 37 Sources de revenus monétaires des ménages ruraux (fmq constants) sur les Hautes Terres et dans le Moyen Ouest- comparaison 1962 - 1973	186
Figure 38 Répartition des revenus monétaires des ménages ruraux du centre 1962 1973	187
Figure 39 Distribution des exploitations en fonction de la part du riz et du paddy dans le revenu	186
Figure 40 Distribution des exploitations en fonction de la part des produits végétaux autres que le riz et le bois dans le revenu	188
Figure 41 Distribution des exploitations en fonction de la part des produits animaux dans le revenu	188
Figure 42 Distribution des exploitations en fonction des revenus "autres" (source RD PPI)	189
Figure 43 Répartition des revenus d'exploitation dans les enquêtes sur les 9 PPI du Vakinankaratra et du Nord Betsileo	190
Figure 44 Répartition des revenus agricoles: comparaison entre les 3 ppi d'altitude et les données du FOFIFA sur les PPI du Vakinankaratra et du Nord Betsileo	191
Figure 45 Part des dépenses pour l'agriculture et l'élevage par rapport aux recettes totales de l'exploitation	193
Figure 46 Postes annuels de recettes et de dépenses- moyenne annuelle / exploitation, / périmètre	194
Figure 47 Répartition des dépenses monétaires des ménages ruraux- comparaison 1962 et 1973	194

Figure 48 répartition des dépenses monétaires des ménages ruraux du centre de Madagascar-comparaison 1962-1973	195
Figure 49 Distribution des exploitations en fonction de la part du riz dans les dépenses	196
Figure 50 Distribution des exploitations en fonction de la part des produits animaux dans les dépenses	196
Figure 51 Distribution des exploitations en fonction de la part des salaires dans les dépenses	197
Figure 52 Comparaison des postes de dépense (en fmg/ha) en espèce, en nature et en intrants pour 3 types de systèmes de culture selon les périmètres	198
Figure 53 Comparaison des proportions de postes dépenses pour la riziculture sans contre-saison	199
Figure 54 Coût comparé des postes de dépense pour le riz sans contre saison selon les périmètres	200
Figure 55 Comparaison des postes de dépenses (fmg/ha) en espèces, en nature et en intrants- moyenne des 4 PPI du Vakinankaratra	200
Figure 56 Entrées et sorties mensuelles de l'exploitation SA3 en 1991 source RD PPI	202
Figure 57 Entrées et sorties mensuelles de l'exploitation SA1 en 1991 source RD PPI	203
Figure 58 Entrées et sorties mensuelles de l'exploitation MA1 en 1991 source RD PPI	204
Figure 59 Entrées et sorties mensuelles de l'exploitation AA2 en 1991 source RD PPI	205
Figure 60 Entrées et sorties mensuelles de l'exploitation MA2 en 1991 source RD PPI	206
Figure 61 Une typologie de fonctionnement	207
Figure 62 Répartition des ménages selon la position par rapport au crédit informel à Ambohidrano	210
Figure 63 Répartition des ménages selon la position par rapport au crédit institutionnel	211
Figure 64 Carte de localisation des agences de la BTM	212

#### Cinquième partie

Figure 1 Représentation synthétique des transferts de fertilité dans le paysage	216
Figure 2 Quelques questions pour la mise au point de systèmes avec couverture permanente du sol	227
Figure 3 Calendrier de fabrication et d'utilisation du fumier	233
Figure 4 Répartition du type de main-d'oeuvre pour la manipulation du fumier sur rizière	232
Figure 5 Répartition du type de transport pour le fumier sur rizière	235
Figure 6 Variation de la teneur en éléments minéraux dans l'analyse de fumiers milieu paysan	238
Figure 7 Comparaison entre les proportions de surface et les affectations de fumier	239
Figure 8 Répartition des surfaces en culture pluviale par Cirva	243
Figure 9 Dose moyenne de fumier selon les cultures (données ODR 1987-1988)	244
Figure 10 Proportion de parcelles ne recevant pas de fumier selon les cultures pluviales	245
Figure 11 Répartition des pépinières rizicoles selon la nature de la fumure organique apportée	246
Figure 12 Importance des différents types de fumure selon la parcelle de destination	248
Figure 13 Apport de fumier en fonction de la couleur du sol sur tanety	249
Figure 14 Valeur du fumier à Antsirabe en fonction de la quantité achetée	251
Figure 15 Dose de matière organique en fonction de la distance entre l'exploitation et la parcelle)	252
Figure 16 Pratiques de minéralisation de la matière organique et effets	253
Figure 17 Rendements moyens (paddy) selon les niveaux de N et P2O5	256
Figure 18 Réponse du riz (rendement paddy) à l'azote sur 78 sites des Hautes Terres	257
Figure 19 Réponse du riz au Phosphore sur 78 sites des Hautes Terres pendant 3 années	258
Figure 20 Réponse du maïs aux engrais sur les Hautes Terres 210 sites	259
Figure 21 Variation du prix du paddy sur le marché d'Ambohibary	263
Figure 22 Variation des prix de la pomme de terre sur le marché d'Ambohibary	264
Figure 23 Relation entre le prix du paddy et celui des engrais entre 1978 et 1992	266
Figure 24 Exemple de constitution du prix de l'engrais	269
Figure 25 Eléments étant intervenus dans la détermination du prix de l'engrais	271
Figure 26 Variations des prix de l'engrais, du paddy et du riz blanc à Ambohibary (1989-1993)	272
Figure 27 Variation des quantités de paddy et de riz commercialisées d'Ambohibary (89-93)	273
Figure 28 Variation mensuelle des quantités d'engrais vendues sur le marché d'Ambohibary	274
Figure 29 Réponse moyenne (kg/ha) aux niveaux d'azote pour 3 classes de sol	280
Figure 30 Réponse moyenne (kg/ha) aux niveaux de phosphore pour les 3 classes de sol	281
Figure 31 Utilisation annuelle d'engrais: consommation centre de Madagascar et importations	283
Figure 32 Evolution de la quantité d'engrais vendue dans le Vakinankaratra source GOPR ODR	284

Figure 33 Evolution de l'utilisation d'engrais. Comparaison Madagascar, Thaïlande, Vietnam .....	285
Figure 34 Proportion des pépinières recevant de l'engrais NPK, de l'urée, du fumier .....	290
Figure 35 Variation spatiale de l'application d'engrais et de fumier sur pépinière .....	291
Figure 36 Variation spatiale de l'application d'engrais et de fumier sur le riz .....	292
Figure 38 Utilisation de l'engrais en rizière selon les périmètres .....	294
Figure 39 Utilisation d'engrais sur tanety selon la culture et le périmètre en % des parcelles .....	295
Figure 40 Répartition des parcelles selon les doses d'engrais utilisées sur pépinière .....	296
Figure 41 Répartition des parcelles selon les doses d'engrais utilisées sur rizière .....	297
Figure 42 Distribution des exploitants n'utilisant pas l'engrais selon les raisons évoquées .....	298
Figure 43 Evolution des surfaces en blé et orge dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo .....	301
Figure 44 Variation du rendement du blé et de l'orge avec les mêmes apports théoriques d'intrants ...	306
Figure 45 Arrière effet des traitements apportés sur les cultures de contre-saison .....	308
Figure 46 Effet et arrière effet de la dolomie sur une rotation dans le Vakinankaratra .....	309
Figure 47 Effet et arrière effet du phosphore sur une rotation dans le Vakinankaratra. ....	310
Figure 48 Evolution de la part de la production locale dans le blé transformé .....	311
Figure 49 Evolution du prix du blé entrée usine: comparaison blé importé, production locale .....	312
Figure 50 Evolution des surfaces des principales cultures de contre saison à Manandona .....	314

## Glossaire des noms malgaches utilisés dans le texte

<b>Aloha</b>	<i>précoce, avant</i>
<b>Ambany</b>	<i>en bas</i>
<b>Ambony</b>	<i>en haut</i>
<b>Angady</b>	<i>bêche malgache à fer étroit et long manche lesté</i>
<b>Aoriana</b>	<i>après</i>
<b>Ariary</b>	<i>unité de compte = 5fmg</i>
<b>Aro riaka</b>	<i>fossé de protection</i>
<b>Atsanga</b>	<i>sable, matériaux grossiers</i>
<b>Baiboho</b>	<i>sol peu évolué d'apport</i>
<b>Be</b>	<i>grand, gros</i>
<b>Bozaka</b>	<i>Aristida sp. par extension, à l'origine graminée, herbe</i>
<b>Dahalo</b>	<i>bandit, voleur de boeufs</i>
<b>Dilatra</b>	<i>sable fin</i>
<b>Dina</b>	<i>Convention à l'intérieur d'une association ou d'un Fokonolona</i>
<b>Fady</b>	<i>tabou, interdit</i>
<b>Famadihana</b>	<i>cérémonie de retournement des morts</i>
<b>Fanampoana</b>	<i>corvée</i>
<b>Fanjakana</b>	<i>Etat, puissance publique</i>
<b>Faritany</b>	<i>anciennes provinces (depuis 1975) (6 pour l'ensemble de Madagascar)</i>
<b>Fasika</b>	<i>sable grossier</i>
<b>Firaisampokontany</b>	<i>regroupement de fokontany (anciens cantons)</i>
<b>Fivondronana</b>	<i>correspondent aux anciennes sous préfecture</i>
<b>Fokolona</b>	<i>population d'un endroit</i>
<b>Fokontany</b>	<i>cellule administrative de base</i>
<b>Fotsy</b>	<i>blanc</i>
<b>Haboka</b>	<i>bariolé</i>
<b>Hasina</b>	<i>autorité, pouvoir, vertu, force</i>
<b>Hoditra</b>	<i>cuir</i>
<b>Kely</b>	<i>petit</i>
<b>Kisoa</b>	<i>porc</i>
<b>Kojakoja</b>	<i>petites choses</i>
<b>Laim bary</b>	<i>matière végétale fauché avec le riz</i>
<b>Lavaka</b>	<i>trou, entaille d'érosion</i>
<b>Loha</b>	<i>tête</i>
<b>Madinika</b>	<i>petits éléments</i>
<b>Mainty</b>	<i>noir</i>
<b>Manga</b>	<i>bleu</i>
<b>Mangataka andro</b>	<i>solliciter une journée de travail</i>
<b>Mangatsiaka</b>	<i>froid</i>
<b>Manta</b>	<i>cru</i>
<b>Masaka</b>	<i>cuit</i>
<b>Maso</b>	<i>oeil</i>
<b>Mavo</b>	<i>jaune</i>
<b>Mena</b>	<i>rouge</i>
<b>Mondra</b>	<i>épuisé</i>

<b>Omby</b>	<i>boeuf, bovidé</i>
<b>Rambiazina</b>	<i>Helichrysum sp.</i>
<b>Ramilamina</b>	<i>Azolla</i>
<b>Rano</b>	<i>l'eau</i>
<b>Ranomena</b>	<i>eau rouge produit de distillation des os</i>
<b>Ray aman dreny</b>	<i>lit. le père et la mère, notable</i>
<b>Renitelo</b>	<i>trois mères (race bovine)</i>
<b>Resy</b>	<i>vaincu</i>
<b>Sakamaina</b>	<i>sol en bas de tanety</i>
<b>Saonjo</b>	<i>taro</i>
<b>Sarakantsaha</b>	<i>salariés agricoles</i>
<b>Sobika</b>	<i>panier</i>
<b>Solam pangady</b>	<i>terre acquise par défrichement</i>
<b>Sorokahitra</b>	<i>Aristida ramasé avec la terre</i>
<b>Taimbilona</b>	<i>reste de fourrage autour de la mangeoire</i>
<b>Taindaro</b>	<i>cendre à base de soude utilisée pour le savon</i>
<b>Taloha</b>	<i>avant, autrefois</i>
<b>Tanety</b>	<i>colline</i>
<b>Tanimbary</b>	<i>rizière</i>
<b>Tanindrazana</b>	<i>mot à mot terre des ancêtres - patrie</i>
<b>Tantara</b>	<i>histoire</i>
<b>Tany ketsa</b>	<i>pépinière rizicole</i>
<b>Tavy</b>	<i>culture sur brûlis après défriche d'une forêt</i>
<b>Tolaka</b>	<i>gros billons pour la culture de pomme de terre</i>
<b>Tsena</b>	<i>marché</i>
<b>Vary</b>	<i>riz</i>
<b>Vato</b>	<i>pierre</i>
<b>Vavy</b>	<i>femme</i>
<b>Vazaha</b>	<i>l'étranger européen</i>
<b>Visaka</b>	<i>fatigué</i>
<b>Voavahy</b>	<i>Dolichos lablab</i>
<b>Vody</b>	<i>arrière train</i>
<b>Vorontsilozza</b>	<i>dinde</i>
<b>Zezi pahitra</b>	<i>engrais de parc, fumier</i>
<b>Zezimbazaha</b>	<i>engrais minéral</i>
<b>Zezika</b>	<i>déjection</i>

## Index des Abréviations utilisées dans le texte

ACP	<i>Analyse en Composante Principale</i>
APS	<i>Avant Projet Sommaire de réhabilitation</i>
AUE	<i>Associations d'Usagers de l'Eau</i>
BCL	<i>Bureau Central Laitier</i>
BIRD	<i>Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement</i>
BTM	<i>Banky ny Tantsaha Mamokatra</i>
CCCA	<i>Caisse Centrale de Crédit Agricole</i>
CCCE	<i>Caisse Centrale de Coopération Economique devenue CFD</i>
CENRADERU	<i>Centre national de recherche agronomique pour le développement rural</i>
CFD	<i>Caisse Française de Développement</i>
CIRPA	<i>Circonscription de la Production Agricole</i>
CIRVA	<i>Circonscription de la Vulgarisation Agricole</i>
CNEARC	<i>Centre National d'Etude Agronomique des Régions Chaudes</i>
CREDIMA	<i>Crédit de Madagascar</i>
CS	<i>Contre saison</i>
ECODEV	<i>Ecologie et Développement (ONG Belge)</i>
EN3	<i>Ecole Normale Niveau 3</i>
FAO	<i>Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture</i>
FED	<i>Fond Européen pour le Développement</i>
FIFAMANOR	<i>Fiompiana Fambolena Malagasy Norveziana</i>
FFPN	<i>Frisonne Française Pie Noire</i>
FN1	<i>Fomba nohatsaraina méthode améliorée niveau 1</i>
FN2	<i>Fomba nohatsaraina méthode améliorée niveau 2</i>
FOB	<i>Free on board</i>
FOFIFA	<i>Foibem-pirenena momba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandroana ny ambani vohitra, recherche agronomique malgache</i>
FT	<i>Fomba tradisionaly</i>
FVP	<i>Fivondronampokontany (ex sous préfecture)</i>
Fmg	<i>franc malgache</i>
GCV	<i>Grenier Commun Villageois</i>
GERSAR	<i>Groupement d'Etudes et de Réalisations des Sociétés d'Aménagement Régional</i>
GOPR	<i>Groupement pour l'opération de productivité rizicole</i>
IFPRI	<i>International Food Policy Research Institute</i>
INA PG	<i>Institut National agronomique Paris Grignon</i>
INSEE	<i>Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques</i>
IRAM	<i>Institut des Recherches Agronomiques à Madagascar</i>
IRRI	<i>International Rice Research Institut</i>
IRSM	<i>Institut de Recherche Scientifique à Madagascar</i>
Kg	<i>Kilogramme</i>
KOBAMA	<i>Koba Makagasy (farine malgache)</i>
LISA	<i>Logiciel intégré de traitement statistique pour les systèmes agraires</i>
ODR 1	<i>Opération de Développement Rizicole (1983 1988)</i>
ODR 2	<i>Opération de Développement Rural (1989 1995)</i>
ONG	<i>Organisation Non Gouvernementale</i>
PEM	<i>Programme engrais malgache</i>

<b>PNUD</b>	<i>Programme des Nations Unies pour le Développement</i>
<b>PPI</b>	<i>Petit Périmètre Irrigué</i>
<b>Rova</b>	<i>Ronono Vakinankaratra association des producteurs de lait</i>
<b>SATEC</b>	<i>Société d'Aide Technique et de Coopération</i>
<b>SEDES</b>	<i>Société d'Etude et de Développement Economique et Social</i>
<b>SINPA</b>	<i>Société d'Intérêt National pour la Production Agricole</i>
<b>SMIC</b>	<i>Société Malgache d'Investissement et de Crédit</i>
<b>SMPL</b>	<i>Société Malgache des Produits Laitiers</i>
<b>SOGREAH</b>	<i>Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques</i>
<b>SOMEAH</b>	<i>Société Malgache d'Etudes et d'Applications Hydrauliques</i>
<b>TB</b>	<i>Tanimbary (rizière)</i>
<b>TK</b>	<i>Tany Ketsa (pépinière rizicole)</i>
<b>TY</b>	<i>Tanety (colline parcelle de culture pluviale)</i>
<b>US \$</b>	<i>dollar US</i>
<b>ZDR</b>	<i>Zone de Développement Rural</i>



# **Première partie**

## **Introduction**

Les Hautes Terres<sup>1</sup> de Madagascar ont intéressé depuis longtemps une gamme étendue d'acteurs visant le développement de cette région. Politiques, techniciens, scientifiques et commerçants ont cherché le levier qui permettrait à cette zone d'augmenter sa contribution à la production nationale et d'améliorer le niveau de vie des exploitants agricoles. Certains ne conservaient que l'image de ces riches terres volcaniques de la région Antsirabe Betafo et espéraient mettre au même niveau l'ensemble de la zone. D'autres se désolaient des faibles rendements de cette terre rouge "de la couleur et de la fertilité de la brique" et imaginaient les fortes productions que l'on pourrait obtenir si l'on parvenait à les mettre en valeur. L'augmentation de la production des cultures pluviales et irriguées devait alors passer par un "redressement de la fertilité" et par une "mise en valeur rationnelle"<sup>2</sup> utilisant le mieux possible toutes les ressources disponibles.

De nombreuses techniques ont été essayées et les politiques de développement se sont succédées sans que l'on puisse noter un décollage de la production. Au contraire, la satisfaction des besoins des exploitants agricoles a régressé dans de nombreux cas.

Responsable d'une équipe de recherche chargée de valoriser une amélioration de la maîtrise de l'eau résultant de la réhabilitation de périmètres irrigués<sup>3</sup>, la gestion de la fertilité était pour moi un thème fédérateur intéressant car capable de fédérer de multiples actions de recherche-développement.

Au demeurant, ce thème de travail ne venait pas contrarier une trajectoire professionnelle au cours de laquelle, en permanence, des sujets relatifs à la fertilité avaient été abordés.

Au Niger, tout d'abord, une étude bibliographique complétée par quelques expérimentations de terrain sur l'utilisation des phosphates naturels avait déclenché, chez moi, un intérêt pour la valorisation des ressources locales comme matière fertilisante.

Par la suite, l'étude des systèmes de production maraîchers dans le Gandiolais au Sénégal m'avait permis d'apprécier les complémentarités et les relations qui peuvent exister entre sous systèmes (cultures vivrières, cultures de rente, pêche, élevage, commerce) pour que l'exploitant atteigne ses objectifs.

Augmenter la production dans une zone surpeuplée du Rwanda, tel était le défi posé au Projet Kigali Nord. Le recours à des intrants exogènes semblait indispensable mais, d'après paysans

---

<sup>1</sup> Le relief contrasté, heurté, avec ses différents niveaux d'aplanissement, avec les manifestations volcaniques amène à préférer le terme de "Hautes Terres" qui définit mieux l'agencement orographique du centre de Madagascar que l'expression "Hauts Plateaux".

<sup>2</sup> L'expression "mise en valeur rationnelle" revient souvent dans les projets de développement comme si toute rationalité était absente du comportement des producteurs.

<sup>3</sup> Le projet de réhabilitation des petits périmètres irrigués recherche une amélioration de la maîtrise de l'eau (irrigation et drainage) pour permettre une augmentation de la production agricole des zones concernées et une augmentation du niveau de vie des exploitants. Ce projet travaille sur l'ensemble du territoire malgache. Commencé en 1985, financé par différents bailleurs de fond (Banque mondiale, Caisse Française pour le Développement -CFD-, Fond Européen pour le Développement FED, FAO...), ce projet est parti du constat de la détérioration rapide des infrastructures hydro-agricoles. Il vise la remise en état de ces infrastructures dans les périmètres dont les surfaces sont comprises entre 200 et 2500 hectares et cherche à remettre la gestion et l'entretien des périmètres à des associations d'usagers de l'eau qui sont constituées à l'occasion de la réhabilitation.

et techniciens, l'engrais ne faisait que durcir le sol ou apporter des mauvaises herbes. Il était clair que certaines expériences précédentes avaient été malheureuses. Avec le volet Recherche Développement, je dus, entre autres enquêtes et essais pendant les quatre premières années du projet, rechercher les possibilités d'intégrer la fumure minérale dans les systèmes de culture et dans les systèmes de production en prenant en compte la diversité des milieux, des pratiques et des cultures dans cette petite région de 320 km<sup>2</sup>.

Le changement d'échelle était violent en arrivant à Madagascar dans une zone de travail plus grande que le Rwanda. Le Vakinankaratra et le Nord Betsileo ont en effet une surface supérieure à 30 000 km<sup>2</sup> (\*) .

Dans des contextes différents, les questions posées à la recherche et aux organismes de développement concernaient toujours l'accroissement de la production en conservant ou en augmentant, si possible, l'aptitude à produire du milieu.

En effet, l'augmentation de la population sur ces Hautes Terres pose de façon cruciale des questions sur les possibilités d'augmenter quantité et valeurs de la production pour préserver des niveaux acceptables de consommation per capita et améliorer le niveau de vie des ménages. Plusieurs possibilités ont été envisagées pour répondre à ces questions:

- l'agrandissement du domaine cultivé en colonisant les marges occidentales,
- les investissements permettant une meilleure valorisation d'une main d'oeuvre de qualité,
- l'utilisation de productions mieux valorisées et mieux adaptées aux potentialités du milieu,
- une meilleure gestion des ressources disponibles eau, terre, fertilité et main d'oeuvre.

L'histoire des dernières décennies a montré les limites des projets de colonisation, de la politique d'investissements à outrance et l'attachement aux plantes cultivées traditionnellement.

Dans le cadre d'un projet de réhabilitation cherchant une amélioration de la maîtrise de l'eau, c'est l'aspect "meilleure gestion des ressources disponibles" qui est privilégié. L'étude de la gestion de la fertilité apparaît alors comme un complément important à la réhabilitation de périmètres irrigués pour augmenter la production de la zone.

**L'échelle à laquelle aborder la gestion de la fertilité se posait très rapidement.**

Fallait-il, comme certains physiologistes, se placer au niveau "partie de plante" et examiner les relations entre les racines et le milieu proche racinaire ?

Fallait-il raisonner en agro-pédologue, réaliser des collections de sol, croiser ces sols avec les différentes plantes cultivées et chercher de quoi tel type de plante a besoin dans telle ou telle condition. Les études sur la fertilité reposant uniquement sur des analyses de terre pour examiner l'évolution de telle ou telle caractéristiques physico-chimique sous l'effet d'itinéraires techniques donnés ne semblent pas bien adaptées. Sébillotte (1989) insiste sur

---

\* contre 26 000 pour le Rwanda.

*"l'inadéquation d'une démarche qui se cantonnerait aux seuls résultats d'analyse de sol, comme cela est souvent proposé, sous prétexte d'une plus grande objectivité. En dehors du fait que l'on ne saurait rien des origines de variations éventuelles, celles-ci ne peuvent être assimilées, a priori à des variations d'aptitudes culturales. D'une part il ne s'agit que d'une fraction des composantes de la fertilité, d'autre part, l'interprétation des valeurs d'analyse de sol, donc leur lecture en terme de fertilité, est loin d'être aussi aisée que l'on croit".*

Devait-on axer les efforts sur la parcelle cultivée: quelle fumure apporter à tel type de plante ou, en passant au système de culture, comment fertiliser telle succession culturale? Il apparaissait bien vite que de tels travaux avaient été conduits ou étaient en phase d'expérimentation et que le temps et les moyens nécessaires à ce type de recherche ne pourraient être mobilisés. Il a également été prouvé que la lenteur des transformations des caractéristiques agronomiques d'une parcelle nécessitait, pour les apprécier, des pas de temps d'observation très longs<sup>5</sup>.

De nombreuses données peu ou pas exploitées sur les pratiques paysannes de gestion de la fertilité, pouvaient être, en revanche, rassemblées. Un certain nombre d'observations complémentaires, assorties éventuellement de quelques expérimentations, pouvaient être effectuées pour enrichir la masse d'information déjà accumulée. Il était alors intéressant de se placer au niveau de l'exploitation agricole dans son milieu, considérant les interactions et complémentarités de l'ensemble des sous-systèmes en même temps que l'influence des paramètres extérieurs sur le système de production ainsi que sur chaque sous-système.

**L'intérêt de la géographie pour traiter le sujet parut évident.** Discipline habituée aux changements d'échelle et science de synthèse permettant d'associer à l'agronomie l'histoire, la sociologie et l'économie, la géographie proposait les outils adéquats<sup>6</sup>. Comment, en effet, concilier les points de vue de l'agronome et du paysan?

**L'agronome**, étudiant la production d'une plante dans un milieu, a observé une réponse aux engrais généralement intéressante sur les Hautes Terres. En effet, une proportion importante de sols présente de bonnes propriétés physiques mais de fortes carences minérales qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais minéraux ou organiques. La fertilisation a été une porte d'entrée privilégiée. Il a observé une grande variabilité des résultats en fonction des cultures et du milieu mais surtout de facteurs liés à la saison: climat, problèmes phytosanitaires, prix des produits et des intrants. La pratique habituelle est de ne pas prendre en compte des essais pour lesquels le coefficient de variation est trop élevé. Les essais (ou les parties d'essais) sur lesquels il y a eu inondation, sécheresse, attaque d'insectes ... sont éliminés pour pouvoir interpréter les résultats. Il a remarqué, sur les conseils de ses collègues économistes, que le bénéfice procuré par la fertilisation minérale n'est pas toujours évident. Il en a déduit le besoin de préciser dans quelles conditions de milieu ses résultats sont valables et d'ajuster ses doses aux besoins de la plante dans ce milieu pour ne pas gaspiller

---

<sup>5</sup> *de nombreuses années après une transformation des pratiques culturales, le poids du passé reste très souvent prédominant, bien qu'en interaction avec le présent, dans les situations que l'on étudie (Sébillone 1989).*

<sup>6</sup> *"Le géographe enregistre les acquis des disciplines qui traitent de ces différents aspects de la civilisation -ensemble des techniques par lesquelles les hommes assurent leur subsistance et organisent leurs rapports mutuels-; son rôle propre est d'éclairer les interdépendances des diverses techniques sur le paysage" (Gourou, 1973).*

d'éléments fertilisants et arriver ainsi à une rentabilité économique de la fertilisation. La tentation des engrais simples permettant de doser chaque élément en fonction des besoins est alors forte.

Le paysan recherche une production compatible avec ses moyens et ses objectifs. Comme l'agronome, il a observé une réponse généralement bonne aux engrais. Devant la variabilité des résultats, il choisit les cultures<sup>7</sup> et les milieux<sup>8</sup> sur lesquels il applique les intrants. Il réduit le risque

- en basant sa fertilisation sur la matière organique et sur la gestion de facteurs endogènes;
- en appliquant des doses réduites d'engrais pour limiter les pertes en cas d'échec, et en l'utilisant sur des cultures pour lesquelles il peut avoir du crédit.

Les dosages sont de toute façon grossiers étant donné que ni lui, ni le vulgarisateur qui l'encadre ne maîtrise ni la règle de trois, ni les différentes formulations d'engrais. Il constate les difficultés d'approvisionnement en intrant par absence physique dans les magasins les plus proches au moment où il en a besoin et par manque d'argent pour l'acheter si l'engrais est présent.

Le géographe ruraliste, en étudiant le paysan qui produit dans son milieu, constate, avec l'agronome, l'intérêt des engrais et la variabilité des résultats et des techniques. Il appréhende aussi la variété des milieux, des comportements et les adaptations comportements - milieux.

Des changements d'échelle doivent donc être tentés pour passer de la parcelle au système de culture puis au système de production et au paysage. Peu d'études ont été consacrées à la relation des hommes à leur espace<sup>9</sup> pour gérer la fertilité:

- relation à un espace physique fait de rizières, de collines et de forêts;
- relation à un espace économique dans lequel interviennent prix et disponibilités des produits et des intrants;
- relation à un espace social construit par l'histoire, l'évolution des rapports et des règles de ces rapports. (cf figure 1 étude de l'exploitation dans son milieu).

La suite de géographes renommés ayant eu les Hautes Terres comme terrain de travail représente cependant un atout et un handicap: un atout parce que de bonnes études permettent d'acquérir rapidement une compréhension du contexte, un handicap à cause d'une succession difficile à assumer.

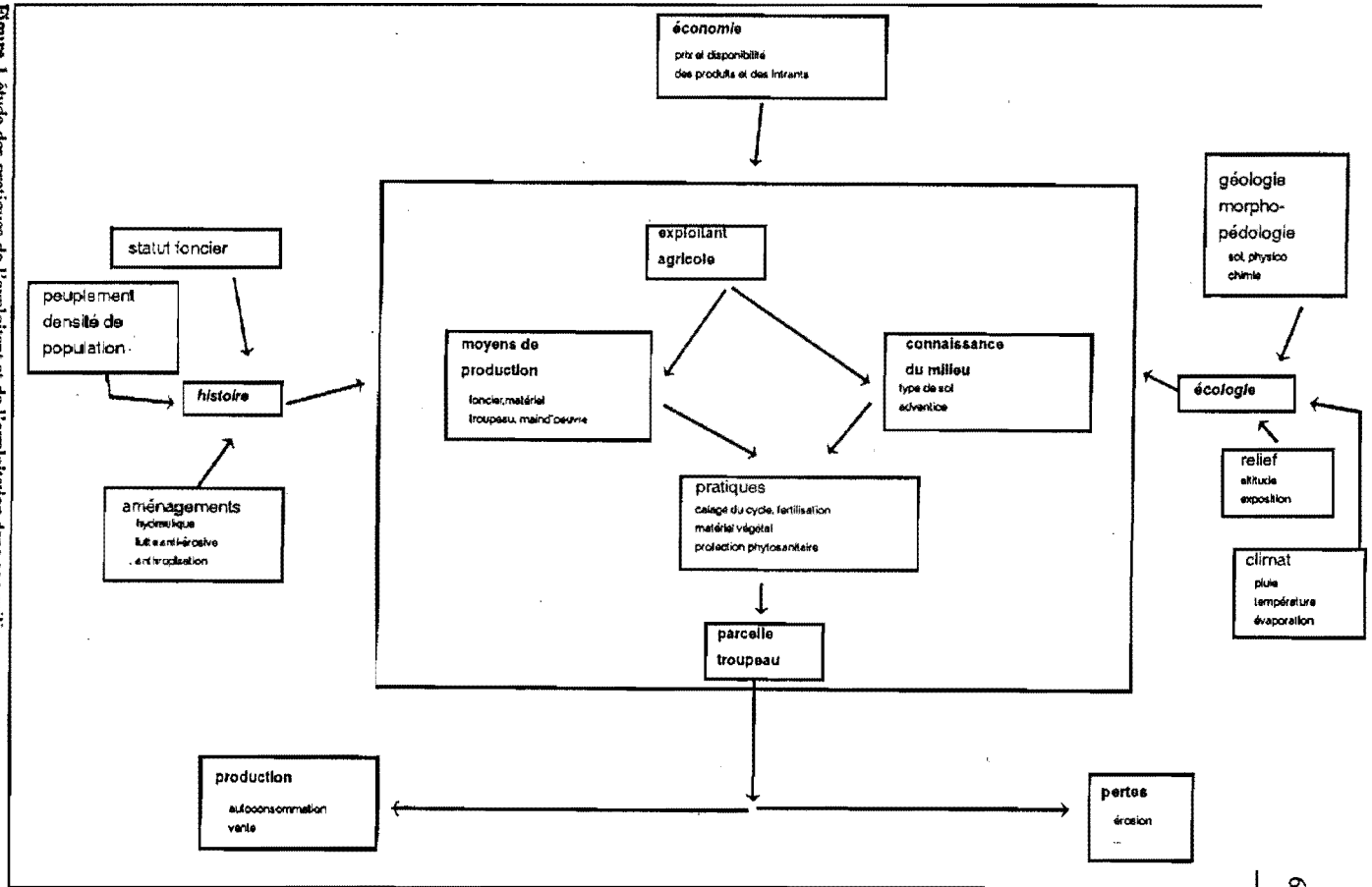
---

<sup>7</sup> les plus sensibles ou les plus rémunératrices.

<sup>8</sup> milieux qu'il sait bien différencier, les apports se font en général sur les milieux les mieux maîtrisés par rapport à l'eau ou au vol.

<sup>9</sup> Marchal (1991) définit la tradition dans les niveaux de perception de la façon suivante: "aux agronomes, les parcelles, aux économistes les exploitations agricoles, aux géographes, les espaces de dimension supérieure".

Figure 1 étude des pratiques de l'exploitant et de l'exploitation dans son milieu



## Carte n°1 Madagascar: situation du Vakinankaratra et du Nord Betsileo

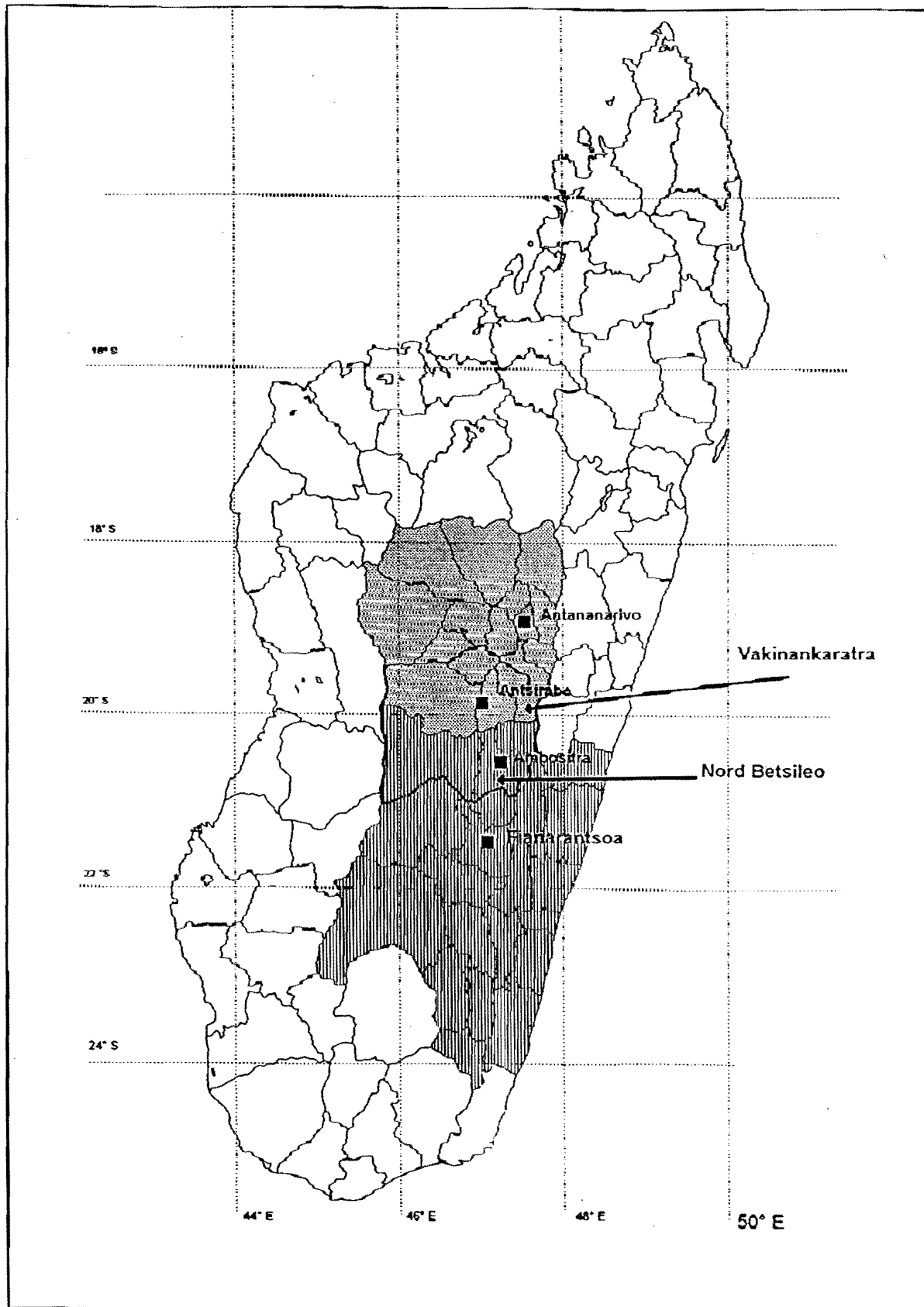
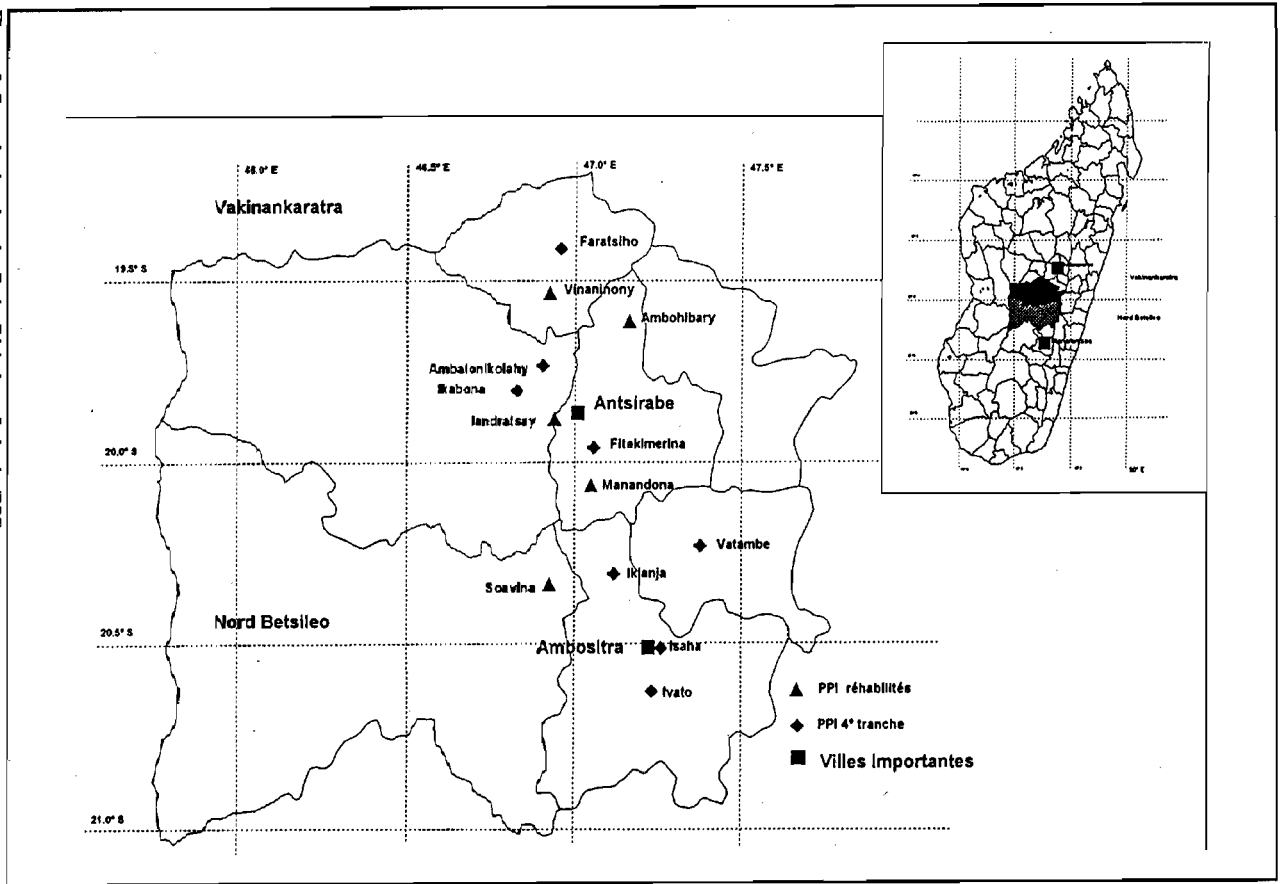


Figure 2 Carte de localisation des régions étudiées

Figure 3 Carte de situation des Petits Périmètres Irrigués (PPI)





Le choix de la zone d'étude<sup>10</sup> était imposé par le projet: la réhabilitation portait sur les Petits Périmètres Irrigués (PPI) du Vakinankaratra et du Nord Betsileo (circonscription d'Antsirabe et d'Ambositra), à cheval sur les deux faritany<sup>11</sup> d'Antananarivo et Fianarantsoa (cf carte n°1). Les cinq premiers périmètres<sup>12</sup> étaient réhabilités pendant la phase 1987-1992. Neuf autres périmètres<sup>13</sup> étaient à l'étude pendant cette période (cf carte n°2). S'il convient d'apporter une attention particulière à ces "petits"<sup>14</sup> périmètres, ils ne peuvent cependant être isolés de la région dans laquelle ils se trouvent. En effet les exploitations situées dans un périmètre ne diffèrent pas des exploitations situées en dehors, possédant en commun le contexte historique, physique et économique (Rollin, Randrianjafinimaro, 1990). La précision supplémentaire acquise sur les PPI permet de mieux comprendre l'ensemble des exploitations et apporte une validité plus importante aux résultats. Selon les sources d'information, les données pourront être exprimées au niveau périmètre ou région mais présenteront généralement une validité plus globale.

Les régions du Vakinankaratra et du Nord Betsileo sont particulièrement intéressantes à étudier à cause de leur diversité et par le fait que le chercheur dispose pour elles de données assez bien réparties dans l'espace comme dans le temps.

Dans un espace très contrasté du point de vue physique comme du point de vue humain, l'intérêt de la diversité est manifeste entraînant des modes de gestion de la fertilité très différents. Pourtant chercheurs et développeurs cherchent d'ordinaire à réduire cette diversité pour élaborer des modèles de fonctionnement ou de représentation souvent extrêmement simplificateurs par rapport au réel de l'acteur paysan<sup>15</sup>.

Etudiant l'évolution des sociétés pastorales, Vissac (1993) prévient des risques de l'incompréhension de la diversité: "*On découvre aussi que la planète est riche d'une extrême diversité de situations, dont l'incompréhension par les chercheurs et les politiques se traduit par des politiques erronées, qui engendrent des conséquences néfastes et parfois tragiques, comme les multiples conflits dont s'accompagne partout dans le monde la lente agonie des sociétés pastorales.*"

Cette diversité n'était pas suffisamment prise en compte pendant les années 1960 où les expérimentations réalisées au niveau du système de culture cherchaient les moyens d'amortir les investissements fertilité de la fumure de redressement sur les tanety. Ces expérimentations

<sup>10</sup> La région étudiée se trouve entre les latitudes 19°12' et 21°04' sud, les longitudes 45°43' et 47°51'est.

<sup>11</sup> les faritany correspondent aux anciennes provinces de la colonie et de la Première République Malgache. Madagascar compte six faritany: Antananarivo, Antsirana, Fianarantsoa, Mahajanga, Toamasina et Toliara.

<sup>12</sup> Vinaninony, Ambohibary, Iandratsay, Manandona pour le Vakinankaratra et Soavina pour le Nord Betsileo.

<sup>13</sup> Ambatonikolahy, Ikabona, Fitakimerina, Onive, Faratsiho dans le Vakinankaratra, Ivato, Ikianja, Vatambe, Isaha dans le Nord Betsileo.

<sup>14</sup> la surface irriguée dépasse fréquemment 1000 hectares.

<sup>15</sup> Le mot de paysan a parfois une connotation péjorative dans le langage courant. Il ne saurait en être ainsi dans ce travail, la mise en valeur du paysage entraînant plutôt un aspect admiratif. Les termes d'agriculteurs ou de cultivateurs conviennent mal tant est grande l'intégration du travail des champs avec les autres activités de l'exploitation (élevage, artisanat, autres activités).

correspondent à une approche, classique pour les milieux homogènes, aboutissant à des conseils de fumure. Cette approche utilise un croisement "milieu - système de culture" difficile à réaliser sur les Hautes Terres malgaches tant sont nombreux les milieux et les systèmes de culture. En imaginant qu'il soit possible de traiter les principales combinaisons "milieu - système de culture", cette approche se montre bien souvent insuffisante parce qu'elle n'inclut pas d'autres sources de diversité liées à l'histoire, au fonctionnement des systèmes de production et à la place dans l'environnement physique, économique et social.

Ces régions présentent également des éléments permettant des comparaisons diachroniques. De l'"histoire des rois" (Tantara ny Andriana) malgaches aux enquêtes récentes en passant par les chroniques des explorateurs et les archives coloniales sans oublier les traditions conservées, les informations sont nombreuses. Andrianampoinimerina (1794-1810) exhortait les paysans à fertiliser leurs rizières avec du fumier. Emilien Prudhomme<sup>16</sup> mettait en garde les colons sur la très grande diversité des terrains de Madagascar et sur la difficulté de mettre en valeur les tanety. Les expérimentations se sont succédées depuis la création de la station de Nanisana sous l'influence de Gallieni. Les chercheurs ont cru pendant un moment pouvoir résoudre toutes les questions de fertilité et de fertilisation par des expérimentations en pot (méthode Chaminade) où l'on cherchait à répondre exactement aux besoins de la plante dans un sol donné pour un rendement donné. Les expérimentations au niveau de la parcelle ont été réalisées dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et particulièrement depuis Bonnefoy (1934).

Beaucoup de ces données sont sous utilisées, servant, pour les enquêtes récentes à bâtir ou évaluer des projets de développement, pour les informations plus anciennes à décrire l'histoire alors qu'elles peuvent également appuyer des travaux de recherche en mettant la situation actuelle dans une perspective historique et qu'un risque important de perte définitive d'information existe. L'histoire apporte un éclairage qui est souvent nécessaire à la compréhension des phénomènes.

### **Un parti pris: se placer aux côtés du producteur**

Lorsque le chercheur-technicien se place délibérément aux côtés du producteur, cela permet d'établir des relations entre l'exploitant agricole et toute la sphère de conseillers et de décideurs qui l'entoure. Il s'agit pour la recherche de contribuer à la construction de la demande sociale, de donner toute leur place aux acteurs et de replacer toute connaissance produite dans le réel comme le préconise Sébillotte (1993) dans ses propositions pour l'avenir de la recherche agronomique française. Pour cela, les pratiques paysannes doivent être comprises, valorisées et le champ du possible doit être exploré.

La diversité des conditions du milieu entraîne une grande variabilité dans la situation des unités de production. Les exploitations utiliseront des pratiques différentes en fonction du système de contrainte déterminé par leur situation (figure 4). Les pratiques constituent souvent un optimum pour répondre aux stratégies des acteurs dans un système de contraintes.

---

<sup>16</sup> Chef du service de l'agriculture à Madagascar à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il écrivit de nombreux articles dans la Revue des Cultures Coloniales, l'Agriculture Pratique des Pays Chauds (revue du jardin colonial). Il devait par la suite jouer un rôle très important dans la recherche et l'enseignement agronomique sur les zones tropicales.

Variabilité des conditions

Variabilité des situations

Variabilité des choix

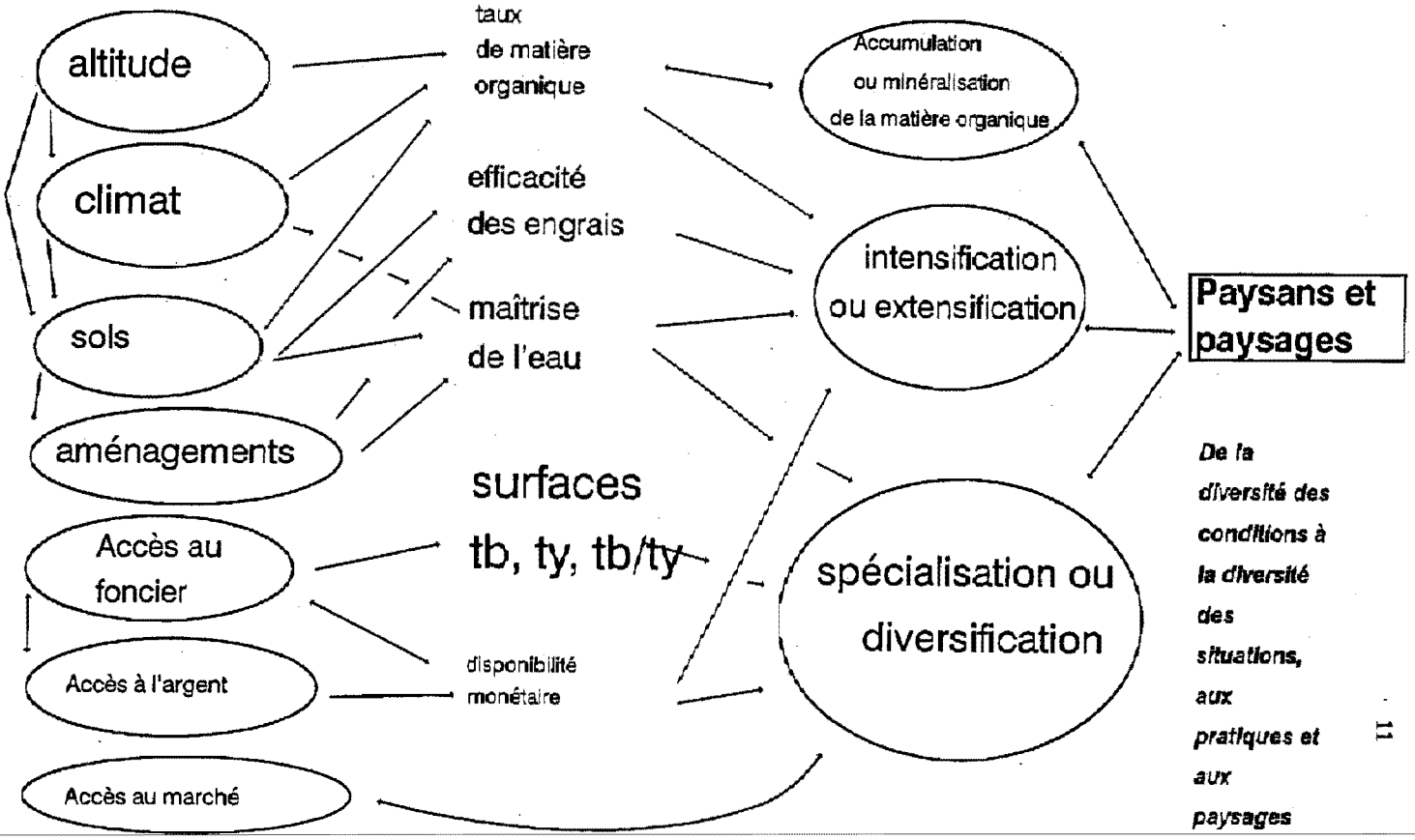


Figure 4 De la diversité des conditions à la diversité des situations, aux pratiques et aux paysages.

Après avoir compris les mécanismes de fonctionnement de ces systèmes de contrainte et hiérarchisé leur importance, les propositions de développement devront donc résulter d'une exploration du champ du possible en mettant en place des mesures qui lèveront les principales contraintes.

### Les modèles d'exploitation et modèles de développement

En face de la diversité des situations, la tendance est souvent de modéliser quelques grands types de fonctionnement et de comportement ce qui augmente les capacités d'analyse mais fait perdre une partie de la richesse des initiatives individuelles. Ce travail choisit d'insister d'avantage sur l'adaptation des pratiques individuelles à la diversité que sur la réduction en grands types.

Les modèles de développement utilisés jusqu'à présent prennent peu en compte cette adaptation à la diversité et les interactions découlant de cette adaptation. Le scientifique (agronome, pédologue, économiste,...) et le paysan prennent en compte de façon aussi fine la diversité mais présentent, la plupart du temps, des comportements différents: le scientifique décrit finement les conditions (sol, climat, caractéristiques de la période étudiée) et ne retient que ce qui correspond aux événements les plus probables; le paysan utilise de façon différenciée la diversité de son espace en fonction de ses moyens, de ses contraintes et de ses objectifs en ayant pour but une minimisation des risques. Obstacle à la planification, la diversité gêne le développeur qui voudrait utiliser les résultats du scientifique pour apporter une aide à la décision du paysan. Un tableau à entrée simple avec trois ou quatre modalités bien différenciées lui convient bien. Le scientifique et le paysan utilisent des tableaux à "n" entrées comportant chacune "m" modalités qui, souvent, ne se correspondent ni du point de vue du nombre ni du point de vue des limites.

Le développeur, se rendant compte qu'il ne peut tout intégrer, intervient alors avec des modèles simples en espérant jouer sur l'élément moteur qui permettra d'engager une spirale d'augmentation de la production.

Ces modèles ont évolué au cours du XX<sup>e</sup> siècle pour les Hautes Terres malgaches. Depuis Müntz et Rousseaux<sup>17</sup>, on considère qu'il est possible d'augmenter la productivité par l'emploi des engrais et amendements. Depuis 1923<sup>18</sup>, le crédit agricole est considéré comme une solution. L'amélioration des infrastructures hydro-agricoles a également servi depuis le début du siècle de base pour certains modèles<sup>19</sup>. Selon que l'on est agronome, économiste ou ingénieur du génie rural, les progrès à faire en fertilisation minérale, crédit agricole ou infrastructure hydro-agricole semblaient suffisants pour permettre un développement.

<sup>17</sup> Müntz et Rousseaux (1901) : "Les analyses ayant montré quels sont les éléments qui manquent aux terres, examinons la possibilité d'améliorer celles-ci par des engrais et des amendements".

<sup>18</sup> Adam J. (1931) : "il appartiendra (au service de l'Agriculture) d'assurer l'application des mesures qui seront prises pour faire pénétrer les bienfaits du crédit agricole au sein des populations rurales... Les associations d'agriculteurs indigènes créées depuis 1923 dans la province de Tananarive et auxquelles les cultivateurs de cette province ont fait un très grand accueil, tracent la voie à suivre dans les autres parties de la colonie. Elles ont beaucoup contribué à assurer le succès de l'amélioration de la production de riz autour de la capitale".

<sup>19</sup> Les cultivateurs des Hauts Plateaux désirent ne plus être à la merci des écluses célestes qui s'ouvrent tantôt trop tôt, tantôt pas assez, rarement selon les besoins réels des plantes et des hommes (Carle, 1909).

Les modèles basés sur l'augmentation de la production rizicole reviennent périodiquement. C'était la base du GOPR<sup>20</sup> pendant les années 1960, comme de la première phase de l'ODR<sup>21</sup> au début des années 1980. Ramamonjisoa (1985) décrit la "bataille" du riz engagée par le gouvernement malgache dans tous les domaines<sup>22</sup>. Un nouveau modèle est apparu, il y a peu de temps, avec le Système de Riziculture Intensive (SRI).

Reposant sur une amélioration de l'hydraulique, du crédit, de l'utilisation des engrais, sur l'augmentation des soins apportés à la rizière ou sur une combinaison de ces propositions, ces modèles négligent le fait que le riz ne constitue pas toute l'exploitation et qu'une augmentation de la production de riz se traduira bien souvent par une légère augmentation de la consommation (Raison, 1973) mais pas par une amélioration significative et durable du niveau de vie des ménages exploitants. Cette constatation n'enlève rien à la primeur du riz dans les préoccupations des paysans et à l'intérêt de cette culture comme porte d'entrée pour l'agent de développement dans les exploitations.

Chaque réflexion sur la pratique du développement rizicole pour la région a entraîné une évolution vers une prise en compte, parfois tardive, des autres composantes de l'exploitation: le GOPR au début des années 1970<sup>23</sup> (Pélissier, 1976), l'ODR à la fin des années 1980 passant avec le même sigle de l'Opération de Développement Rizicole à l'Opération de Développement Rural.

Le but de ce travail consiste en un examen des alternatives permettant à ces populations d'améliorer leur niveau de vie grâce à des augmentations de production autorisées par des modifications dans la gestion de la fertilité.

Après une partie dans laquelle les principaux concepts et méthodes utilisés sont décrits, la diversité des conditions est analysée: paysages dans lesquels l'altitude intervient, climat sols hydrologie ayant entraîné une prise de possession, un aménagement et une mise en valeur du territoire très variée.

Dans la partie suivante, l'homogénéité et la diversité des systèmes de culture, d'élevage et de financement des exploitations sont abordées.

La dernière partie s'intéresse aux pratiques. Il est fait l'hypothèse d'une correspondance entre diversité des pratiques et diversité des exploitations dans un contexte physique et social variable et un contexte économique présentant à la fois des phénomènes généraux et des adaptations aux conditions du milieu.

---

<sup>20</sup> Groupement pour l'Opération de Productivité Rizicole .

<sup>21</sup> Opération de Développement Rizicole .

<sup>22</sup> technique, psycho-social, collecte et commercialisation, gestion des disponibilités grâce à une réduction des pertes de la récolte au stockage, une augmentation du rendement par les techniques culturales, l'entretien de réseaux hydro-agricoles et l'extension des superficies cultivées.

<sup>23</sup> un des modèles dominant était basé sur la fertilisation minérale subventionnée sur le riz permettant de produire avec la paille de riz du fumier indispensable à la mise en valeur des tanety (Gillain, 1984 - Le Bourdieu, 1974).

**Deuxième partie**  
**LE MATÉRIEL D'ÉTUDE**

## 21. DÉFINITION DES CONCEPTS

Il est utile, avant d'aborder le sujet, de définir les concepts qui le sous-tendent.

Cette étude sur la gestion de la fertilité voudrait se situer dans la trajectoire de ceux qui essaient de comprendre les difficultés de transformation et d'évolution du monde rural.

Beaucoup de solutions, mises au point en station expérimentales, ont connu de grandes difficultés pour être adoptées. Beaucoup de solutions n'ont même jamais été acceptées. La recherche des causes de refus de ces changements a conduit des chercheurs de nombreuses disciplines (agronomes, géographes, sociologues, économistes, ethnologues, psychologues...) à définir les concepts et les outils d'analyse du milieu qui permettent d'en avoir une meilleure compréhension.

Ces concepts ainsi que leur définition évoluent plus rapidement depuis quelques années. Il est important d'apporter quelques éléments de la caractérisation actuelle de ces notions de gestion, de fertilité mais aussi de risque, d'exploitation agricole ou de pratique paysanne ainsi que de l'acception dans laquelle ils sont utilisés dans ce travail.

### 211. LA GESTION EST ELLE UN CONCEPT CONNU DES PAYSANS DES HAUTES TERRES MALGACHES

Il semble important, avant d'étudier la gestion de la fertilité de bien définir ce concept de gestion et d'examiner les correspondances existant entre

- cet *"art de prendre des décisions concernant l'activité d'une entreprise"* (Larousse agricole, 1981), intimement liée à la notion d'économie de marché, d'une part
- et, d'autre part, les mécanismes de prise de décision de l'agriculteur malgache des Hautes Terres qui nous déroutent parfois.

Trois éléments semblent à prendre en compte:

- la finalité de la prise de décision ou objectif,
- la perception du temps par l'exploitant,
- les mécanismes de prise de décision: *"le concept de gestion apparaît tout d'abord lié à celui de décision"* (Brossier 1989)

### LES OBJECTIFS DU PAYSAN

En opposant les objectifs à la situation (ensemble des contraintes), Deffontaines et Petit (1985) les définissent de la façon suivante: *"les objectifs sont au contraire tournés vers l'avenir. Ils reflètent la nature hiérarchique de toute décision d'agir. Toute action (semer telle parcelle aujourd'hui, acheter tel engrais...) peut être considérée comme le résultat d'une décision globale, plus ou moins bien élaborée"*.

Lorsque le technicien examine les objectifs de l'agriculteur malgache, deux excès antagonistes sont fréquemment évoqués: le premier consiste en une transposition simple d'une conception occidentale de la gestion dans laquelle profits et coûts d'opportunité sont déterminants (comme dans les exploitations de pointe avec conseil de gestion), le deuxième

en une réduction de l'agriculteur au "bon sauvage" qui n'a besoin de rien pour se développer tout simplement parce qu'il n'a pas besoin de développement.

La réalité se trouve entre ces deux extrêmes: une étude sur le concept de développement dans le contexte socio-culturel malgache montre que les objectifs de l'agriculteur recouvrent la résolution des problèmes quotidiens d'alimentation, de bien être et d'environnement, la transmission d'outils et de valeur, la réalisation d'un certain nombre d'obligations sociales (Disaine et Laha, 1992).

Si le profit n'est pas un facteur primordial, il n'est pas complètement étranger aux décisions qui sont prises par les paysans.

### LA CONCEPTION DU TEMPS:

La notion de décision pour un objectif nécessite de connaître la relation entre celui qui prend la décision et le futur, donc sa conception du temps.

Dahl (1992) étudiant la façon de penser et de parler du temps chez les malgaches des Hautes Terres explique épistémologiquement les difficultés de planification par le fait que *le futur vient de derrière*: "ce qui a eu lieu dans le passé est exprimé par les mots taloha ou teo aloha (avant, devant) tandis que les événements à venir sont désignés par aoriana, any aoriana (après, derrière) any afara (dernier)"<sup>24</sup>.

Ceci s'explique bien si l'on considère que "ce qui a déjà eu lieu et les expériences de nos ancêtres sont devant nos yeux (teo alohan' ny maso), alors que le futur est complètement inconnu, il est derrière (any aoriana)... C'est le temps qui vient derrière et qui dépasse l'observateur"<sup>25</sup>.

Une des caractérisations possibles des civilisations est la proportion que peuvent prendre les trois types de conception du temps: linéaire qui permet la programmation, cyclique formé par l'expérience des jours, des saisons, des années, événementiel quand seul l'événement peut être marqueur de temps.

Chez le malgache comme chez beaucoup d'africains, la conception du temps événementiel et du temps cyclique est prédominante sur la conception linéaire, le temps n'étant pas considéré comme une ressource rare et n'ayant donc pas besoin d'être compté.

Prise de façon stricte, cette conception du temps entraînerait une négation de l'idée de gestion. Le temps cyclique, orienté vers le passé intègre le futur uniquement comme une répétition de ce passé. "Quand les fermiers conservent les semences pour la saison suivante, ils suivent le rythme et les techniques héritées des ancêtres afin d'assurer la saison

<sup>24</sup> cf également Bloch, cité par Raison, 1984 p 87: "l'existence du passé dans le présent est infiniment plus réelle en Imerina qu'en aucun autre endroit que je connaisse".

<sup>25</sup> retrouvé également dans l'expression de souhait de bonne année arahaba fa irairy ny taona: félicitations pour avoir été attrapé par la nouvelle année.



*prochaine. C'est une répétition de ce qui a été fait auparavant, une imitation du passé. Ce n'est pas une planification du futur" (Dahl 1992).*

La tendance à rendre universelle une conception occidentale du temps engendre des conflits quand les différentes conceptions du temps se rencontrent. Le temps est-il pour autant absent des préoccupations des paysans malgaches?

A certaines périodes le temps devient une ressource rare et doit être compté. Ainsi le sarclage et surtout le repiquage, période de pointe dans le calendrier cultural, déterminent des unités (homme-jour ou femme jour - "vavy"<sup>26</sup>- servant à relier une surface à une unité de temps). La fréquentation plus ou moins importante d'européens (vazaha malaky - l'étranger pressé) a également entraîné une évolution de cette conception.

### LES MECANISMES DE PRISE DE DECISION

Dans cette gestion "*art de prendre des décisions*" les mécanismes de prise de décision doivent aussi être examinés:

Quels sont les facteurs déterminant une décision plutôt qu'une autre?

Vais je apporter de l'urée sur cette parcelle?

Puis-je attendre l'année prochaine pour épandre de la terre de tanety sur telle autre?

Par rapport aux exploitations occidentales pour lesquelles le coût d'opportunité (incluant charges, prix de vente et subvention) sera déterminant<sup>27</sup>, il semble possible d'affirmer que pour les exploitations malgaches, les paramètres environnementaux auront plus de poids.

En effet, certaines conditions sont remplies en Europe alors que ce n'est pas systématiquement le cas dans les pays en voie de développement:

- du point de vue approvisionnement, le produit est-il disponible? A quelle distance?
- l'utilisateur est-il informé de la disponibilité du produit, de son effet, de ses domaines de recommandation, de ses modalités d'utilisation, des avantages et inconvénients?
- que vont penser les ancêtres<sup>28</sup> et les voisins si je prends une décision non conforme à la tradition?
- les risques parasitaires, économiques mais aussi climatiques sont plus élevés.

Ces problèmes environnementaux paraissent sur-déterminants au point de poser à nouveau la question: y-a-t'il gestion au sens "alternative de décision"? Le système est-il piloté ou bien subi?

<sup>26</sup> Pour estimer la taille d'une parcelle de rizière, la méthode la plus simple est de demander combien il faut de femmes pour la repiquer: "ketsana firv vavy ?", la parcelle étant généralement repiquée dans la journée.

<sup>27</sup> on prend la décision de produire quand les coûts liés à cette décision sont inférieurs aux recettes attendues.

<sup>28</sup> Dans la société traditionnelle, les anciens font autorité et leur pouvoir (Hasina) peut être encore plus important après leur mort, raison des dévotions offrandes ou famadihana (cérémonies rituelles d'exhumation et de retournement des morts). La fertilité du sol même peut être influencée par les ancêtres.

Conception du temps et prédominance des paramètres environnementaux, peut on encore parler de gestion?

Il semble possible de répondre par l'affirmative pour les raisons suivantes:

- la rationalité économique<sup>29</sup> est souvent présente dans les raisonnements,
- les paysans malgaches comme tout entrepreneur "choisissent et gèrent les facteurs et les techniques pour produire des biens et des services: ils prennent des décisions techniques et économiques." (Brossier et al. 1990)

La diversité des pratiques, des combinaisons de pratiques, des résultats observés indique bien que des choix entre plusieurs alternatives sont souvent possibles.

Les règles développées par Brossier et al. (1990) dans la théorie de la gestion de l'exploitation agricole sont valables:

- " - *ce n'est pas un individu isolé qui prend les décisions*
- *le critère de décision n'est pas l'optimisation mais l'obtention d'une solution satisfaisante ou acceptable,*
- *il n'y a pas un objectif mais des objectifs quelque peu conflictuels,*
- *l'entreprise a des relations avec l'environnement, ce qui lui donne des atouts et lui impose des contraintes supplémentaires, ces rapports ne sont pas figés,*
- *les organisations ont leurs propres normes (de contrôle, de choix, etc...) qui se modifient".*

<sup>29</sup> Autour du terme "rationalité économique", à première vue, d'autres mots se pressent attirés les uns par les autres dans un champ sémantique commun: efficacité, efficience, rendement, rentabilité, productivité, minimisation des coûts, profit maximum, satisfaction maximale, décision optimale, choix, calcul, gestion et organisation du travail de l'entreprise, de la branche, de l'économie nationale, développement, croissance, équilibre, progrès répartition justice etc... Godelier 1983.

## 212 LA FERTILITÉ EST ELLE UNE NOTION BIEN DÉFINIE PAR LES AGRONOMES?

### EVOLUTION DE LA CONCEPTION:

Godard et Sébillotte (1982) ont analysé historiquement cette notion de fertilité chez les agronomes français. Chez Olivier de Serres au début du 17<sup>e</sup> siècle, *"la notion de fertilité pour déterminante qu'elle soit, n'est pas bien définie; on ne sait pas donner de critères pour la reconnaître ni de règles précises pour l'améliorer et l'entretenir"*. Abondance, facilité et faibles coûts des production sont les caractères principaux d'une terre fertile. Fumures, amendements et rotations font partie des techniques culturales codifiées. La fertilité est alors *"un enjeu entre le fermier et le propriétaire (...) et pose à la fois la question du partage des variations de valeur du fonds et celle des modalités de sa conservation"*. (Sébillotte 1989)

Dans la deuxième moitié du 18<sup>e</sup> siècle, *"c'est la méthode de culture (...) qui détermine le produit plus que les qualités de la terre"*. Les interrogations sur les raisons des pratiques culturales (fertilisation, jachère, rotation) ne trouvent pas facilement de réponse.

*"Au 19<sup>e</sup> siècle et au début du 20<sup>e</sup>, les efforts de caractérisation des terres, de classification et de détermination de leur valeur connaissent un nouvel essor"*. Gasparin décrit sa *"terre parfaite"* par rapport à l'alimentation en eau et en éléments de nutrition, au climat et à un faible coût des cultures. D'Olivier de Serres à Gasparin, la valeur vénale d'une terre, indexée sur sa fertilité, peut servir d'indicateur.

Perçue conjointement comme un jugement synthétique sur les situations culturales et comme une grandeur mal définie susceptible d'augmenter et de diminuer, il est difficile de définir une valeur absolue de la fertilité.

*"Ce concept est familier"* écrit Piéri (1990) *"ce qui ne veut pas dire pour autant que l'on sache bien de quoi on parle et, a fortiori, comment on peut mesurer un état ou une évolution de fertilité"*.

Sébillotte (1989) affirme que *"cette notion de fertilité est floue, appartenant plus à la langue courante qu'à la langue savante, (...) et qu'il est possible de le remplacer par celui d'aptitude culturelle d'un milieu, c'est à dire le jugement global porté sur le triple point de vue: des potentialités, des coûts qu'entraînerait l'extériorisation des potentialités... (la notion de fertilité doit toujours être associée à celle de coût)... des risques qui seront estimés à travers l'analyse de la souplesse et de la sécurité dans le choix et la mise en oeuvre des systèmes de culture"*.

### FERTILITÉ DU SOL OU FERTILITÉ DU MILIEU?

L'agronome moderne pour Sébillotte (1982) *"ne parle pas de fertilité du sol mais de fertilité du milieu: on ne peut dissocier dans le fonctionnement et la conduite du peuplement végétal, le climat, du sol et des terres"*.

Dans des cas extrêmes, l'essentiel de l'aptitude à produire peut être plus ou moins indépendant du sol. Ainsi dans les "niayes" du Sénégal (petites dépressions interdunaires en bordure de mer), la fertilité est plus liée au climat à travers les alizés qui rafraichissent les températures sur une mince bande côtière qu'à un potentiel physico-chimique du sol (Rollin, 1983).

Pour le Larousse agricole (1981), "pour un sol, dans un climat donné, la fertilité représente l'aptitude de la terre à assurer, de façon régulière et répétée, la croissance des cultures et l'obtention de récoltes. Elle est la résultante de diverses composantes (chimiques, physiques et biologiques) qui interviennent dans l'approvisionnement des plantes en eau et en éléments minéraux ainsi que dans la création et le maintien de conditions favorables au développement des racines."

La fertilité naturelle peut être améliorée, le terme de fertilité acquise est alors employé.

Angé (1989) décrit "la fertilité d'un sol, à un moment précis" comme "sa capacité de produire des biomasses végétales utiles aux sociétés rurales dans un contexte technico-économique particulier. Elle exprime donc une synthèse des contraintes et des potentialités de ce sol pour un ensemble de spéculations végétales dans ce contexte technico-économique".

Piéri (1990) indique que "pour l'agronome la fertilité d'un milieu agricole est l'expression du bon ou mauvais état de fonctionnement de ce système de régénération (replenishment system), système de régénération de la terre considérée comme une ressource naturelle renouvelable". L'école française tend, selon lui, à considérer le niveau le plus général dans les échelles de complexité, système où milieu humain, naturel et technique interagissent. Cette façon de voir se retrouve chez Pichot (en cours) qui définit la fertilité d'un milieu comme "son aptitude à satisfaire durablement les besoins des populations rurales au travers des systèmes de production et d'aménagement qu'elles mettent en oeuvre".

## LA FERTILITÉ DOIT ETRE RELATIVISEE EN FONCTION DES OBJECTIFS DES PAYSANS

"La fertilité apparaît avec l'homme qui exploite le milieu" (Dulcire, 1993). Milleville cité par Rabot (1989) précise que la fertilité en général, c'est trop vague et qu'il faut la définir par rapport à des objectifs et à un système de culture définis. Le bas fond avec ses potentiels et ses contraintes liées à la dynamique de l'eau peut être ressenti comme très fertile par certains agriculteurs à système de culture adapté (comme sur les Hautes Terres malgaches), très contraignant par d'autres (comme au Rwanda).

Sébillotte (1989) oppose deux types d'individus en fonction de leur perception de cette notion: les conservateurs d'une part "qui la considèrent comme un don du ciel, comme le fruit de la sagesse de l'homme, de son expérience patiemment forgée et pour lesquels la question est de ne pas dilapider le bien", d'autre part les innovateurs "qui insistent plus sur le côté construit de l'état de fertilité et qui mettent en avant les possibilités de l'entretenir par des voies nouvelles grâce aux progrès de la connaissance".

## L'ÉTAT DES CONNAISSANCES PEUT MODIFIER LES APTITUDES CULTURALES D'UNE PARCELLE

Le potentiel d'un sol dépend de façon très étroite des techniques culturales utilisées qui sont elles mêmes fonction de l'état des connaissances<sup>30</sup>. Soltner (1979) décrit de la façon suivante l'évolution de la notion de fertilité due au progrès technique: *" il y a 50 ans, la comparaison entre un sol noir de Limagne portant une culture de betteraves sucrières et un sable des Landes couvert de bruyères eut été en faveur du premier. Aujourd'hui, si l'on continuait à juger la fertilité de ces deux sols aux cultures qu'ils portent et aux rendements qu'ils permettent, les différences de fertilité sembleraient moins nettes: l'irrigation, l'utilisation de variétés de maïs inconnues jadis, la correction des carences du sol sableux (notamment une carence en cuivre qu'on ignorait autrefois) permettent au sol sableux des Landes d'égaliser parfois le sol argilo-limoneux de Limagne. "*

Les sols sableux à contrainte très importantes dans la plupart des conditions deviennent les sols les plus fertiles en culture hydroponique. (Gachon, 1982)

L'introduction des superphosphates en Champagne pouilleuse a complètement modifié les aptitudes culturales des champs qui, de peu fertiles, sont devenus parmi les plus productifs.

L'évolution de la flore adventice est directement liée à cette aptitude à produire. L'interaction entre les facteurs fumure et entretien a un caractère déterminant dans la plupart des expérimentations qui sont consacrées à cette étude. Une nouvelle technique de contrôle d'adventice (nouvelle molécule d'herbicide par exemple) peut permettre d'extérioriser des potentialités jusque là inexploitées.

La découverte de nouvelles variétés, de nouvelles techniques culturales, d'un oligo-élément indispensable dans une réaction peut ainsi modifier fondamentalement l'appréciation de la fertilité d'un sol.

## LA FERTILITÉ PEUT AVOIR DES DÉFINITIONS DIFFÉRENTES SELON LES NIVEAUX D'OBSERVATION

Pichot (1993) dans un schéma conceptuel d'analyse de la fertilité des milieux tropicaux distingue les niveaux parcelle de culture, espace villageois, bassin versant et petite région. Quel que soit le niveau d'observation, le temps reste un axe essentiel. Au niveau de la parcelle de culture, l'évolution des sols et les caractéristiques physico-chimiques en interaction avec les pratiques culturales interviennent avec le parasitisme et les adventices, l'érosion et les modifications microclimatiques.

*Au niveau des espaces, "il est intéressant d'analyser (...) comment la diversité du milieu est prise en compte par les utilisateurs, adaptation des pratiques de culture et d'élevage..."*

<sup>30</sup> "on peut estimer le potentiel de production d'une terre du bassin parisien à 12 q/ha de grains au Moyen âge, compte tenu des techniques existantes, alors qu'aujourd'hui ce potentiel est évalué à plus de 100q/ha" Piéri 1989.

## LE RENDEMENT RÉVÉLATEUR PARTICULIER DE LA FERTILITÉ

Le colloque sur la fertilité des sols tropicaux de 1967 (Tananarive), introduisant la notion de fertilité potentielle proposait d'utiliser les rendements comme unité de mesure: "la fertilité d'une terre prise dans son milieu se mesure aux rendements qu'elle fournit lorsqu'on lui applique les techniques qui lui conviennent le mieux"<sup>31</sup>.

La production à l'échelle de la parcelle ou encore le rendement peut être considéré comme la résultante de l'application de techniques dans des conditions particulières à l'année pour un sol dans un état de fertilité donné. Néanmoins l'utilisation du rendement comme révélateur de fertilité nécessite de connaître les conditions précises de son élaboration par la culture. (Boiffin et Sébillotte 1982)

Le concept de fertilité est donc à la fois évident, complexe et difficile à définir. Les différents auteurs considèrent qu'il faut prendre en compte les questions économiques (dans leur sens le plus large), les questions environnementales mais également sociales ainsi que la reproduction avec si possible une amélioration durable du niveau de production. Compte tenu des potentiels et contraintes naturels, de l'intervention de l'homme par son histoire, ses pratiques et ses connaissances, la fertilité est considérée dans ce travail comme l'aptitude à produire en fonction des objectifs de l'agriculteur (figure 1).

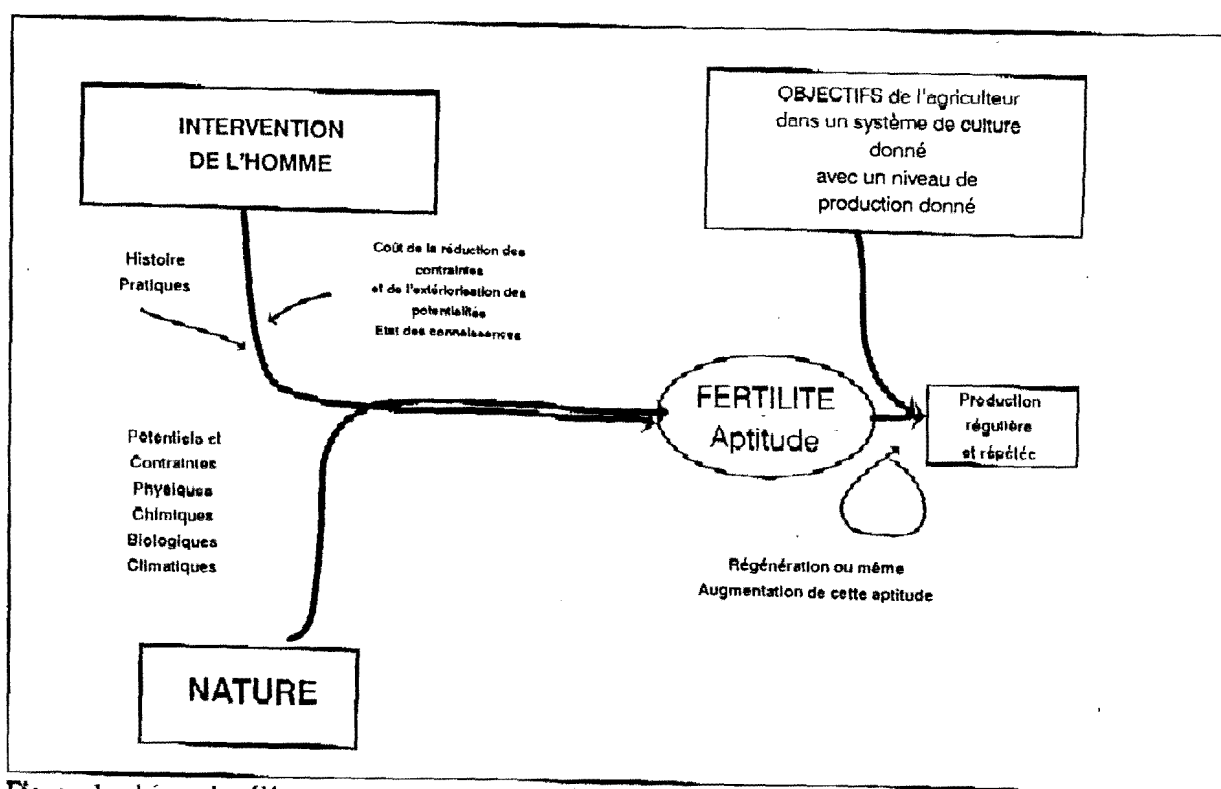


Figure 1 schéma des éléments pris en compte pour définir la fertilité

<sup>31</sup> Colloque de Tananarive, 1967, page 9.

## 213 LA GESTION DE LA FERTILITÉ

La fertilité se manifeste comme une aptitude instantanée (sur du court terme) du milieu. La notion de durabilité apparaît avec la gestion de la fertilité.

La caractérisation de l'aptitude à produire d'un espace agricole est complexe: après avoir examiné la distribution spatiale des facteurs de fertilité liés aux conditions naturelles, il faut analyser l'influence de la gestion de ces facteurs sur la capacité actuelle de production, réaliser un zonage des types de gestion et mettre en évidence les interactions entre le milieu, les modes de gestion, les pratiques ainsi que les évolutions de ces interactions. (Angé, 1989)

Piéri (1989) donne cette définition centrée sur le sol: "*gérer la fertilité, c'est agir pour maintenir, parfois améliorer le statut organique, minéral, physique et biologique des sols en vue d'atteindre un certain niveau de production et ce, de façon durable.*" Dulcire (1993), l'étend à l'environnement: "*gérer la fertilité, c'est favoriser l'expression des potentialités du milieu, c'est donc mettre en oeuvre des moyens pour maintenir, corriger ou augmenter la production de matière végétale en quantité et (ou) en qualité, dans certain cas pour la réduire ou améliorer les coûts d'obtention*".

L'augmentation de la densité de population et l'intensification entraîne des types de gestion de la fertilité de plus en plus performants. "*Chaque fois qu'un groupe humain avait découvert un équilibre*" -type de gestion- "*entre la fertilité du milieu naturel, les techniques culturelles connues et les circonstances économiques et sociales, il ne pouvait que l'ériger en absolu*" (Sébillotte, 1985b).

Ces types sont tout d'abord verticaux où l'on laisse le milieu régénérer son aptitude à produire puis horizontaux où il est nécessaire de concentrer en certains endroits des matières<sup>32</sup> d'un milieu plus vaste ou alors de compléter le déficit du aux exportations par des apports extérieurs à ce milieu.

Il n'y a donc pas, à proprement parler, de gestion de la fertilité au sens de Piéri dans les systèmes itinérants retrouvés un peu partout dans l'histoire de l'agriculture<sup>33</sup>, systèmes où les cultivateurs "consomment la fertilité", souvent avec une monoculture, tant que les rendements sont jugés acceptables, puis, lorsque ceux ci sont trop bas, changent de parcelles. Il n'y a pas d'action pour maintenir ou améliorer le statut des sols de façon durable.

" *Lorsqu'on évalue la productivité d'une parcelle ou d'un espace intégré par une gestion d'ensemble, il est très important de déterminer si cette productivité correspond à la consommation d'un stock ou à la plus value tirée d'un capital qui fructifie*" (Angé, 1989)

Il est possible de distinguer plusieurs types de gestion de la fertilité liés au mode de régénération de l'aptitude à produire. Ces grands types sont rarement dissociés les uns des autres et il est fréquent d'en retrouver deux, trois ou même quatre sur la même parcelle. La

<sup>32</sup> ces matières peuvent être constituées par des éléments fertilisants minéraux, organiques, modifiant la structure, la texture ou d'autres caractéristiques...

<sup>33</sup> système celtique selon A. de Gasparin cité par Sébillotte (1985): "*plusieurs années de culture sur un écobuage, puis retour à la forêt, à la lande,*"

vision de types horizontaux - verticaux peut paraître un peu manichéenne. Certains systèmes de gestion peuvent difficilement être liés ou écartés de l'un ou l'autre type.

### Des types de gestion verticale

Le premier type est vertical, c'est à dire que la régénération provient du milieu lui même au niveau de la parcelle. La jachère, période de non culture, "*née au néolithique, avec l'agriculture elle même*" (Jouve, 1991) en est la meilleure illustration.

Pour Sebillotte (1985) "*la jachère est l'état de la terre d'une parcelle entre la récolte d'une culture et le moment de la mise en place de la culture suivante. La jachère se distingue entre autres par sa durée, par les techniques culturales qui sont appliquées à la terre et par les rôles qu'elle remplit*"<sup>34</sup>. Ses vertus sont décrites par de nombreux agronomes: limitation des adventices, reconstitution du stock de matière organique, de la structure, économie d'eau, lutte contre l'érosion, drainage...

Ces vertus sont remises en question par Sebillotte (1985) qui insiste sur la liaison entre les effets de la jachère et les conditions de réalisation et du milieu.

Aux pratiques de jachère sont souvent associées les techniques de brûlis, feu, écobuage permettant la modification des caractéristiques des horizons cultivés.

La rotation constitue un deuxième type de gestion verticale: par les différences d'exigence et de propriété des différentes cultures, il y a maintien ou même amélioration du statut des sols.

Les légumineuses sont connues depuis longtemps pour leurs capacité à enrichir le sol en azote disponible pour la culture suivante, les plantes sarclées pour leur pouvoir "nettoyant" par rapport aux adventices grâce aux techniques culturales appliquées, les graminées pour leur aptitude à régénérer la stabilité structurale. Les rotations intègrent souvent la jachère.

### Des types de gestion horizontale

Les autres types de gestion sont horizontaux, c'est à dire que la régénération (entretien, remise à niveau) de la fertilité provient de transferts réalisés souvent par des prélèvements sur d'autres parties du terroir. L'association de l'agriculture et de l'élevage est un type de gestion horizontale: les animaux prélèvent sur les parcours des éléments qu'ils restitueront sous forme de fèces permettant la fabrication du fumier, de purin, de lisier... Il est à noter que ce type de gestion peut avoir une composante verticale importante lorsque les animaux se nourrissent de repousses ou de sous produits de culture.

<sup>34</sup> Sebillotte (1985) cite A. de Gasparin qui définissait en 1848-1850 le système de jachère: C'est celui "*ou le sol étant appelé à produire une ou deux années de suite, on lui accorde ensuite une année de repos pendant laquelle la terre est soumise à des labours qui l'ouvrent, l'étalent aux influences atmosphériques en la délivrant en même temps de toute végétation spontanée qui épuiserait ses sucs sans grand profit pour le cultivateur. Ce système ne commence à être possible qu'autant que la terre qui y est soumise possède déjà des avances de fertilité telles que les plantes puissent y puiser, dès le début, l'alliquote des principes nutritifs nécessaires à leur consommation...*"



L'utilisation d'intrants (au sens large) vient immédiatement à l'esprit lorsque l'on parle de régénération, d'entretien ou d'amélioration de la fertilité. Que ce soit les engrais, les amendements organiques ou calco-magnésiens, mais aussi les apports de terre minérale ou les éléments en suspension dans l'eau d'irrigation, ils restent un des moyens les plus efficaces de modifier l'aptitude à produire.

### Les transferts de fertilité<sup>35</sup>

La régénération de la fertilité grâce à des prélèvements d'une zone pour les apporter sur une autre est donc une des actions les plus visible de gestion de la fertilité. Rabot (1989) considère que "transfert de fertilité" est un abus de langage et qu'il vaudrait mieux parler de "transferts de fertilisants". L'étude de ces transferts dans l'espace s'intéresse aux flux de matière, c'est à dire:

- au vecteur,
- à la zone de départ et à la zone d'arrivée,
- aux quantités prélevées et à celles finalement restituées,
- aux transformations intermédiaires et à la qualité des éléments finalement transférés,
- aux effets induits.

*"Le transfert de fertilité doit être évalué par toutes les conséquences qu'il induit à l'échelle des paysages agraires sur les flux et les fonctionnements" (Angé, 1989)*

La prise en compte des rapports sociaux dans ces transferts s'avère nécessaire<sup>36</sup>. L'animal apparaît également important à prendre en compte en tant qu'instrument privilégié du transfert en tant que producteur de fumier (malgré les pertes importantes lors de la transformation de la biomasse)<sup>37</sup> mais aussi en tant que transporteur grâce au complément indispensable de la charrette qui, à elle seule, peut transformer les modes de gestion.

---

<sup>35</sup> *"Le transfert de fertilité est une opération qui consiste à prélever des facteurs responsables de bons niveaux de productivité sur une surface et à les transférer sur une autre surface dans l'espoir d'améliorer la productivité de cette dernière" (Angé, 1989).*

<sup>36</sup> Qui achète et qui vend le fumier? Quels sont les contrats lorsque l'on confie les animaux (alimentation, produit, fumier)? Comment sont régis les droits de pacage sur rizière ou sur les terrains domaniaux?

<sup>37</sup> *"en termes zootechniques, l'animal peut apparaître comme un piètre utilisateur des constituants qu'il ingère. Entre 70 et 100% de la MOD (matière organique digestible - donc de l'énergie alimentaire) sont consacrés à l'entretien et dissipés sous forme de CO<sub>2</sub> (...) La fourchette serait encore plus étroite (85 à 100%) s'il s'agissait d'animaux au pâturage. La fixation de l'azote alimentaire varie dans une large mesure en fonction du régime: 0 à 50% de l'azote ingéré..." Landais, Lhoste et Guérin (1991).*

## 2.1.4 LE RISQUE

Le risque est un facteur fondamental dans la prise de décision du paysan. Les stratégies et les pratiques, prudentes vis à vis de l'optimum, cherchent à réduire ce risque. Ces "*dangers, inconvénients plus ou moins probables auxquels on est exposé*"<sup>38</sup> doivent être pris en compte

- par la recherche dont le rôle est de découvrir les raisons et donc la cohérence du comportement des paysans (Brossier, 1989),
- et par le développement qui doit accorder une plus grande attention aux objectifs de sécurisation dans ses programmes (Eldin et Milleville, 1989).

### Qu'est ce que le risque?

Le risque est défini par Eldin et Milleville en avant propos du "*risque en agriculture*"<sup>39</sup>.

Le terme évoque "*un effet de facteurs jouant en tant que contrainte avec une certaine permanence;...*"

*La notion de risque introduit celle d'incertitude liée au caractère aléatoire d'un phénomène ou de la connaissance que l'on en a...*

*Le risque ne peut être isolé du contexte biophysique et socio-économique qui va en moduler la manifestation...*

*Cette liaison interactive entre le risque et son terrain introduit les idées de régulation, de stabilité, de seuil de rupture et incite aussi à une approche systémique du problème...*

*Il apparaît difficile de rendre compte du risque sans s'intéresser à ceux qui y sont confrontés..."*

*"On en est ainsi amené à une définition assez englobante du risque en agriculture: risque lié à des événements d'ordre climatique, physique, humain économique, ... d'occurrence irrégulière (ce qui ne veut pas dire aléatoire), relativement temporaire et que l'on subit soit parce que l'on ne peut pas faire autrement, soit parce que l'on ne veut pas faire autrement".*  
(Eldin, 1989)

### Pourquoi est-ce important de prendre en compte le risque?

Si les changements techniques mis au point par la recherche ont parfois tant de mal à "passer" dans le milieu, si les innovations ne sont pas "appropriées", c'est souvent parce que le risque a été mal estimé<sup>40</sup>. "*En situation difficile, les agriculteurs doivent développer des stratégies qui limitent au maximum les pertes. La perte admissible est souvent proche de zéro. Ils ne peuvent accepter des techniques telles que certaines années, le résultat est inférieur à ce qui est produit par la technique traditionnelle. La priorité est donc donnée à la sécurité alimentaire*". (Brossier, 1989)

<sup>38</sup> selon la définition du dictionnaire Petit Larousse (1990).

<sup>39</sup> Editions de l'ORSTOM Collection à travers champs (1989).

<sup>40</sup> Pour minimiser le risque lors de l'expérimentation d'une nouvelle technique culturale, le paysan propose les plus mauvaises parcelles pour l'installation du test tant qu'une très bonne relation de confiance n'est pas instaurée avec l'expérimentateur.

## Variabilité dans le risque et estimation de cette variabilité

Dans l'hypothèse où le coût d'opportunité est à la base de chaque décision, le rituel seuil de deux, pour le rapport entre la valeur de l'augmentation de la production due au traitement et le coût de ce traitement, permet-il de prendre en compte l'intégralité des risques?

Lorsque la valeur de l'augmentation de la production est une moyenne obtenue sur un grand nombre d'expérimentations<sup>41</sup>, quelle est la valeur du coût d'opportunité pour le paysan, s'il a une probabilité de se trouver dans une configuration où, justement, le traitement n'est pas intéressant? "En moyenne, telle technique augmente les rendements de tant".

" Ce raisonnement néglige totalement la variabilité des résultats obtenus. En milieu difficile, cette variation peut être très importante et entraîner des résultats, certaines années inacceptables pour le paysan". (Brossier, 1989)

Binswanger cité par Brossier (1989) propose une forme d'analyse, différente de la seule moyenne, pour mieux tenir compte de la variabilité: il pense que le paysan refusera une innovation si l'augmentation de l'écart type est deux fois plus importante que l'augmentation de la moyenne.

Il semble en tout cas que l'histogramme montrant la distribution des rapports valeurs coûts soit plus intéressant que les moyennes.

### Quels risques prendre en compte?

**Le risque climatique** est le premier qui vienne à l'esprit des paysans, qui, dans l'image d'Epinal, se plaignent toujours de la sécheresse ou de l'excès d'eau, de la température ou de la grêle. C'est un des risques les plus analysés avec les études fréquentielles de pluie ou de températures qui permettent d'élaborer des stratégies.

Les conséquences des interactions eau-froid sont particulièrement importantes dans les systèmes de production des zones d'altitude pour les cultures qui s'y retrouvent en marge de leur écologie normale.

Fortement liés au climat, **les risques des aménagements hydro-agricoles** doivent tenir compte des étiages et des crues pour les calculs d'ouvrage. Les fréquences retenues sont en général quinquennales ou décennales. Quatre années sur cinq ou neuf années sur dix, les aménagements devraient permettre une limitation du risque<sup>42</sup>.

La monétarisation croissante des économies domestiques en milieu rural entraîne **un risque économique** par une sensibilité aux problèmes de commercialisation "à cause d'un

<sup>41</sup> Tous ceux qui ont eu à analyser des expérimentations en milieu paysan tropical se sont retrouvés un jour ou l'autre avec des coefficients de variation tels que la décence empêchait de tirer quelque conclusion que ce soit.

<sup>42</sup> "Les paysans sont, si l'on ose dire, assurés de subir au moins une mauvaise récolte tous les quatre ou cinq ans" (Raison, 1984) "la maîtrise de l'eau permet d'être presque indépendante du milieu" selon (Blanc Pamard, 1989). Parlant de l'eau en terme de maîtrise pour la riziculture, Blanc Pamard écrit aussi: "il faut tour à tour et en même temps s'en protéger, la récupérer, l'évacuer. il faut en contrôler la quantité mais aussi la qualité. Par des pratiques variées, elle irrigue mais intervient aussi dans la lutte contre les adventices".

*environnement global non maîtrisable et soumis lui aussi à des fluctuations difficilement prévisibles quant à leur occurrence et leur ampleur" (Milleville, 1989).*

En faisant passer des exploitations d'un système autarcique à un système de commercialisation avec achat d'intrants, on leur fait courir un risque de l'intensification avec un système dans lequel ils ne sont pas sûrs de bien valoriser cette augmentation des coûts de production.

**Le risque alimentaire** avec la gestion de la "période de soudure"<sup>43</sup> fait partie de toutes les stratégies paysannes.

**L'insécurité physique** des producteurs et des productions peut également transformer les pratiques et même les paysages.

**Le risque phytosanitaire** du aux acridiens, insectes, oiseaux, champignons... nécessite après l'identification des ravageurs la détermination d'un seuil économique de traitement. Les pertes économiques sont estimées ainsi que le degré d'infestation à partir duquel il faut contenir le ravageur. Le coût de l'intervention ainsi que la prévision de son effet permettent alors de savoir si le seuil économique est atteint.

### **Les stratégies antirisques**

Les stratégies paysannes de lutte contre le risque recherchent soit une artificialisation du milieu de plus en plus poussée (aménagements, protections phytosanitaires, protection des marchés) soit une adaptation aux conditions du milieu notamment par une utilisation de la dispersion et de la diversité (milieux, activités...).

Le respect de la tradition, et notamment des fady (interdits dont certains nous semblent incongrus mais dont beaucoup reposent sur des observations pertinentes), est un des comportements qu'il ne faut pas négliger. La transformation rapide du milieu dans lequel il faut produire entraîne des crises dans les quelles les traditions sont parfois caduques. C'est alors que *"les réponses apportées à la crise relèvent dans une large mesure de tactiques conjoncturelles et de comportements de fuite"*. (Milleville, 1989 )

---

<sup>43</sup> La période de soudure est prise en considération "dans tous les agro-systèmes des communautés villageoises. (Elle) se passe harmonieusement dans bien des cas contrairement aux connotations du mot soudure lui même. (Elle) apporte une rupture dans le rythme et l'alimentation (...) Le problème de la soudure est celui de sa durée. Au delà d'un certain seuil, la soudure confine à des périodes de stress que sont les disettes, puis les famines" (Seignobos, 1989).

### 2.1.5. LA NOTION D'EXPLOITATION AGRICOLE

L'exploitation agricole, placée dans son paysage, a été choisie comme le niveau le plus pertinent pour appréhender les questions portant sur la gestion de la fertilité. En effet, c'est le chef d'exploitation qui prend la plupart des décisions concernant cette gestion. D'autre part, l'exploitation est le niveau le mieux connu pour servir de transition entre la parcelle cultivée et la petite région agricole<sup>44</sup>.

Cette notion est couramment employée dans les projets de développement<sup>45</sup>. Le degré de simplification utilisé y entraîne souvent des déceptions dues à l'absence de la prise en compte de la diversité des situations.

#### **Définition: Exploitation agricole, unité de production, système de production**

Il convient donc de définir ce qu'est une exploitation agricole et de s'interroger sur la pertinence du concept et de son caractère opérationnel.

En France, l'utilisation du terme exploitation agricole est relativement récente: Chombard de Lauwe (1963) lui donne une coloration trop économique pour que sa définition soit adaptée à des exploitations à forte autoconsommation (l'augmentation du profit n'est pas le premier souci de l'agriculteur malgache) et la considère indépendamment du statut juridique des terres: *"L'exploitation agricole est une entité économique dans laquelle l'agriculteur pratique un système de production en vue d'augmenter son profit. Le système de production est la combinaison des productions et des facteurs de production"*.

Pour Chataigner (1982), cette notion apparaît dans l'histoire avec la nécessité d'obtenir un surplus de production pour approvisionner les villes en mobilisant à cette fin des ressources complémentaires. L'exploitation agricole serait alors l'unité de production rentrant dans un système économique d'échanges monétarisés.

P. de la Vaissière (1982) décrit cette exploitation agricole paysanne en Afrique noire comme *"l'unité économique de production agricole, dont les objectifs essentiels sont la production de produits vivriers pour l'autoconsommation et celles de produits pour la vente, basée sur la communauté d'actifs agricoles travaillant fréquemment ensemble et soumis à la responsabilité d'un chef d'exploitation."*<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Il est souvent reproché aux agronomes de se limiter aux systèmes d'exploitation. *"Les propositions formulées par les agronomes du DSA sont souvent formulées à l'échelle de la parcelle, parfois à celle du système de production mais trop rarement encore à celle du village et de son territoire"* (Marchal, 1991). L'exploitation est bien dans ce travail une transition et non un niveau supérieur d'étude.

<sup>45</sup> C'est l'exploitation agricole qui va adopter ou refuser les innovations proposées. Parfois, ce sont de nouveaux modèles d'exploitation qui vont être proposés.

<sup>46</sup> La définition mise au point pour le recensement conduit par la FAO en 1984 à Madagascar a utilisé le contenu de l'exploitation, sa direction, et sa main d'oeuvre: *"l'exploitation est une unité technico-économique de production agricole comprenant tous les animaux qui s'y trouvent, toute la terre utilisée entièrement ou en partie pour la production agricole et qui soumise à une direction unique est exploitée par une personne seule ou accompagnée d'autres personnes indépendamment du titre de possession, du statut juridique, de la taille ou de l'emplacement"*.

### 2.1.6 LES PRATIQUES PAYSANNES:

La difficulté d'adoption des thèmes mis au point par la recherche a conduit à une étude des pratiques qui est devenue à part entière *"un courant nouveau de la recherche agronomique"* (Landais et Deffontaines, 1989) dès que les chercheurs ont voulu sortir des stations expérimentales.

Milleville (1987) décrit ces pratiques comme les *"manières concrètes d'agir des agriculteurs"*. Deffontaines et Petit (1985) opposent la pratique (liée à l'opérateur et aux conditions) qui est de l'ordre de l'action à la technique qui est de l'ordre de la connaissance<sup>48</sup>.

*"Entre pratiques et techniques (...) existent des relations réciproques, du savoir au faire ("mettre des techniques en pratique") et du faire au savoir (tirer de la pratique des enseignements techniques) qui sont cruciales pour le processus de développement"* (Landais et Deffontaines, 1989).

Au début, ces études concernaient la connaissance des mécanismes qui relient les pratiques culturelles au système climat, sol, plante. Elles se sont ensuite étendues aux autres secteurs de l'exploitation agricole.

En effet, les projets, objectifs, décisions et mécanismes de prise de décision sont difficiles à observer. En revanche, les pratiques sont observables et permettent de comprendre les objectifs qui les ont engendrées. *"On éclaire les projets par les pratiques, on comprend les pratiques par les projets"* (Landais et Deffontaines, 1989).

Dans la représentation suivante, les pratiques apparaissent à l'intersection entre le sous système opérant et le sous système de décision (figure 3).

#### Pourquoi les agriculteurs font ils donc ce qu'ils font?

Il est donc possible de considérer les pratiques comme une entrée privilégiée pour l'étude de l'exploitation agricole. On réalise pour cela *"l'hypothèse de la rationalité des décisions des agriculteurs"*. S'ils emploient une pratique, c'est souvent qu'ils ont de bonnes raisons de l'utiliser. Même s'il existe un danger d'une vision trop rationaliste du comportement humain<sup>49</sup>, *"poser l'hypothèse de la rationalité, c'est s'astreindre à essayer de comprendre pourquoi les agriculteurs font ce qu'ils font"* (Deffontaines et Petit, 1985)

L'observateur des pratiques se pose alors les questions:

- Que fait l'agriculteur et comment le fait-il?
- Quels sont les résultats de son action?
- Pourquoi fait-il cela?

<sup>48</sup> de ce fait, les systèmes de production apparaissent plus comme des assemblages de pratiques que comme des assemblages de techniques.

<sup>49</sup> le comportement individuel est le résultat de contradictions internes et d'ambiguïtés.

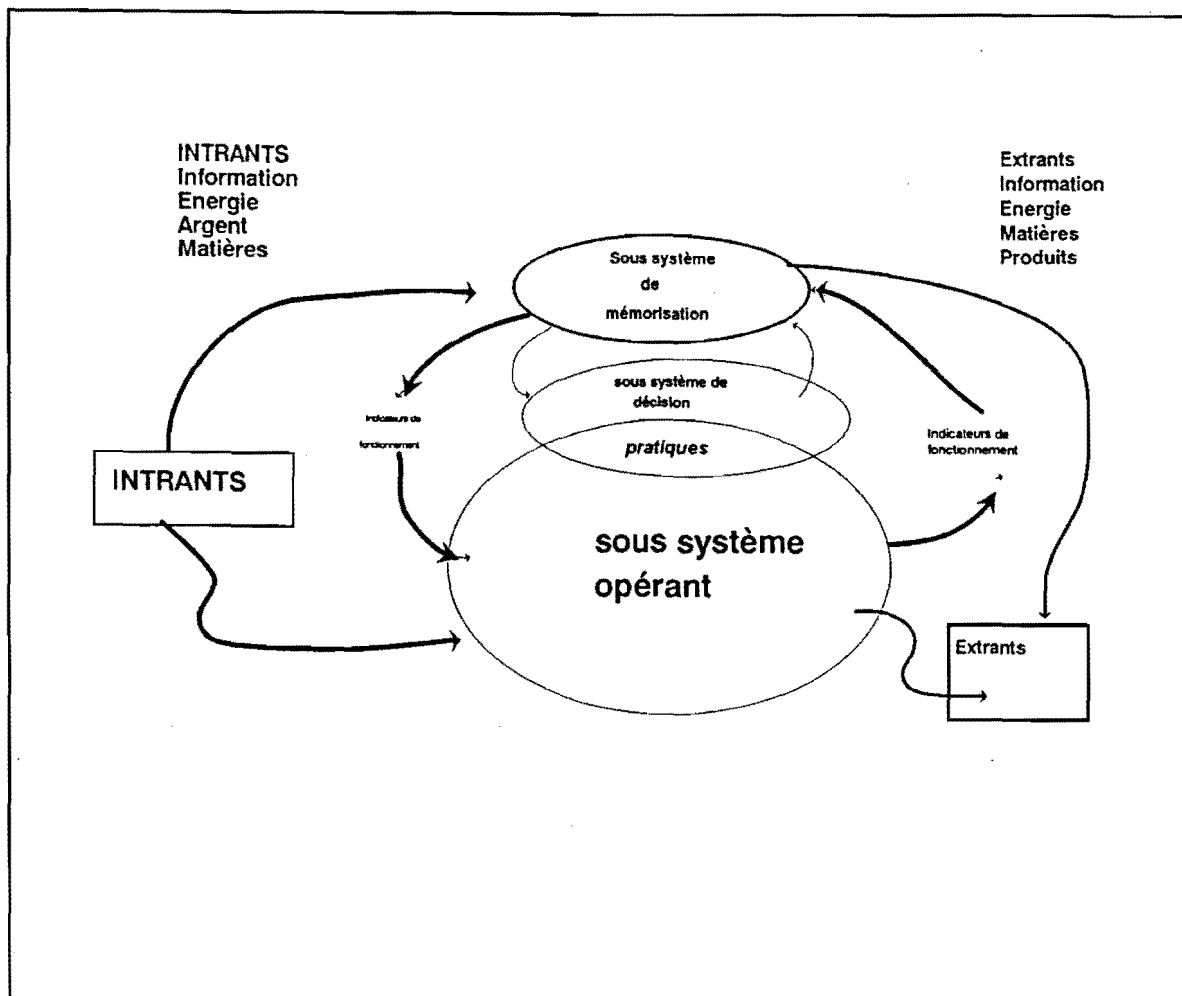


Figure 6 Une représentation de l'exploitation agricole inspirée de la modélisation systémique centrée sur les pratiques des agriculteurs Landais et Deffontaines (1989)

Ce que Landais et Deffontaines (1989) décomposent en trois volets:

- **Etude de l'opportunité:** recherche sur les déterminants des pratiques; pourquoi l'agriculteur fait-il cela? Dans quelle mesure parvient-il à atteindre ses objectifs? Etude au niveau du sous système de décision;
- **Etude des modalités des pratiques:** que fait l'agriculteur et comment le fait-il? Ce qui revient à une étude de l'itinéraire technique utilisé (l'itinéraire technique étant selon Sebillotte "*une succession logique et ordonnée de techniques culturales pour répondre à des options socio-économiques diversifiées*")...
- **Etude de l'efficacité:** Analyse des effets et conséquences des pratiques; quels sont les résultats obtenus par l'agriculteur? (étude au niveau du sous système opérant).

**Pratiques et paysages:** l'observation du paysage est un moyen privilégié d'analyser les pratiques. Le paysage est à la fois le support, le facteur et le résultat des pratiques. "*Le paysage est une portion de territoire, perçue par un observateur, où s'inscrit une combinaison de faits et d'interactions dont on voit, à un moment donné, la résultante globale*" (Deffontaines, 1985). C'est particulièrement évident pour les paysages rizières profondément transformés et adaptés, ce n'en est pas moins vrai pour les espaces moins anthropisés dans lesquels, le faible niveau de transformation est aussi indicateur de pratiques et donc de fonctionnement des systèmes de production.

### **La diversité est source d'enseignement**

La diversité des pratiques a permis de répondre positivement à la question "Y a-t'il gestion?" Cette diversité de comportement due à une différence d'accès aux ressources ou à une analyse divergente de la situation peut être riche d'enseignement si l'on arrive à valoriser et à démultiplier la capacité d'innovation des agriculteurs les plus performants.

### **Quelles pratiques prendre en compte?**

Il s'agit essentiellement des pratiques

d'apport d'éléments fertilisants par l'eau d'irrigation, les transferts,

de travail, d'irrigation ou de réchauffement du sol,

de gestion de la trésorerie et du cheptel,

et des stratégies d'occupation de l'espace (boisement, jachère, cultures non récoltées, double ou triple culture).



## 2.2. LES MÉTHODES

L'information nécessaire à la réalisation de ce travail est abondante et dispersée. L'intégration des paramètres historiques, économiques, écologiques et agronomiques réalisée de façon simultanée avec l'étude des pratiques nécessite la manipulation de données polymorphes qui vont de la photographie aérienne au traitement d'enquête en passant par le dépouillement de ce qui a déjà été écrit.

Les méthodes utilisées consistent essentiellement en une analyse des pratiques utilisant des données (peu ou pas exploitées) d'enquêtes déjà réalisées et des suivis continuant encore actuellement.

Ces pratiques sont considérées par rapport à des référentiels techniques élaborés aussi bien en station qu'en milieu paysan ainsi que par rapport à un environnement historique, écologique et économique.

### 2.2.1. Les données disponibles avant le début du travail

Chaque fois qu'un organisme de développement veut intervenir sur une zone, chaque fois qu'un étudiant ou un chercheur veut décrire une situation afin de mieux la comprendre, il réalise des enquêtes à la suite desquelles il pourra analyser les données et tirer un certain nombre de conclusions.

Le Vakinankaratra est une région qui a été très enquêtée. Sa proximité et son accessibilité depuis Tananarive, la richesse et la diversité des sites, la douceur du climat ont de tout temps attiré les chercheurs comme les développeurs. Il est possible de compter plus de trente organismes de développement dans le Comité de Coordination des Actions de Développement du Vakinankaratra (CCAD). Chaque organisme réalise en fonction de ses objectifs des enquêtes pour connaître la situation de départ ainsi que pour évaluer l'efficacité de ses actions.

#### **Sous exploitation des données et lassitude des paysans**

La tendance générale est à la multiplication des questions posées et des mesures effectuées pour ne sortir que quelques indices synthétiques (rangement dans une catégorie de cultivateurs) ou quelques moyennes alors que des distributions ou des croisements de variables sont beaucoup plus éloquents et permettent de mieux comprendre le fonctionnement du milieu.

La lassitude des paysans de certaines zones (Manandona et Ambohibary, notamment) est manifeste. Du fait de la facilité d'accès de ces périmètres (sur le bord de la route nationale 7), les enquêtés ont l'impression que l'on vient toujours rechercher des informations ou des solutions chez eux sans jamais rien leur apporter. La collecte d'information dans ces périmètres doit tenir compte de ces lassitudes et franchir une barrière importante pour espérer obtenir des renseignements intéressants.

Avant de conduire ses propres enquêtes<sup>50</sup>, il convient donc d'examiner les données disponibles et de les valoriser.

### Les données disponibles à partir des enquêtes déjà réalisées:

En 1962, une enquête est conduite par l'INSEE (François, s.d.) sur les budgets et l'alimentation des ménages ruraux pour l'ensemble de Madagascar. Il est possible de séparer les données concernant les Hautes Terres, le Moyen Ouest et le reste de Madagascar.

Une enquête d'évaluation des résultats du GOPR<sup>51</sup> est réalisée en 1971 par la SATEC SEDES (Marnay, 1971).

En 1973, une enquête rizicole est menée sur l'ensemble de Madagascar. Le dépouillement n'est pas publié mais une analyse diachronique incluant ces résultats est réalisée par Bigot en 1992 et les données de base ont pu être récupérées.

Un recensement national de l'agriculture, organisé par la FAO, a eu lieu pendant la campagne 1984-1985 et distingue Hautes Terres Nord, Hautes Terres Sud et Moyen Ouest. Les Fivondronana (ex sous préfecture) du Vakinankaratra et du Nord Betsileo se situent dans les Hautes Terres sud et dans le Moyen Ouest.

Richard (1985) a réalisé pour la Kobama une enquête afin d'estimer les possibilités de développement des cultures de contre-saison dans les zones les plus densément peuplées des Hautes Terres.

### L'ODR

En 1983, l'enquête de base de l'ODR (Opération de Développement Rizicole), fait le point de la situation pour les exploitations des Circonscription de Vulgarisation Agricole (CIRVA) d'Antsirabe et Ambositra (Ramamonjisoa, 1986). Un complément de cette enquête a eu lieu en 1989 pour la CIRVA de Fianarantsoa (SMITS, 1989).

Après l'enquête de base, l'ODR<sup>52</sup> a mis en place un suivi évaluation pour estimer l'adoption des thèmes techniques proposés par la vulgarisation. Bien plus que de simples évaluations, ces enquêtes décrivent en détail, pour un grand nombre de parcelles<sup>53</sup> et d'exploitations<sup>54</sup>, toutes les techniques culturales utilisées et il est possible de relier ces techniques à la production. Les données de base de ces enquêtes sont disponibles sur fichier informatique.

---

<sup>50</sup> Il existe une tendance, tout à fait compréhensible, de remettre en question la qualité de toutes les enquêtes que l'on n'a pas effectué soi-même. Les enquêtes retenues ici semblent présenter des garanties suffisantes de rigueur dans la méthode et dans la réalisation.

<sup>51</sup> Groupement Opération de Productivité Rizicole.

<sup>52</sup> L'ODR, Opération de Développement Rizicole pendant sa première phase (1984-1989) est devenu Opération de Développement Rural pour sa deuxième phase (1990-1995). Les deux phases sont financées par le FIDA.

<sup>53</sup> Une cinquantaine de variables par parcelle.

<sup>54</sup> sur lesquelles sont décrites la population, le matériel, l'élevage ainsi que certains thèmes ponctuels comme le crédit, l'arboriculture fruitière, la participation aux associations...

Tableau 1 Nombre de parcelles enquêtées par le suivi évaluation sur les CIRVA d'Antsirabe et Ambositra

	87/88			88/89			89/90			90/91	1991
	ABE	ABS	TOTAL	ABE	ABS	TOTAL	ABE	ABS	TOTAL	ABE	FARA
TB	1634	926	2560	404	468	872	489	465	954	456	
TK	896	734	1630	271	352	623	178	453	631	329	
TY	2184	2111	4295	924	1074	1998	881	981	1862	693	3131
CS							109	82	191	338	

ABE: Antsirabe. ABS: Ambositra. TB: Tanimbary = rizière. TK: Tany ketsa = pépinière. TY: Tanety = parcelle de culture sèche. CS: parcelle de contre saison. FARA: enquêtes du département Recherche Développement du FOFIFA sur Faravohitra et Fenomanana dans la région de Faratsiho

### Les données sur les Petits Périmètres Irrigués

Avant la réhabilitation des Petits Périmètres Irrigués (PPI), dans la procédure faisant appel à des bureaux d'étude, l'administration malgache confie à ces bureaux la réalisation d'avant projets sommaires de réhabilitation (APS). Il est possible d'y trouver outre les scénarios de réhabilitation, la description fine d'un nombre important d'exploitation (échantillonnage au 1/10). Les premiers périmètres irrigués ainsi que celui de Soavina ont été étudiés par le groupement GERSAR- EEDR MAMOKATRA, les suivants, par le département Recherche Développement du FOFIFA pour le groupement SOGREAH-SOMEAH.

Tableau 2 Exploitations et parcelles enquêtées lors des avant projets sommaires des PPI de la tranche 3

	Manandona	Iandratsay	Ambohibary	Vinaninony	Total
Nombre exploitations (280 var./expl.)	128	159	343	150	780
Nombre de parcelles de Tanety (71 var./parc.)	369	564	480	321	1.734
Nombre de parcelles de rizière (71 var./parc.)	377	430	405	321	1.533

Tableau 3 Exploitations enquêtées lors des avant projets sommaires des PPI de la tranche 4

Périmètre	Nb. Exploitations Enquêtées	Périmètre	Nombre d'exp. enquêtées
Ambatonikolahy	74	Isaha	53
Faratsiho	111	Ivato	71
Fitakimerina	65	Onive	147
Ikabona	62	Varambe	84
Ikianja	53	total	730

Un grand nombre d'enquêtes ponctuelles ont été menées par ailleurs, un peu partout dans la région, par l'Université de Tananarive, l'EN3, le département Recherche Développement du FOFIFA, des stagiaires de l'INA-PG, du CNEARC, les autres projets etc...

Les enquêtes pour lesquelles les données de base ont pu être récupérées concernent surtout le suivi évaluation de l'ODR, les Avant Projets Sommaires de réhabilitation. La récapitulation de ces enquêtes peut donner l'impression d'un assemblage hétéroclite regroupant

des enquêtes et des recensements avec des méthodologies disparates,  
des données sur les budgets, les structures d'exploitation et sur les pratiques.

L'ensemble de ces valeurs n'en est pas moins nécessaire pour appréhender la fertilité et sa gestion telle qu'elles ont été définies dans les concepts.

Tableau 4 Récapitulation des enquêtes utilisables

Année	Organisme	Objet	Reference Bibliographique	Nombre d'exploitation enquêtées	Lieu
1962	INSEE	Budget et alimentation des ménages ruraux	François, s.d.		Madagascar
1973		Enquête rizicole	données brutes Bigot, 1992		Madagascar
1973	SATEC SEDES	Evaluation du GOPR	Marnay, 1971 Pelissier, 1976	156	Zone GOPR
1983		Enquête de base ODR	données brutes Ramamonjison, 1986	911 rizières 727 pépinières tanety	Antsirabe Ambositra
1984	FAO	Recensement national de l'agriculture	FAO, 5 tomes		Madagascar
1985	SODETEG	Enquête Agro socio économique Cultures de contre saison	Richard, 1985	722	Ambatolampy Antanifotsy Antsirabe Betafo Ambositra
1988	ODR	Suivi évaluation	données brutes ODR 88-101	970	Antsirabe Ambositra
1989	ODR	Suivi-évaluation	données brutes ODR 89-106	970	Antsirabe Ambositra
1990	ODR	Suivi-évaluation	données brutes ODR2 91-015	480	Antsirabe Ambositra Fianarantsoa
1991	ODR	Suivi-évaluation	données brutes	480	Antsirabe Ambositra Fianarantsoa
1987	GERSAR EEDR Mamokatra	Avant Projets de Réhabilitation	données brutes APS PPI	780	Iandratsay, Manandona, Ambohibary, Vinaninony
1989	FOFIFA SOMEAH	Avant Projets de réhabilitation	données brutes APS PPI	730	10 PPI

## LES EXPÉRIMENTATIONS AGRONOMIQUES

La liaison entre fertilité et fertilisation est réalisée de façon trop rapide par certains agronomes "classiques". Cependant, si la fertilisation n'est pas le seul moyen de modifier l'aptitude à produire d'un milieu, elle n'en reste pas moins une des façons les plus couramment utilisées et le plus facilement accessibles.

Les expérimentations agronomiques de l'effet de doses croissantes d'éléments fertilisants sur la production sont anciennes. Dès la fin du siècle dernier (Prudhomme, 1898), de tels essais étaient réalisés à Madagascar, en particulier à la station de Nanisana. Les services de l'Agriculture de l'époque, relayés par l'IRAM puis le FOFIFA et le Programme Engrais Malgache ont tous réalisés de très nombreuses expérimentations sur les techniques de fertilisation.

La plupart des projets de développement (FIFAMANOR, KOBAMA, MALTO, ODR) travaillant dans la région ont réalisé, eux aussi, de tels essais pour déterminer un référentiel technique et économique dans une zone, pour une culture donnée ou pour démontrer l'intérêt de certaines techniques de fertilisation.

Les références sont nombreuses, également, dans la littérature traitant de fertilisation sur des zones et pour des cultures comparables.

**Différents types d'expérimentations sur la fertilisation ont été conduits:**

**Les courbes de réponse** c'est le type le plus classique d'expérimentation de fertilisation. Il concerne les réponses aux éléments majeurs: azote, phosphore et potassium, parfois calcium, magnésium et soufre.

Partant de la constatation que ces éléments sont nécessaires pour les plantes cultivées et exportés en quantités importantes, que leur disponibilité dans le milieu est limitée, la recherche de l'optimum technique et de l'optimum économique est instructive. A partir du constat de l'importance des carences en vase de végétation, Roche, Velly et Celton (1967) ont étudié les possibilités de "redressement de la fertilité" en rizière et en culture sèche. Un grand nombre d'essais (6 à 8 traitements en bloc avec 6 répétitions) sur différents types de sols ont ainsi été installés pendant de nombreuses années et leur résultats exposés au colloque sur la fertilité des sols tropicaux<sup>55</sup>.

Un grand nombre d'essais "courbes de réponse" ont également été mis en place par le Programme Engrais Malgache de 1987 à 1991. 308 essais de 18 parcelles sur 82 sites ont été installés en rizière dans 7 vallées (5 dans la région de Tananarive et 2 dans la région de

---

<sup>55</sup>qui s'est déroulé à Tananarive en 1967.

Fianarantsoa)<sup>56</sup>. Les institutions et projets ont tous réalisés quelques essais de ce type sur des cultures et dans des sites différents.

**Les combinaisons fertilisation minérale, organique, amendements calco-magnésiens:** la crise mondiale de l'énergie et l'augmentation consécutive du coût des engrais minéraux ont attiré l'attention sur la nécessité d'économiser ces intrants qui, à Madagascar, sont importés.

Sur les sols ferrallitiques des Hautes Terres, les travaux de l'IRAM (Roche et alii, 1956 à 1971) avaient montré qu'il était possible d'obtenir de bonnes récoltes avec une fumure strictement minérale à condition d'utiliser des doses importantes sous forme de "fumure de redressement" et de fertilisation d'entretien. Le coût de cette solution avait empêché, à une époque de moindre coût des engrais, sa vulgarisation après la démonstration de son intérêt en station. De nombreux essais ont donc été effectués pour économiser et valoriser la fertilisation minérale grâce à l'emploi des fertilisants locaux (phosphorites, guano mais surtout le fumier). Les différentes combinaisons de fertilisation minérale, organique et amendements calco-magnésiens ont notamment été testés par l'IRAM puis le FOFIFA CENRADERU (Arrivets et alii- 1979, 1980, 1989), le PEM et les autres projets.

**Des recherches sur les rotations les plus performantes:** le raisonnement de la fertilisation sur une rotation est apparu comme nécessaire par la nécessité de valoriser les fertilisations de fond proposées pour le redressement des sols ferrallitiques des Hautes Terres. L'idée était de prendre en charge le coût de cette fertilisation par une culture de rente et de valoriser les arrière effets sur des cultures autoconsommées. De nombreux résultats sont disponibles pour les cultures pluviales du Vakinankaratra à la fin des années 1960 (Haut de Sigy, 1966 à 1971), pour l'effet précédent du riz pluvial (Chabanne 1990 à 1992).

**Les autres types d'essai** concernent la récupération des résidus de culture tels que pailles, fanes, l'utilisation de l'azote atmosphérique récupéré par fixation symbiotique: inoculation des légumineuses, association de l'azolla avec le riz, le sesbania en contre saison ou des associations avec des espèces animales comme dans les techniques de rizipisciculture (Rajemison, 1990). Des résultats existent sur la sélection d'espèces ou de variétés tolérantes des pH bas (Rakotondramanana et al., 1990), sur les réductions des toxicités (ferreuses notamment) par certaines techniques culturales (Vizier, 1988- Chabanne 1990 à 1992), les possibilités d'apporter de faibles doses grâce à des techniques d'application particulières (Rabeson, 1991), les expérimentations à long terme.

**Les comparaisons avec les résultats d'autres pays** apportent souvent des éléments intéressants: comparaisons avec les pays d'Asie pour le système rizière<sup>57</sup>, comparaisons avec les terres de savanes des pays d'Afrique de l'Ouest pour lesquels des synthèses ont été rédigées (Piéri, 1989).

<sup>56</sup> Le dispositif factoriel comprenait 4 niveaux d'azote et de phosphore (0, 40, 80, 120 kg par hectare) et recevait une dose uniforme de 60 kg de potassium par hectare. A ces 16 parcelles s'ajoutaient un témoin (0-0-0) et une testant l'effet du soufre (80N-80P-80K-20S). Les apports d'éléments fertilisants ont eu lieu pendant les deux premières saisons et l'arrière effet du phosphore a été mesuré la troisième saison.

<sup>57</sup> les travaux de l'IRRI couvrent souvent des problématiques similaires.

## EXPLOITATION D'UNE ABONDANTE DOCUMENTATION DISPONIBLE

Les documents concernant Madagascar sont très nombreux et remontent à des périodes assez anciennes. Des premières descriptions des voyageurs de commerce cherchant des produits pour la traite (Mayeur rédaction Froberville, 1913), aux études actuelles pour les stages, thèses ou élaboration de projets de développement, le paysage a été abondamment observé, décrit, analysé et il serait bien prétentieux de se passer de telles sources de renseignements.

**Sur les périodes anciennes (avant l'indépendance)**, des documents pleins de saveurs existent. L'histoire des rois (Callet, 1908) traduite en français par Chapus et Ratsimba apporte beaucoup d'informations sur les principes réglant la vie rurale à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Les Grandidier ont collecté un grand nombre d'ouvrages anciens concernant Madagascar dans lesquels résident des éléments importants de compréhension.

Du point de vue agricole, des revues telles que l'Agronomie Coloniale<sup>58</sup>, de l'Agriculture Pratique des Pays Chauds<sup>59</sup>, la Revue Agricole et Vétérinaire de Madagascar ou le Bulletin Economique de Madagascar apportent un grand nombre d'informations sur les techniques utilisées "par les indigènes", les hypothèses et les conclusions de la recherche et du développement de l'époque. La consultation des archives coloniales, rapport des chefs de district, chefs de centre permet parfois de découvrir de réelles analyses de systèmes agraires.

**Les études de terroirs:** après l'indépendance, à la suite de l'initiative de Sautter et Pélissier (1964) recherchant l'établissement d'atlas de terroir, des études approfondies, utilisant une méthodologie bien définie sont conduites avec l'ORSTOM dans la région: Bonnemaïson (1976) à Tsarahonenana - Ambohibary, Bied-Charreton (1968) à Anjazafotsy - Betafo, Marchal (1974) dans la petite région d'Ambohimambola (Moyen Ouest de Betafo), Fauroux (1970) à Ambohidranandriana (Est-Antsirabe), Raison (1970) à Leimavo à proximité d'Ambositra.

Ces études poussées reliant sur un terroir les paysans à leur pratiques et à leur utilisation de l'espace sont des sources considérables d'information qui ont été reprises par Raison (1984) dans sa thèse référence sur les Hautes Terres Malgaches pour expliquer les différences de densité de population entre les régions centrales et leurs marges occidentales. Un certain nombre de ces terroirs ont été "revisités" par des étudiants de l'EN3 de Tananarive pour permettre des analyses diachroniques (Ralimampianina, 1987).

Les conditions naturelles de la région ont également beaucoup été étudiées que ce soit la partie édaphique<sup>60</sup> ou pour l'aspect climatique<sup>61</sup>

<sup>58</sup> Bulletin mensuel de l'Institut colonial d'Agronomie Coloniale. Librairie Emile Larose Paris .

<sup>59</sup> Société d'éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales .

<sup>60</sup> microbiologique (Dommergues, 1954), géologique (Besairie, 1961 - Alsac, 1963 - Lageat, 1974 - Chantraine, 1966), morphologique (Peut, 1970 - Banistini), pédologique (Roche, 1957 et 1961 - Bourgeat, 1972, 1973, 1979 - Bouchard, 1967 - Rabeson, 1987 - Zebrowski, 1979, Gersar, 1988 - SOMEAH, 1990 - Raunet 1980 à 1990 - Riquier, 1954 et 1956 - De Giudici, 1990 et 1991...).

<sup>61</sup> Donque, 1975 - Oldeman, 1990 - Chabanne, 1990, 1991, 1992 .

**Une information pluridisciplinaire:** les systèmes et paysages rizicoles des Hautes Terres ont toujours impressionnés les géographes qui se sont attachés à les observer, les décrire et les comprendre de Le Bourdieu (1974) dans son étude sur les hommes et les paysages du riz pour l'ensemble de Madagascar à Blanc Pamard (1985 à 1991) qui permet une meilleure compréhension des pratiques sur les Hautes Terres à partir d'observations sur un vallon ou à Rakoto (1991) qui apprécie la dynamique de ces paysages rizicoles. Ce dernier entraîne avec lui une jeune génération de géographes malgaches qui ont "revisités" les terroirs ORSTOM ou apporté leur vision et leurs techniques à des projets de développement (Rakotoniaina, 1990 - Rasamoelina, 1992 - Ranaivoarijaona, 1992)<sup>62</sup>.

Des agronomes provenant de la formation d'agriculture comparé de l'INA-PG<sup>63</sup> étudient avec des méthodes comparables des petites régions de la zone (Pellissier et Johannes, 1987 - Laconde et Roudaut, 1991).

Des études récentes de macro-économistes prennent en compte des régions plus grandes et cherchent à comprendre les effets des politiques agricoles sur les pratiques des paysans<sup>64</sup>.

---

<sup>62</sup> il est possible de citer également J. Wurtz, R. Douessin et J. Ramamonjisoa qui ont travaillé sur la zone ou dans des conditions comparables.

<sup>63</sup> Institut National Agronomique de Paris Grignon.

<sup>64</sup> (Bigot, 1992 - Rabes, 1990 et 1992 - Place, 1991 - Banque mondiale, 1991 et 1992, Dorosh et Haggblade, 1991 - Rasoloarimalala, 1992 - Ranoroza, 1992 ...).



## 2.2.2 Les données acquises à l'occasion de ce travail

Ces données ont été acquises dans le cadre de la Recherche Développement sur les Petits Périmètres Irrigués et visaient donc simultanément la recherche de systèmes permettant de valoriser une amélioration de la maîtrise de l'eau et la compréhension des pratiques. Les données nouvelles concernent essentiellement des suivis, des enquêtes ponctuelles et des expérimentations. Responsable de l'équipe de Recherche Développement, mon travail sur la gestion de la fertilité pouvait servir de synthèse et de point de rencontre des activités d'agro-économie, de travail sur la gestion de l'eau, l'intensification des systèmes de culture, la zootechnie et l'organisation des producteurs (cf figure).

### Des suivis d'exploitation

Les enquêtes, quelle que soit leur qualité, ont des difficultés à rendre compte de la dynamique des exploitations agricoles et du milieu dans lequel elles sont placées. Cette constatation permet à Deffontaines et Petit (1985) d'écrire pour argumenter l'intérêt d'une observation continue des pratiques et le rôle des suivis: *"ce que fait l'agriculteur est au moins aussi révélateur de ses objectifs et de sa situation que ce qu'il en dit. Ceci implique d'observer ce qu'il fait, c'est à dire ses pratiques (...) Observer les pratiques dans le temps, c'est se donner les moyens de saisir les effets de l'évolution de la situation et du projet de l'agriculteur"*.

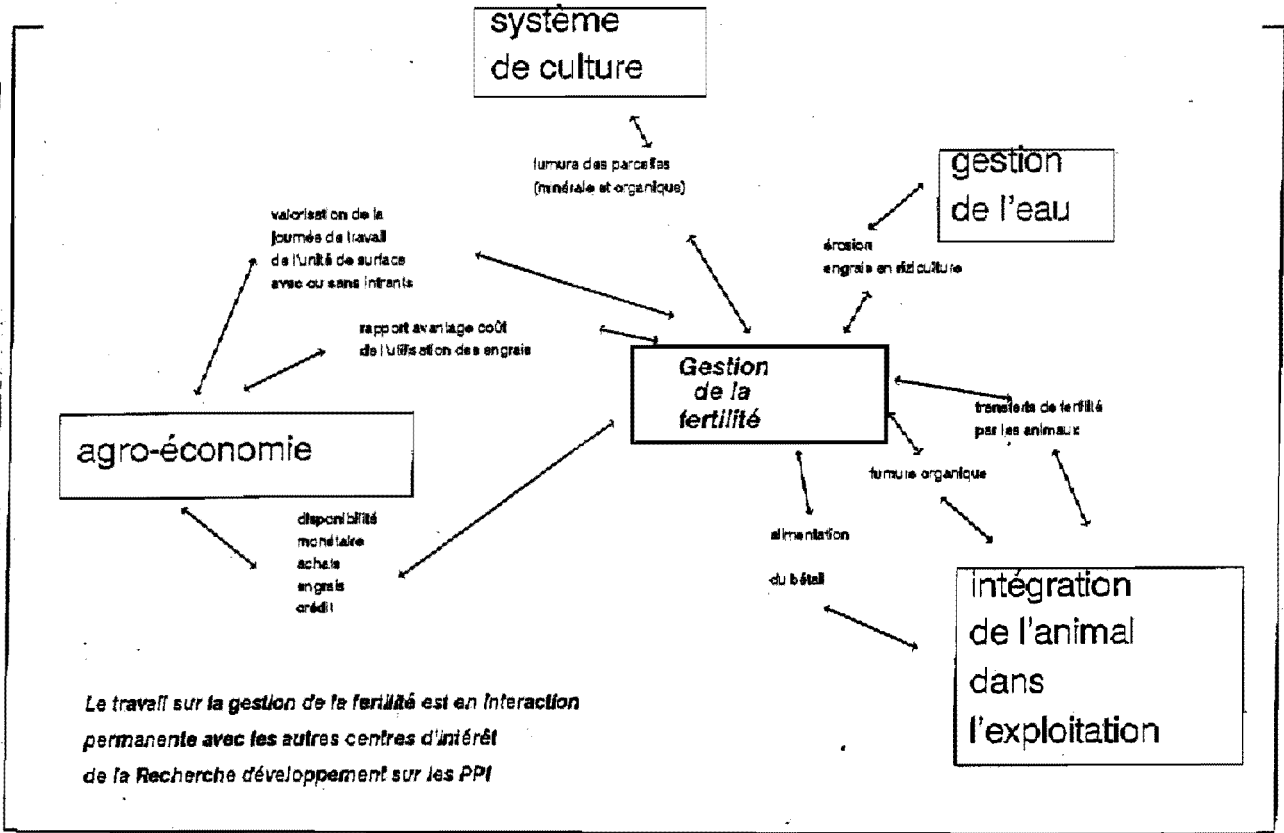
Les enquêtes basées sur les déclarations des paysans rendent moins bien l'effet de l'évolution dans le temps. Celles réalisées par le suivi-évaluation de l'ODR se rapprochent plus de suivis par le nombre de passages qu'elles impliquent ainsi que par le nombre de constatations visuelles ou les mesures qui sont demandées aux enquêteurs.

L'équipe Recherche Développement travaillant sur les PPI de l'ODR a mis en place en 1989 un certain nombre de suivis permettant de rendre compte de l'aspect dynamique de ces exploitations agricoles et de leur milieu.

**Représentativité des exploitations étudiées:** c'est un gros souci, lors de la mise en place de ces suivis, de ne pas travailler sur des exploitations qui ne seraient représentatives que d'elles mêmes. La méthode utilisée pour la sélection de ces exploitations a été la suivante: Il fallait choisir des exploitations qui soient représentatives des différentes conditions écologiques, socio-économiques de la zone mais également des différents systèmes de production développés dans cette diversité de contextes écologiques et socio-économiques. Après avoir identifié les différentes situations écologiques et socio-économiques des différents périmètres et à l'intérieur de ces périmètres, il était nécessaire de collecter les données disponibles, d'en tirer quelques ratios et de représenter la diversité des valeurs par les hameaux choisis. Les données étaient relevées à 3 échelles: Hameau, Fokontany<sup>65</sup>, Firaisampokontany concernant la démographie, les surfaces en rizière et en tanety, le cheptel et les activités extra-agricoles.

<sup>65</sup> Le Fokontany est la cellule administrative de base regroupant plusieurs hameaux ou villages (plus de 10000 fokontany à Madagascar). Ces Fokontany sont rassemblés en Firaisam-pokontany (correspondant à peu près aux anciens cantons), eux mêmes en Fivondronana (110 pour Madagascar correspondant aux anciennes sous-préfectures). Les Faritany (provinces, 6 pour Madagascar) représentent l'échelon le plus élevé.

Figure 7 relation entre le travail en gestion de la fertilité et les autres activités



**Choix des hameaux :** après avoir réalisé la liste des hameaux et calculé des ratios sur les principales variables descriptives, il a fallu choisir de façon raisonnée des hameaux prenant en compte les diversités écologiques, socio-économiques (oppositions entre rive droite et rive gauche, nord / sud ou est / ouest selon l'axe principal d'allongement du périmètre, volcanisme et socle cristallin etc).

4 à 6 hameaux ont été proposés sur chaque périmètre par les Assistants de Recherche, deux ont finalement été retenus après des réunions pendant lesquelles les points suivants ont été abordés:

- 1) Pourquoi veut on faire de la Recherche - Développement sur les PPI. Qu'est ce que la Recherche Développement ?
- 2) Pourquoi le hameau a-t-il été choisi?
- 3) Quelles sont les activités menées par la Recherche - Développement?
- 4) Sur quels points les exploitants du hameau peuvent - ils travailler avec l'équipe?
- 5) Quels sont les principaux problèmes qui se posent sur les exploitations?

Deux hameaux par périmètre ont finalement été retenus.

**Enquête rapide sur les hameaux:** cette enquête exhaustive (298 exploitations sur les 10 hameaux) portait sur la démographie et la force de travail, les surfaces en tanety, en rizière et les cultures pratiquées, le cheptel et le matériel de l'exploitation.

**Choix des exploitations de référence:** après analyse de l'enquête rapide, 5 exploitations représentatives du hameau ont été choisies parmi les exploitations volontaires .

**Vérification de la représentativité:** une étude a été réalisée pour vérifier cette représentativité (Rollin, Randrianjafinimaro, 1990): les exploitations appelées "exploitations de référence" ont été comparées aux exploitations des autres enquêtes (suivi évaluation de l'ODR, avant projet sommaires des PPI) pour les variables qui semblent les plus pertinentes pour décrire une exploitation des Hautes Terres malgaches<sup>66</sup>. Ces différents échantillons ont été comparés, variable par variable pour leur moyenne et leur écart type mais aussi pour leur distribution. Des analyses en composantes principales reprenant l'ensemble des variables et considérant les exploitations de référence comme individus supplémentaires ont montré que toute la variation de l'information était décrite par ces exploitations de référence.

**Les suivis effectués sur les exploitations:** les suivis sur les exploitations de référence ont concerné la trésorerie de ces exploitations grâce à un enregistrement quotidien de l'ensemble des transactions de l'exploitation<sup>67</sup>. Les cinquante exploitations suivies pendant quatre ans représentent une masse d'information très importante à analyser. Le cheptel des hameaux a également été suivi mensuellement permettant d'apprécier les entrées et les sorties pour chaque espèce et pour chaque exploitation.

<sup>66</sup> taille du ménage, âge du chef d'exploitation, niveau d'instruction, surface en rizière et en tanety de l'exploitation, surface en rizière et en tanety par personne, nombre de boeufs de trait, de vaches laitières, total bovin, total porcin, présence de charrue, herse, charrette, houe rotative, proportion tanety sur rizière.

<sup>67</sup> chaque transaction étant inscrite en double sur un cahier par l'exploitant, vérifiée aux différents niveaux de l'équipe et saisie de façon informatique avec une description par 12 variables.

**Des suivis de l'environnement physique et socio-économique:** les caractéristiques climatiques de l'ensemble des stations climatiques de la zone ont été observées. Des observations sur les marchés ont été mises en place dès 1989 afin d'évaluer les prix et les quantités commercialisées sur ces marchés. Sur chaque petit périmètre irrigué, une fiche était remplie à l'occasion du "tseña" (marché) hebdomadaire le plus important. Ces observations ont été regroupées en cinq grandes rubriques: produits vivriers, produits animaux, produits de première nécessité, fruits et légumes et intrants.

### **Les expérimentations**

Il ne pouvait être question, dans le cadre d'une étude sur la gestion de la fertilité, de remettre en cause les résultats de près d'un siècle d'expérimentation et de vouloir y substituer des résultats qui auraient été très limités par les localisations et les campagnes agricoles couvertes. Le choix a donc été fait d'utiliser les résultats disponibles, ne mettant en place des expérimentations que si certaines zones d'ombre subsistaient.

C'est ce qui a conduit l'équipe Recherche Développement à travailler en plus des tests courants sur les variétés et les techniques culturales

- sur des systèmes permettant de financer la fertilisation d'une culture fortement autoconsommée, le riz, grâce aux cultures de contre saison (céréales à paille, pomme de terre) qui sont en grande partie vendues (Rollin, Rajaonah, 1990);
- sur les modes d'apport permettant des économies de fertilisants par rapport aux applications en plein (techniques d'apport à la ligne ou au poquet, d'enrobage);
- sur des alternatives techniques telles que la rizipisciculture, l'azolla, les systèmes à couverture permanente (en relation avec le projet riz d'altitude et la KOBAMA).

**Des enquêtes ponctuelles** utilisant de façon préférentielle les hameaux test et les exploitations de référence ainsi que des photographies aériennes agrandies au 1/5000° ou au 1/2500° ont été conduites dès que des points particuliers demandaient des approfondissements (foncier, place et intégration de l'arbre, alimentation du bétail, rizipisciculture, système de culture avec haricot, perception paysanne du milieu...). Des stagiaires d'origine différente (CNEARC -Borie, 1989, Borriello, 1990, Rougier, 1991- ISTOM -Raimond, 1990, Alberteau, 1991- EN3 -Rasamoelina, 1992- Université libre de Bruxelles -Rajemison, 1990- Université Paul Valéry de Montpellier -Ravoninirina, 1991-), ont travaillé avec les exploitants de référence, n'hésitant pas à résider parfois dans le hameau malgré des conditions de vie difficiles pour arriver à une meilleure connaissance grâce à une bonne intégration.

### 2.2.3. Les méthodes de traitement des données

La récupération des données des enquêtes réalisées précédemment est un vrai travail de recherche. De nombreuses enquêtes sur support papier ou sur support informatique présentent un intérêt suffisant pour que leur transcription en fichiers informatiques utilisables soit réalisée. Il s'agissait donc, soit de saisir les données en LISA<sup>68</sup>, soit de les récupérer dans un format compatible.

Les traitements réalisés précédemment sur ces enquêtes perdaient une part importante de l'information en étant présentés variable par variable en grande catégories. Pour les enquêtes du suivi évaluation de l'ODR, par exemple, les résultats sont présentés par CIRVA ou selon le niveau d'adoption de la méthode de riziculture améliorée (FT, FN1, FN2)<sup>69</sup>. Pour les enquêtes des Avant Projets Sommaires sur les Petits Périmètres Irrigués, les résultats sont présentés en fonction de la classe de surface en rizière à laquelle appartient l'exploitation: 0-25 ares, 25-50, 50-75, 75-100, >100 ares. Seules les moyennes sont utilisées, les informations données par un écart type, une distribution ou un croisement de variables étant négligées.

Le logiciel LISA permet, par sa compatibilité avec les principaux formats de fichier (ASCII, DBF, CSTAT) de récupérer les données informatiques et de les traiter. Un système permettant de déterminer le domaine de validité des données évite de travailler avec des valeurs aberrantes faussant l'ensemble des résultats. Les statistiques élémentaires, les croisements de variables quantitatives et qualitatives, les méthodes d'analyse factorielle et de classification automatique sont facilement accessibles. Les résultats obtenus sont ensuite représentés avec un "grapheur" (en l'occurrence Graph in the Box et Harvard Graphic) et incorporés dans le texte.

Une autre possibilité de LISA a été largement exploitée: il s'agit de l'agrégation de données qui permet d'obtenir des sommes, des moyennes ou des pourcentages sur un champ clé. A partir d'enregistrements élémentaires décrits par plusieurs variables (un ou plusieurs niveau de lieu, de date, de description...), sommes moyennes ou pourcentage peuvent être réalisés sur un ou plusieurs de ces critères. Le traitement des données sur les budgets des ménages, les marchés, la climatologie a largement fait appel à cette technique permettant, par exemple, à partir de plusieurs milliers de transactions élémentaires de quelques dizaines d'exploitations de déterminer quelle est la part moyenne des recettes en riz dans le budget des ménages.

L'utilisation de l'informatique, indispensable lorsqu'il s'agit de traiter des milliers de données, ne remplace pas la lecture des fiches d'enquêtes une par une, lecture qui permettra d'orienter le traitement et apportera certaines informations impossible à obtenir avec l'ordinateur.

Les systèmes d'information géographiques (SIG) mettant en relation des bases de données et des cartes sont également utilisés. Le logiciel MAPINFO permet de lier plusieurs couches

<sup>68</sup> Logiciel Intégré pour les Systèmes Agraires.

<sup>69</sup> Fomba Tradisional (méthode traditionnelle). Fomba nohatsaraina (méthode améliorée) niveau 1 et 2.

représentant des découpages spatiaux différents à des bases de données. Chaque couche est géoréférencée ce qui permet de situer n'importe quel point de la carte en latitude et en longitude. Ces systèmes d'information géographiques sont particulièrement utilisés dans ce travail pour représenter des évaluations dans l'espace et dans le temps de pratiques ou de caractéristiques d'exploitation. Plusieurs fonds de carte ont été digitalisés sous ARCINFO (altitudes, géologie, Firaisampokontany, cantons) ou récupérés depuis le fond documentaire de la FAO également au format ARCINFO (Fivondronana, rivières, bassins versants...). Les fonds de carte sont aussi utilisés pour représenter certains phénomènes de répartition (population, cheptel, infrastructures) ou de mouvements.

L'ensemble des données récupérées et traitées constitue un ensemble important dont une petite partie, liée spécifiquement à la gestion de la fertilité est présentée. Les données pourraient être utilisées pour traiter bien d'autres sujets. Les outils utilisés se sont révélés performants pour évaluer des évolutions dans l'espace et dans le temps.

**Troisième partie**  
**Caractérisation des zones étudiées : une**  
**grande variabilité des conditions due à**  
**l'hétérogénéité des ressources et de l'accès**  
**aux ressources**

Un des grands intérêts de l'étude de la région repose sur la diversité des conditions du milieu dans lequel le paysan des Hautes Terres vit et à laquelle il s'adapte pour arriver à ses objectifs. Les ressources disponibles, chaleur, pluie, eau d'irrigation, éléments échangeables pour la plante sont répartis de façon très inégale sur l'ensemble de la région. Il convient donc, pour caractériser la zone, d'étudier dans un premier temps la diversité des conditions du milieu, paysage et altitude, climat, sol, hydrologie, d'examiner les répartitions et les conséquences que chaque type de condition peut avoir sur les pratiques pour comprendre les paysages. Après avoir examiné les ressources disponibles, il est important, dans un deuxième temps, d'examiner comment s'est déroulé l'accès aux ressources: foncier, eau, argent ou connaissance scientifique permettant la mise en valeur du territoire.

Dans cette partie, l'espace et le temps sont particulièrement pris en compte pour être intégrés dans les processus complexes et variables de gestion de la fertilité.

### 3.1 Hétérogénéité du milieu: l'écologie du milieu, une diversité des conditions physique de la production

#### 311 Qui, du paysage ou des pratiques détermine l'autre ?

Dans une première réponse, il est possible d'affirmer que ce sont les paysages qui déterminent les pratiques; selon la pente du bassin versant, les caractéristiques pédologiques, la largeur du bas fond..., les pratiques sont différentes. C'est le cas pour une partie importante de la zone d'étude et notamment pour tous ces paysages qui ont été façonnés par la nature, sans intervention de l'homme. Par opposition, il est frappant de voir, dans les parties les plus peuplées comment les pratiques d'aménagement de l'espace ont modifié le paysage<sup>1</sup>.

Les paysages ont été décrits dans le chapitre sur les pratiques comme résultant de combinaisons et d'interactions. Pour l'agronome, le paysage est souvent le point d'aboutissement d'une rencontre entre un homme et le milieu qu'il modifie par ses pratiques. Ce sont ces pratiques qui sont l'objet premier d'intérêt. Pour le géographe, par opposition, c'est plutôt un point de départ dont l'observation permettra de comprendre les pratiques et le paysan dans son milieu. Est ce le paysage qui détermine les pratiques ou les pratiques qui permettent d'aboutir à un paysage? Les deux conceptions sont possibles et dépendent surtout de la densité de population. Les conditions du milieu, la situation des exploitations, les choix des paysans doivent de toute façon être étudiés (cf figure 1).

Le Bourdieu (1974) range l'ensemble des paysages des pays merina et betsileo dans la catégorie des "paysages rizières fortement structurés par l'homme", en insistant ensuite sur la grande diversité qui peut apparaître. Ce paysage est une construction intellectuelle de l'observateur. Il est possible de noter que les mêmes paysages composés de rizières, de cultures pluviales, de pâturage et de forêt ont été perçus, à la même époque, de façon très diverses par des observateurs différents. Selon que le paysage est vu de l'intérieur (par le paysan) ou de l'extérieur, selon la déformation professionnelle qui concentre l'attention sur

<sup>1</sup> cf "l'homme, ce faiseur de paysage" Gourou, 1973.



certaines éléments particuliers, selon les moyens d'analyse et le temps passé pour aller dans le détail, des descriptions discordantes peuvent être réalisées. A la suite de Mayeur (1777), Leguevel de Lacombe (1840), Grandidier (1870), de nombreux observateurs ont parcouru ces régions et relatés leurs voyages avec des détails qui ne concordent pas toujours. Cette absence de concordance peut cependant être autant imputée à la subjectivité des observateurs qu'à la très grande diversité des paysages.

### En quoi ces paysages sont ils différents ?

Un croisement de variables du milieu physique (altitude et géologie) et du milieu humain (ethnie<sup>71</sup> et densité de population) permet d'obtenir un début de réponse très grossier à la diversité des paysages. Ces variables seront étudiées en détail dans les parties suivantes.

Tableau 1 Division administrative et ethnle dominante en fonction de la densité de population et du milieu physique

	Volcanisme ancien Haute altitude	Volcanisme récent Altitude moyenne à haute	Alluvions, plaines d'altitude Altitude moyenne à haute	sole cristallin toutes altitudes
forte densité de population plus de 200 h/km <sup>2</sup>	<i>Merina</i> partie d'Antsirabe	<i>Merina</i> très haute densité Antsirabe Betafo	<i>Merina</i> Antanifotsy Antsirabe	<i>Betsileo Merina</i> Fandriana Ambositra Partie d'Antsirabe
Densité moyenne de 50 à 200 h/km <sup>2</sup>	<i>Merina</i> Faratsiho		<i>Merina</i> Antsirabe	<i>Merina Betsileo</i> partie d'Antsirabe Fandriana, Ambositra
Faible densité moins de 50 h/km <sup>2</sup>	<i>Merina</i> Zones de très haute altitude Faratsiho			<i>Betsileo, Merina, Bara, Antandroy</i> Betafo, Ambatofinand. Domaine Quartzitique d'Antsirabe et Ambositra

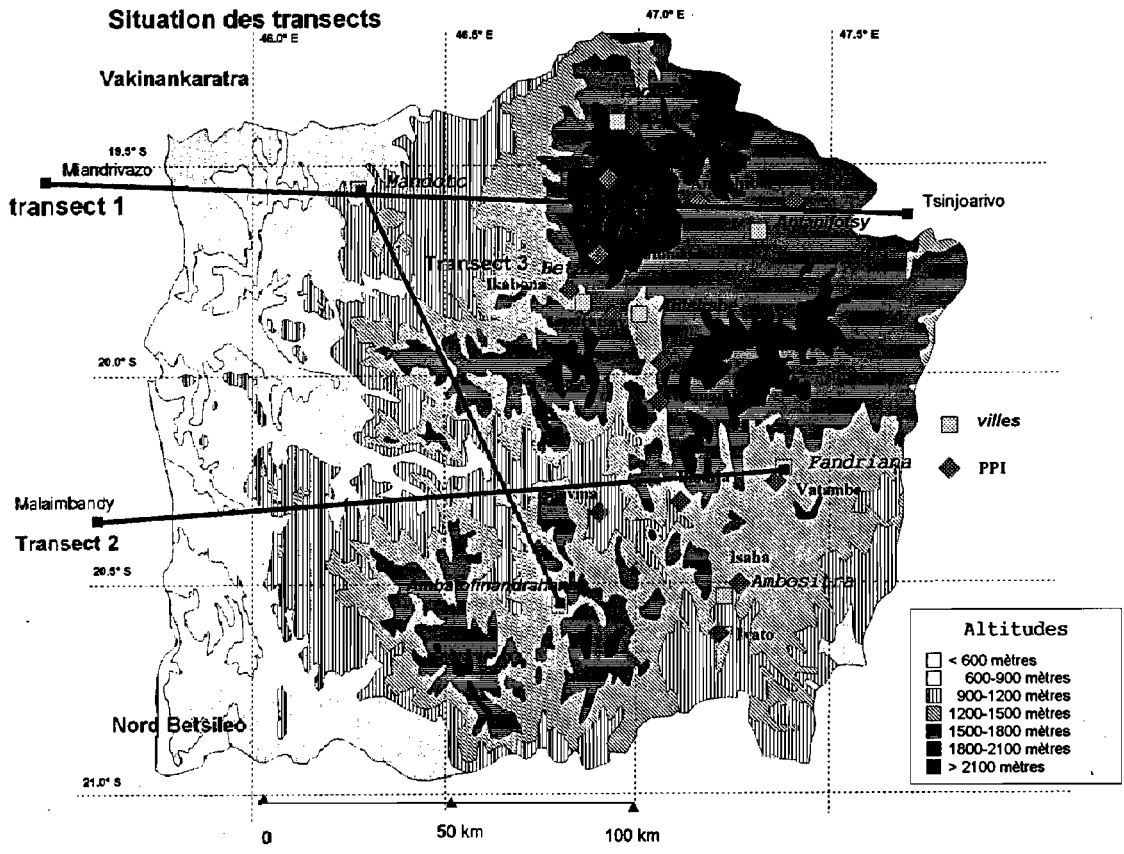
### Le relief et l'altitude, déterminants capitaux du paysage

Parmi les nombreux critères déterminant le paysage, le relief et l'altitude interviennent de façon prépondérante. La région comprend en effet des altitudes variant de moins de 400 mètres à plus de 2400 mètres. Sur plus de 2000 mètres de dénivellée, climat, végétation, évolutions, potentialités et contraintes seront très différents.

Trois transects peuvent donner une idée de ces variations d'altitudes au niveau régional (carte des altitudes).

<sup>71</sup> même s'il s'agit d'une approximation rapide, les Vakinankaratra sont assimilés aux merina.

# Situation des transects



- villes
- ◆ PPI

Altitudes	
□	< 600 mètres
▤	600-900 mètres
▥	900-1200 mètres
▧	1200-1500 mètres
▨	1500-1800 mètres
▩	1800-2100 mètres
■	> 2100 mètres

Le transect 1 traverse d'est en ouest (de Tsinjoarivo sur les bords de l'Onive à Miandrivazo sur les bords de la Mahajilo) la zone étudiée au niveau de l'Ankaratra. En une centaine de kilomètres, l'altitude passe de 2200 mètres à moins de 100 mètres à travers le Moyen Ouest. Les plus hauts reliefs sont constitués soit par le volcanisme ancien où l'on assiste à une mise en valeur importante lorsque l'altitude permet encore de cultiver le riz (2000 mètres sur le versant occidental, 1750 sur le versant oriental), soit par le massif granitique ruiniforme des Vavavato où la mise en valeur devient très difficile.

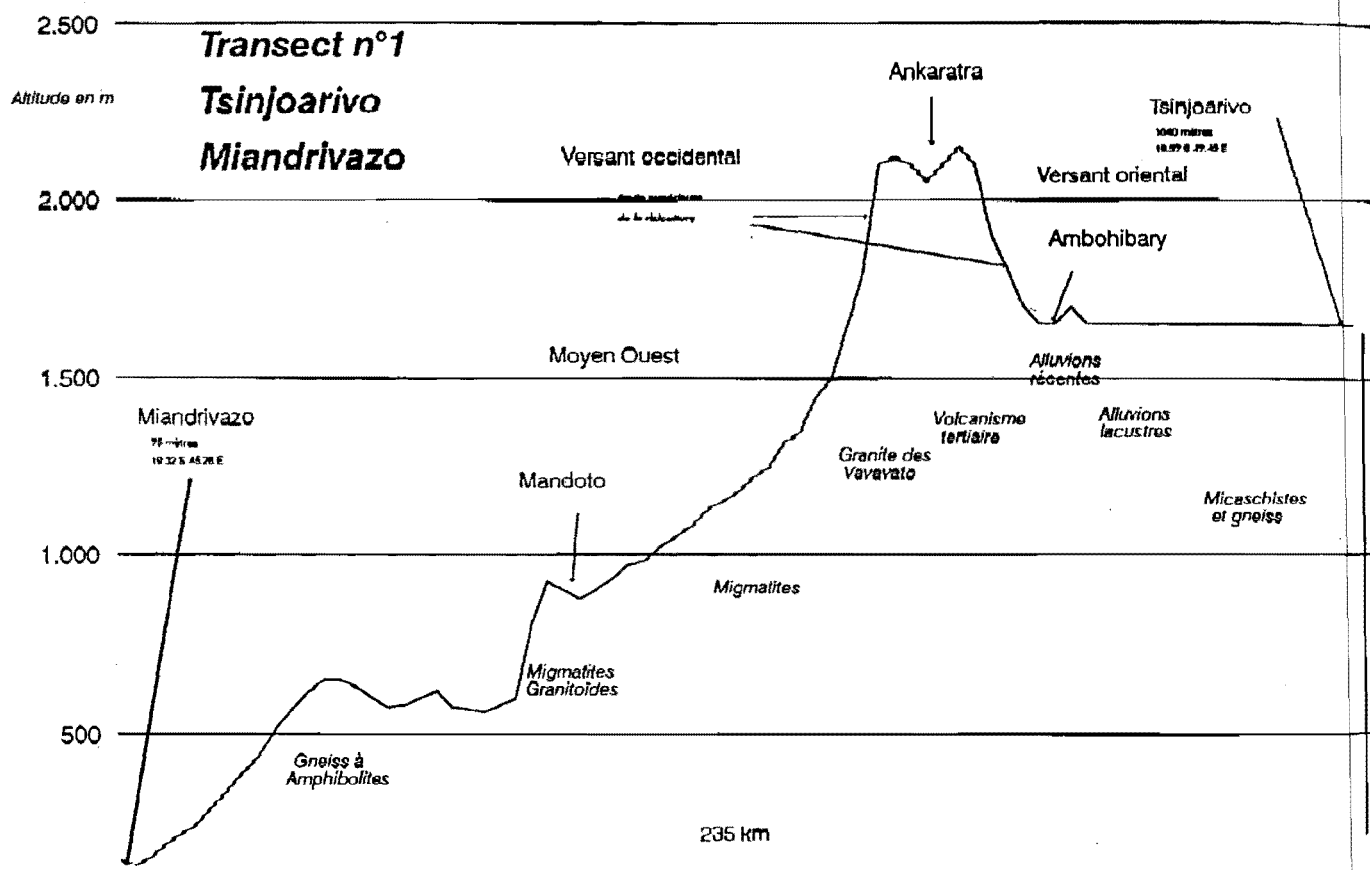


Figure 2 Transect n°1 Tsinjoarivo Miandrivazo

Le deuxième transect traverse d'est en ouest le Nord Betsileo partant de Fandriana pour arriver à Malaimbandy. Les zones traversées ne comportent pas comme dans le premier transect de grandes régions alluvionnaires ou volcaniques. Les zones orientales sont beaucoup plus peuplées et mises en valeur que les zones occidentales.

Le troisième transect traverse le Moyen Ouest de Mandoto à Ambatofinandrahana selon une direction Nord Sud. Les rivières Iandratsay et Mania ont profondément entaillé le relief. Les hauteurs dans un domaine quartzitique inhospitalier sont réservées aux dahalo et à l'élevage extensif.

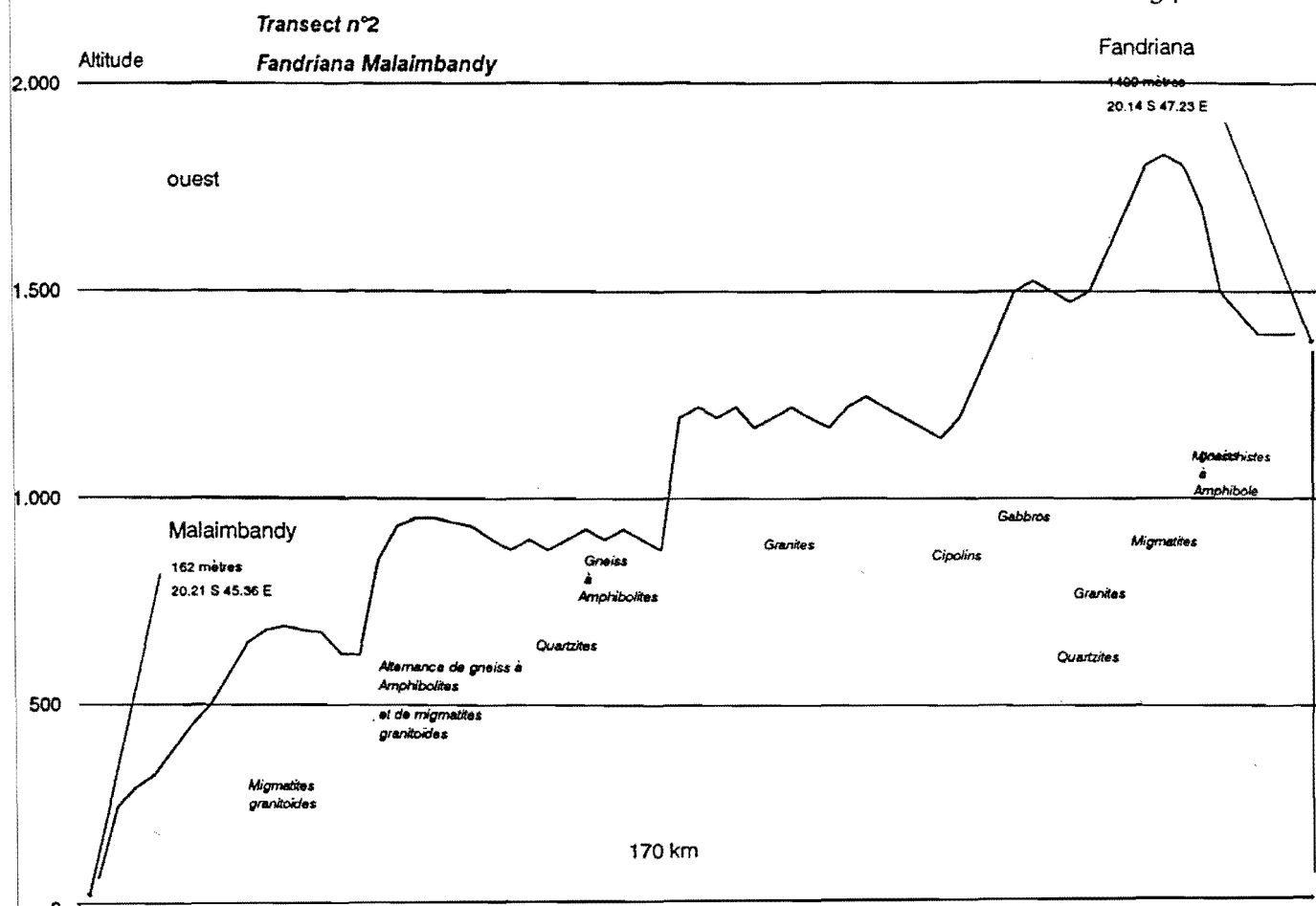


Figure 3 Transect n°2 Fandriana Malaimbandy

Après les premiers explorateurs, ces paysages ont été décrits par les géographes. Il ne peut être question de reprendre les descriptions méticuleuses de Le Bourdieu (1974), Raison (1984) ou Rakoto (1991). Ce dernier parle de "mérinité" des paysages et il semble en effet que l'on puisse opposer des paysages merina frappant par les aménagements soignés des vallées et parfois des larges plaines, par les paysages de cultures pluviales en rideaux, et ceux du Betsileo où à l'exigüité des vallées se joint le développement d'une riziculture irriguée de versant. La place de l'arbre dans le paysage est également très différente. En descendant d'Antananarivo vers le Sud, on n'observe, en pays merina, que le mimosa<sup>72</sup> subspontané de l'Ankaratra et un certain nombre de boisements, la plupart du temps de pinus, réalisé par des stations ou des exploitants forestiers. Après une transition procurée par les tapia (Uapaca bojeri), les eucalyptus apparaissent et peuvent prendre, en pays betsileo, une place importante dans le paysage. En pays merina comme en pays betsileo, la transition vers l'Ouest se traduit par une disparition quasi totale des arbres aux exceptions près de quelques forêts reliques dans quelques vallées étroites.

A une échelle beaucoup plus grande que celle des transects précédents, les paysages apparaissent comme des déclinaisons de la relation rizière - colline et des interactions entre

<sup>72</sup> *Acacia dealbata*. Perrier de la Bathie (1918) attribuée à G. Carle, chef du service de colonisation l'introduction, en 1913, du mimosa.

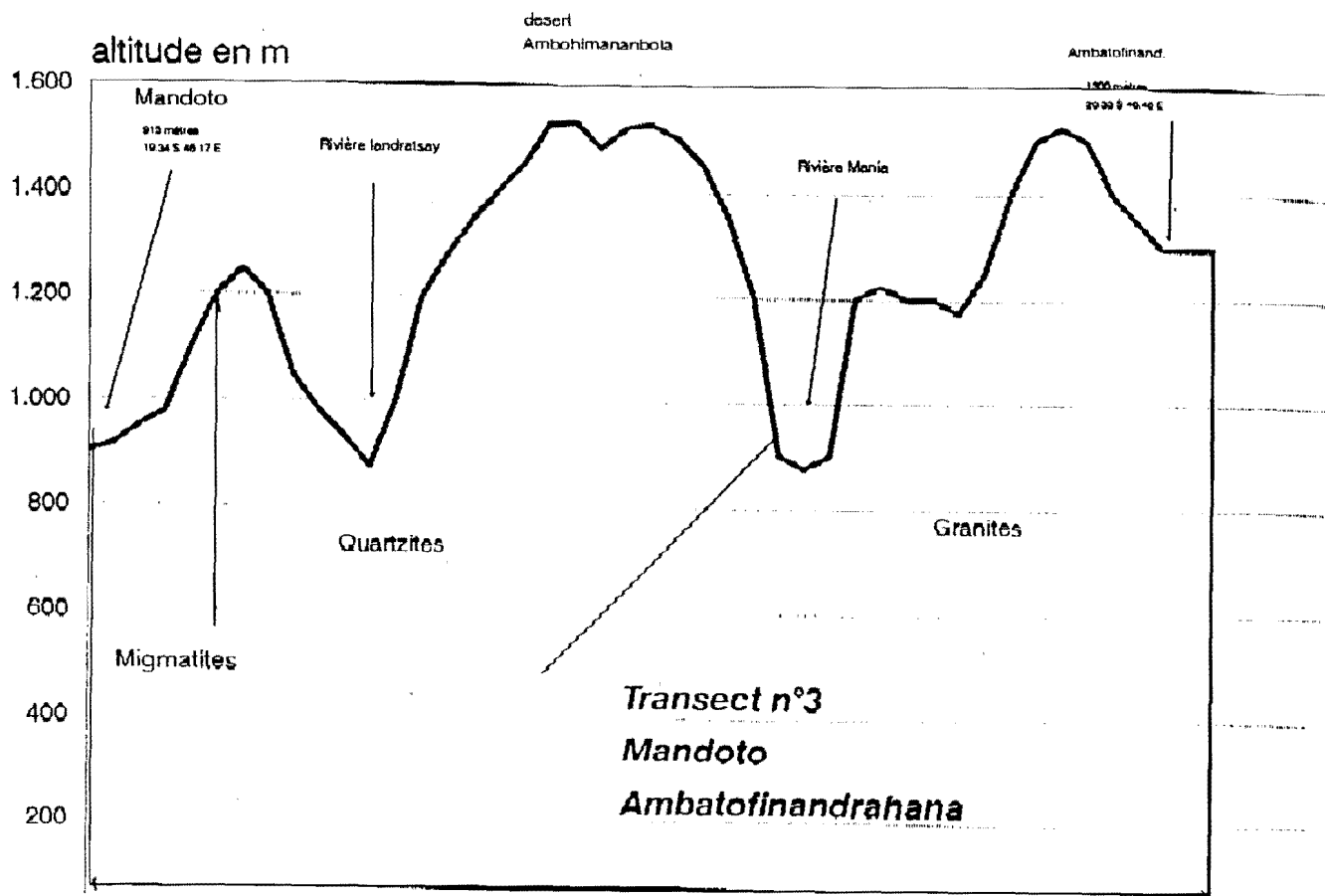


Figure 4 Transect n°3 Mandoto Ambatofinandrahana

ces parties. "Les Hautes Terres associent les bas fonds où se concentrent les rizières (les *tanimbary*) et les *tanety* (collines) domaine de l'élevage des boeufs et des cultures pluviales dont les champs apparaissent plus claisemés. Des sommets rocheux jusqu'aux plaines alluviales, le paysage nettement tranché oppose ces deux unités selon des caractères binaires, le plat et l'élevé, l'irrigué et le sec" <sup>73</sup>.

Quelques transects réalisés avec Borie (1989) montrent la diversité qui peut exister tant du point de vue des types de sol que de l'utilisation qui en est faite, de la pente de la colline ou de la rizière (pour les rizières en gradins). A Soavina, les *tanety* à proximité des rizières dominent seulement de quelques mètres ou quelques dizaines de mètres les espaces irrigués alors que les dénivellées sont de plusieurs centaines de mètres à Ambohibary et surtout à Manandona. Dans tous les cas, riz maïs, arbres fruitiers et forestiers sont retrouvés dans des combinaisons et des successions variées.

<sup>73</sup> Blanc Pamard, 1985 p 421.

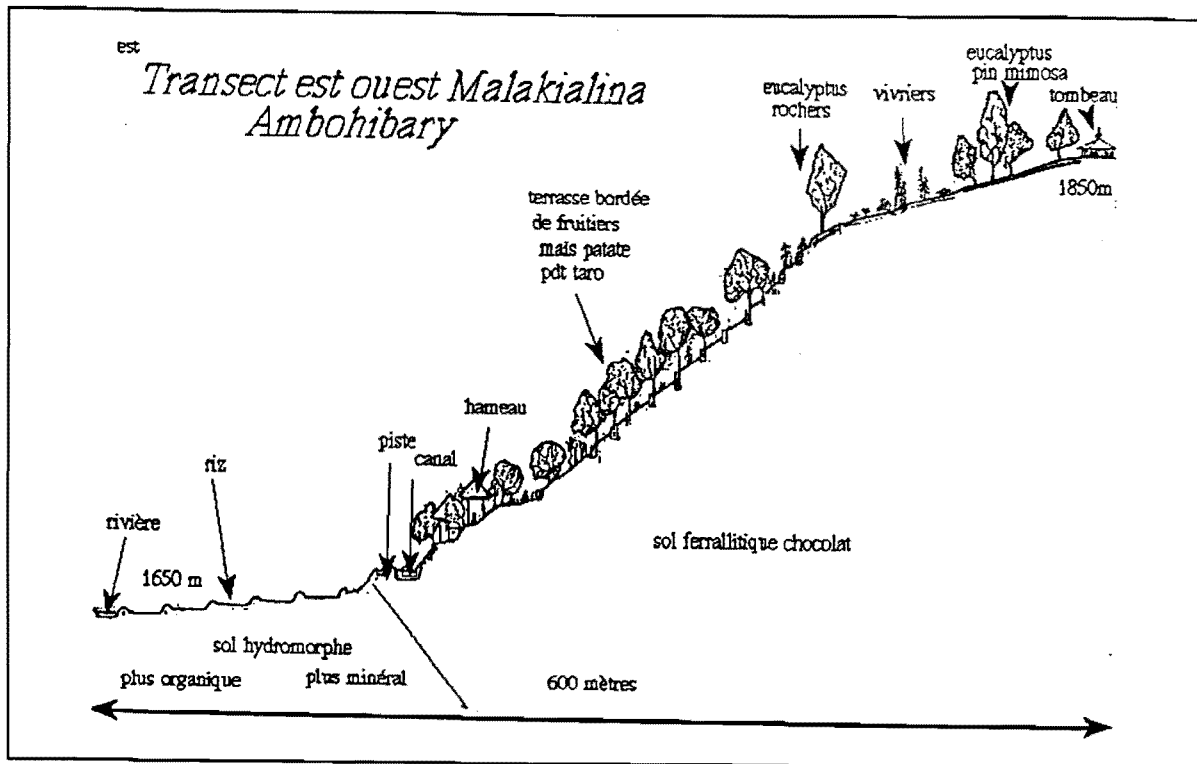


Figure 5 Transect est ouest Malakialina Ambohibary

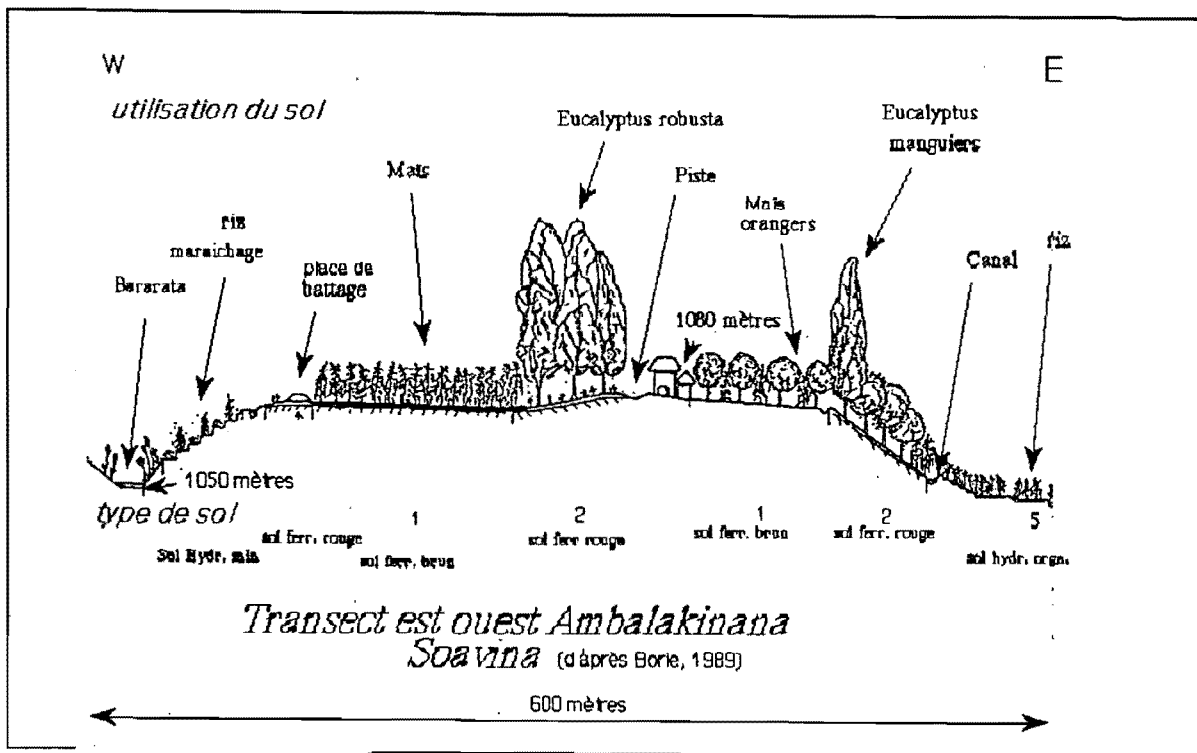


Figure 6 Transect est ouest Ambalakinana Soavina

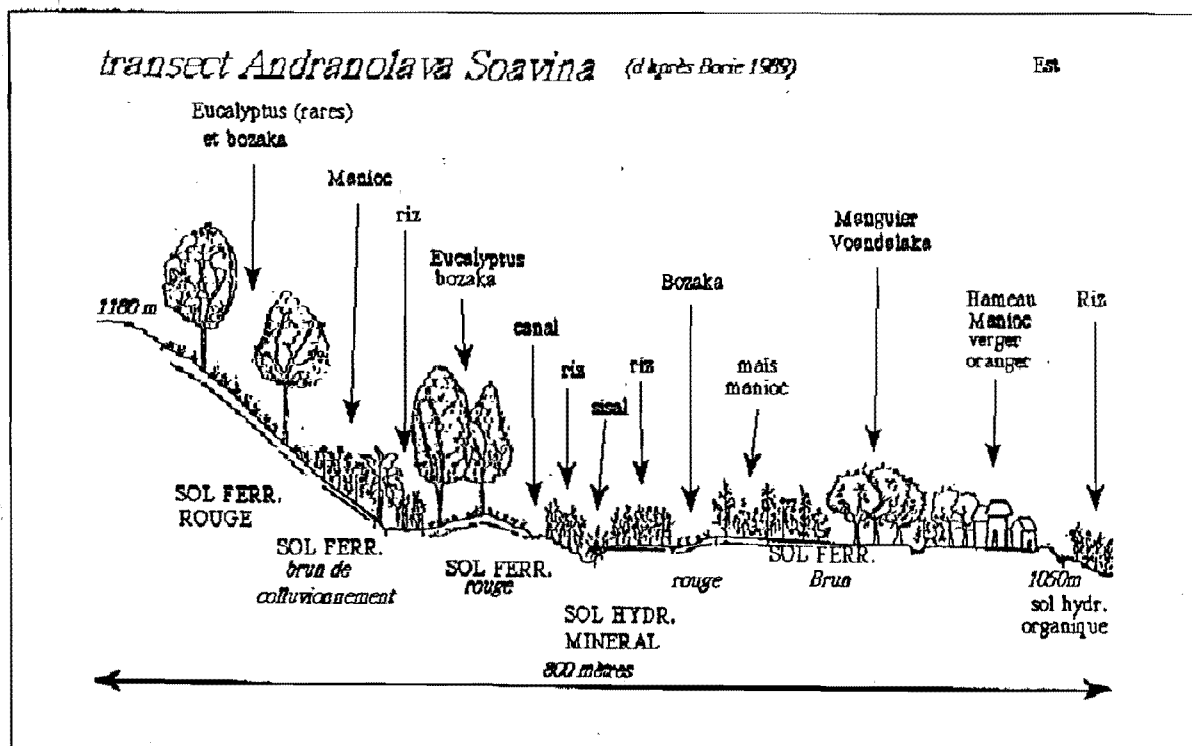


Figure 7 Transect Andranolava Soavina

est

ouest

# Transect est ouest Manandona Tsiresy

bozaka, Pinus patula et kesya

patate douce, manioc  
maïs taro dans les zones  
d'effondrement

très forte érosion

altérites ferrallitiques

manioc  
haricot

casiers  
abandonnés

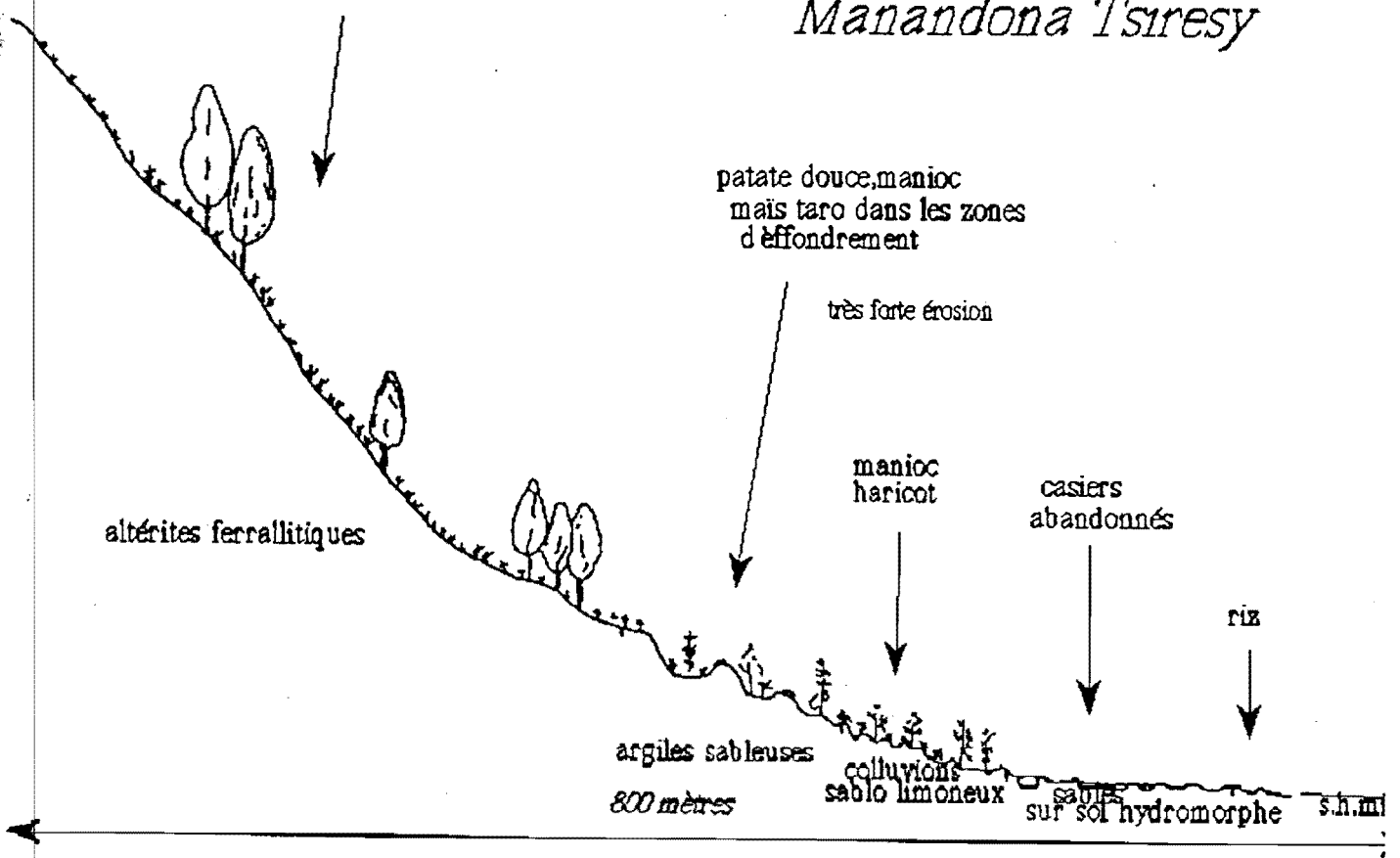
riz

argiles sableuses  
800 mètres

colluvions  
sablo limoneux

sables  
sur sol hydromorphe

s.h.m.





### 3.1.2 Climat: les variations dans l'espace et dans le temps

Un des premiers facteurs d'explication des paysages réside dans l'offre climatique. Le climat est en effet un "*facteur local d'explication de la densité de population*" (Raison 1984) et ses variations dans le temps et dans l'espace sont déterminantes pour les pratiques de gestion de la fertilité. Les études sur le climat de Madagascar et en particulier sur le climat des Hautes Terres sont nombreuses<sup>74</sup> et il n'est pas question ici de reprendre toutes ses composantes. Ce sont surtout les facteurs qui entrent en interaction avec la fertilité qui nous intéressent. Le climat est alors pris en tant que "potentiel et contrainte physique agissant sur l'aptitude à produire en fonction des objectifs des agriculteurs" (cf définition de la fertilité en 212).

Le climat est habituellement décrit par des moyennes et il s'agit effectivement de la façon la plus simple de caractériser une région. Les pratiques de gestion de la fertilité sont cependant moins déterminées par les normales et les moyennes que par les possibilités d'accidents climatiques.

Il existe de fortes variations microlocales dues aux perturbations des masses d'air par la disposition très variée des reliefs: il peut pleuvoir abondamment en un endroit sans qu'il tombe une goutte à quelques kilomètres, certains sites sont particulièrement sensibles à la grêle.

#### Les variations climatiques dans l'espace:

Pluies, températures, évaporation sont très liées au relief qui intervient à la fois par l'altitude et par l'exposition.<sup>75</sup> 31 stations climatologiques (avec plus de 25 ans de données) ont été identifiées dans un quadrilatère compris entre les latitudes 19° et 21° sud, les longitudes 45°30' et 48° est. La zone est assez bien décrite et encadrée par ces stations mis à part entre 20° et 20°30' de latitude sud (Nord Betsileo) ainsi que pour une partie du Moyen ouest. La région d'Antsirabe est en revanche sur représentée (cf carte de situation des stations).

**La variabilité de la pluie** à l'intérieur de la zone est relativement importante: les moyennes s'échelonnent de 1056mm à 2462mm. (cf annexe coordonnées pluviométrie moyennes mensuelles et annuelles des stations climatologiques étudiées)

La relation entre l'altitude et la pluviométrie est difficile à mettre en évidence avec l'ensemble des stations<sup>76</sup>. Elle est beaucoup plus nette si l'on considère les stations à plus de 1000m d'altitude<sup>77</sup>.

<sup>74</sup> en particulier Raunet 1980 et 1981, Oldeman 1990, Donque 1971, Chabanne 1987 à 1992.

<sup>75</sup> La région étudiée se trouve entre les latitudes 19°12' et 21°04' sud, les longitudes 45°43' et 47°51' est.

<sup>76</sup> ( $r^2 = 0.04$ ).

<sup>77</sup> ( $r^2 = 0.52$ ).

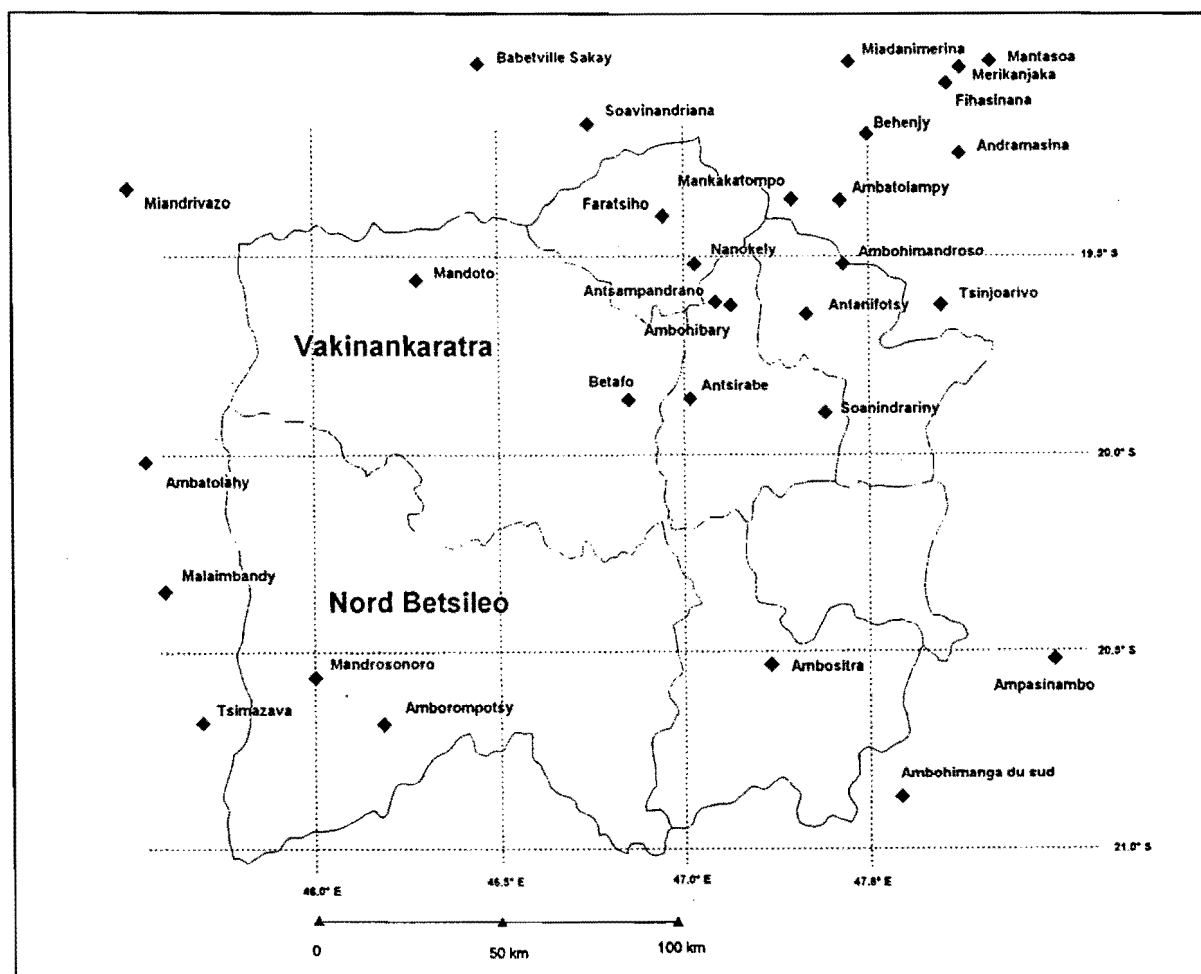


Figure 9 Carte de situation des stations climatologiques

Le biais dans la relation est apporté par les stations orientales de la falaise bien arrosées bien qu'étant en basse altitude. Il existe une relation assez faible entre la longitude et la pluviométrie annuelle, alors qu'elle est vérifiée pour l'ensemble de Madagascar. Cette faiblesse est expliquée par l'effet du massif de l'Ankaratra: "... si à altitude égale on compare les moyennes des stations situées sur le versant ouest et le versant est, de part et d'autre de l'échine sommitale, on constate qu'il pleut d'avantage à l'ouest qu'à l'est. Ceci peut paraître surprenant, car l'ambiance atmosphérique est plus humide (précipitation occultes, forte nébulosité) et plus étalée dans l'année sur le coté oriental. Ce fait est confirmé par les lambeaux de forêt primitive, inexistant à l'ouest. Les pluies sont en fait plus concentrées dans l'année et la saison sèche mieux ensoleillée et plus marquée sur la façade ouest". (Raunet, 1981)

Ce sont donc les mois secs qui opposeront le plus nettement les stations orientales et occidentales<sup>78</sup>. "Le pourcentage de jours de pluie de saison sèche est de 8 à 10 % dans la région occidentales de Hautes terres alors qu'il est de 30% dans la région orientale. Ces

<sup>78</sup> La corrélation entre la pluviométrie des mois de mai, juin, juillet, août septembre et la longitude est toujours supérieure à 0.5 alors qu'elle varie de -0.2 à 0.25 pour les autres mois

La température détermine la possibilité ou non de faire certaines cultures.

On trouve dans la zone beaucoup de cultures en limite écologique donnant des rendements faibles ou nécessitant des techniques particulières.

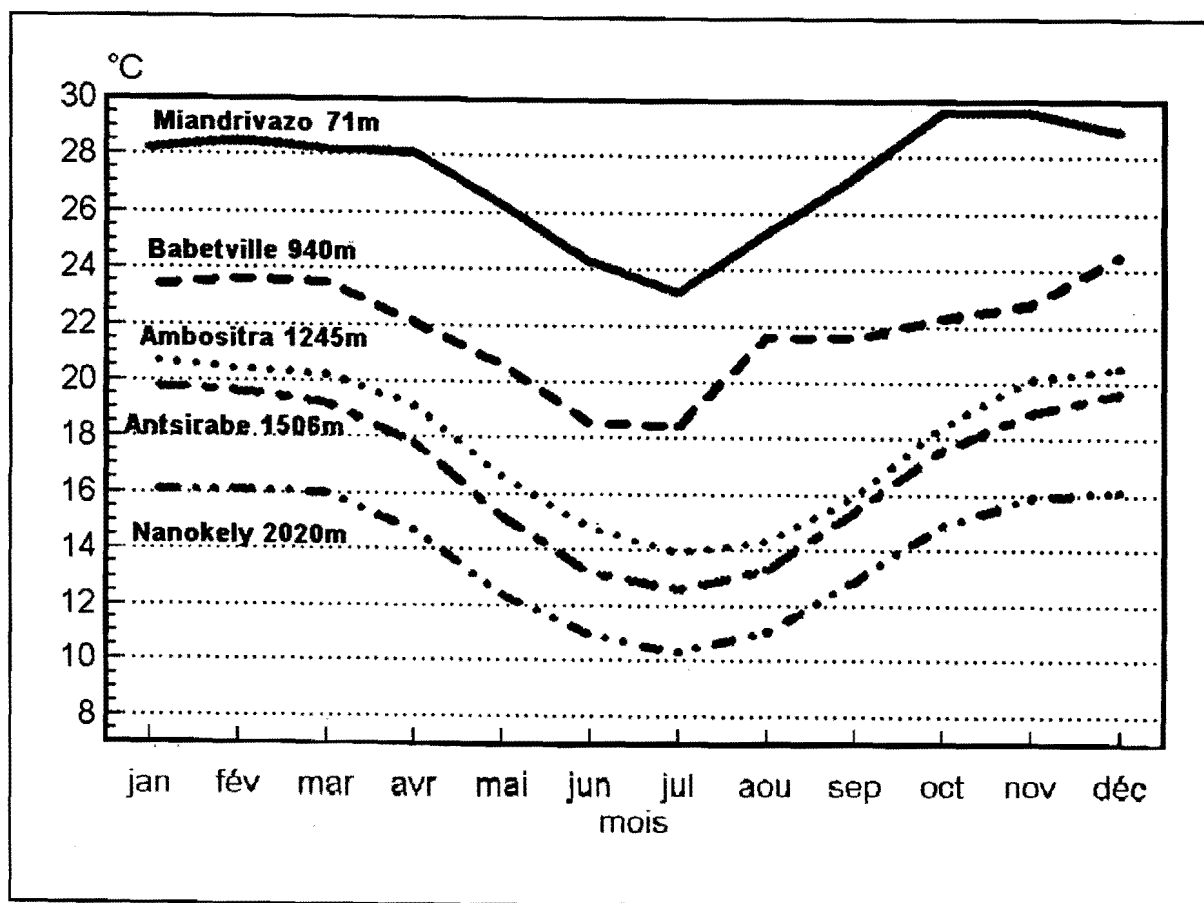


Figure 11 températures moyennes mensuelles en fonction de l'altitude

Les rendements du riz sont très faibles lorsque l'on a des températures inférieures à 13°C<sup>79</sup> pendant la période allant de l'initiation paniculaire à la fécondation par déficience de la méiose pollinique qui entraîne une forte stérilité des épillets. Le riz est cependant présent à côté de Nanokely où les températures minimales sont toute l'année inférieure à 12°C (cf graphique). Les températures moyennes qui sont requises sont théoriquement de 13°C pour la germination, 15°C pour le tallage 22°C pour la floraison.

Pour Puard (1987), l'influence de la température varie en fonction des variétés. La température seuil varie entre 9°C et 18°C pour les variétés japonaises, seuil dépendant également du stade végétatif et du milieu (cf tableau 2).

<sup>79</sup> Angladette (1966) cite plusieurs auteurs ayant étudié les effets des basses températures durant la période initiation - fécondation. Ces basses températures agissent défavorablement entre le 20<sup>e</sup> et le 24<sup>e</sup> jour avant l'épiaison, ce qui se traduit par près de 35% d'épillets stériles, entre 1 à 12 jours avant l'épiaison par la destruction de 40 à 45% du poids des épillets

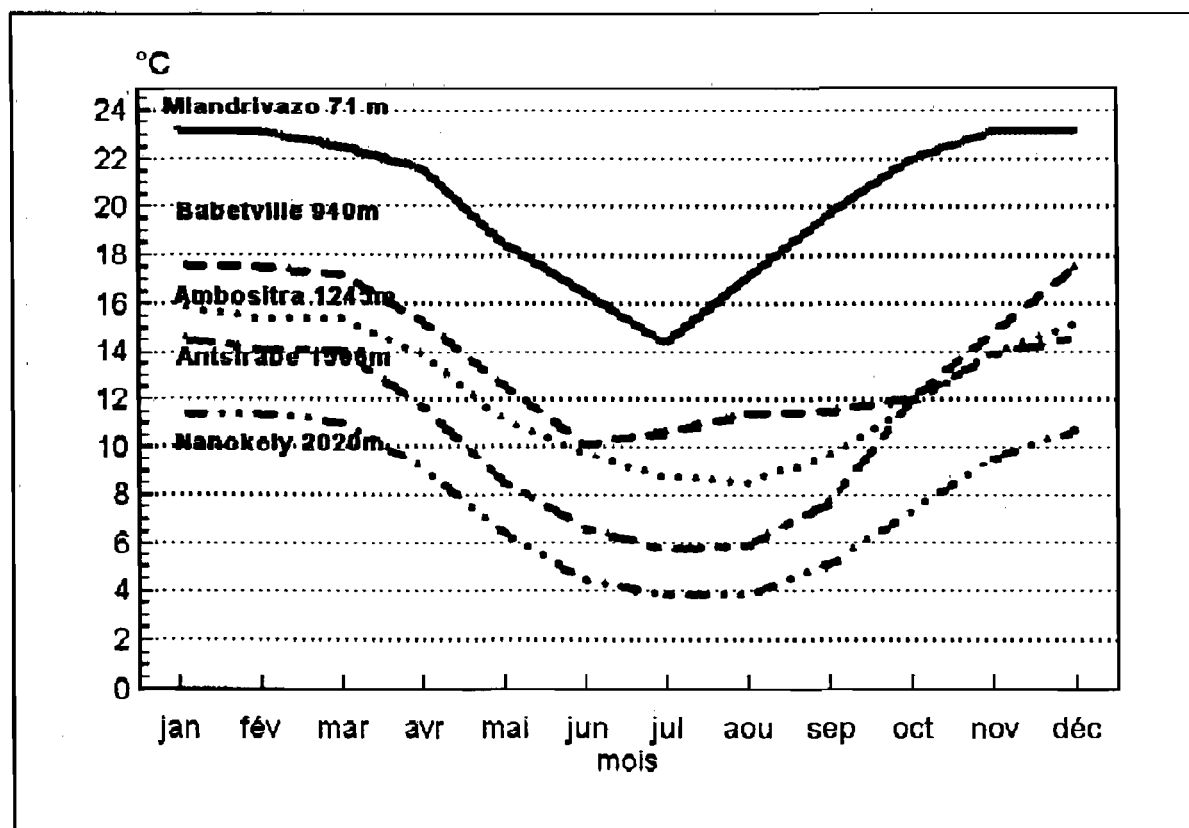


Figure 12 température minima mensuelle moyenne en fonction de l'altitude

Tableau 2 Température critique moyenne journalière pour le riz en °C d'après Yoshida S 1981 Fundamental of rice crop IRRI

Stade de croissance / T°	basse	haute	optimum
germination	10	45	20-35
émergence du jeune plant	12-13	35	25-30
enracinement	16	35	25-30
allongement des feuilles	16	35	25-28
tallage	9-16	33	25-31
initiation paniculaire	15		
Différenciation paniculaire	15-20	38	
Anthèse	22	35	30-33
Maturation	12-18	30	20-25

Des exemples analogues de culture en marge de leur écologie peuvent être trouvés pour le manioc en situation limite à 1700 mètres à Ambohibary ou la patate douce à Vinaninony.

Le blé pluvial est fortement déconseillé en dessous de 1400 mètres. Des températures minima trop élevées raccourcissent trop la période germination - montaison, suppriment le tallage et empêchent d'obtenir un rendement correct.

Le gel est un paramètre climatique très important pour les cultures de contre saison. L'altitude est déterminante: plus de 40 jours de gel par an au dessus de 2100 mètres, 20 à 40 entre 1800 et 2100m, 10 à 20 entre 1600 et 1800m, 1 à 10 entre 1400 et 1600m. Les risques de gel ne deviennent nuls que vers 1200m. A 1600 mètres d'altitude, le risque de gel existe du mois d'avril au mois d'octobre.

L'influence de la température sur la longueur et le calage du cycle est évidente: un blé pluvial précoce à cycle de 90 à 100 jours à 1500 mètres peut atteindre 130 jours à 2400 mètres, un riz Rojofotsy d'une longueur de cycle de 140 jours à 1000 mètres aura un cycle de 230 jours à 1900m. Le calage du cycle du riz devra être d'autant plus précis que l'on sera haut en altitude pour espérer tomber dans des périodes de température favorables au moment de l'initiation paniculaire. Une analyse sur les dates de repiquage a montré que 95% des repiquages étaient faits dans une période de 18 jours à Vinaninony (1875m) alors que cette période était de 4 mois à Manandona (1350m) et Soavina (1050m). (Rollin,1989).

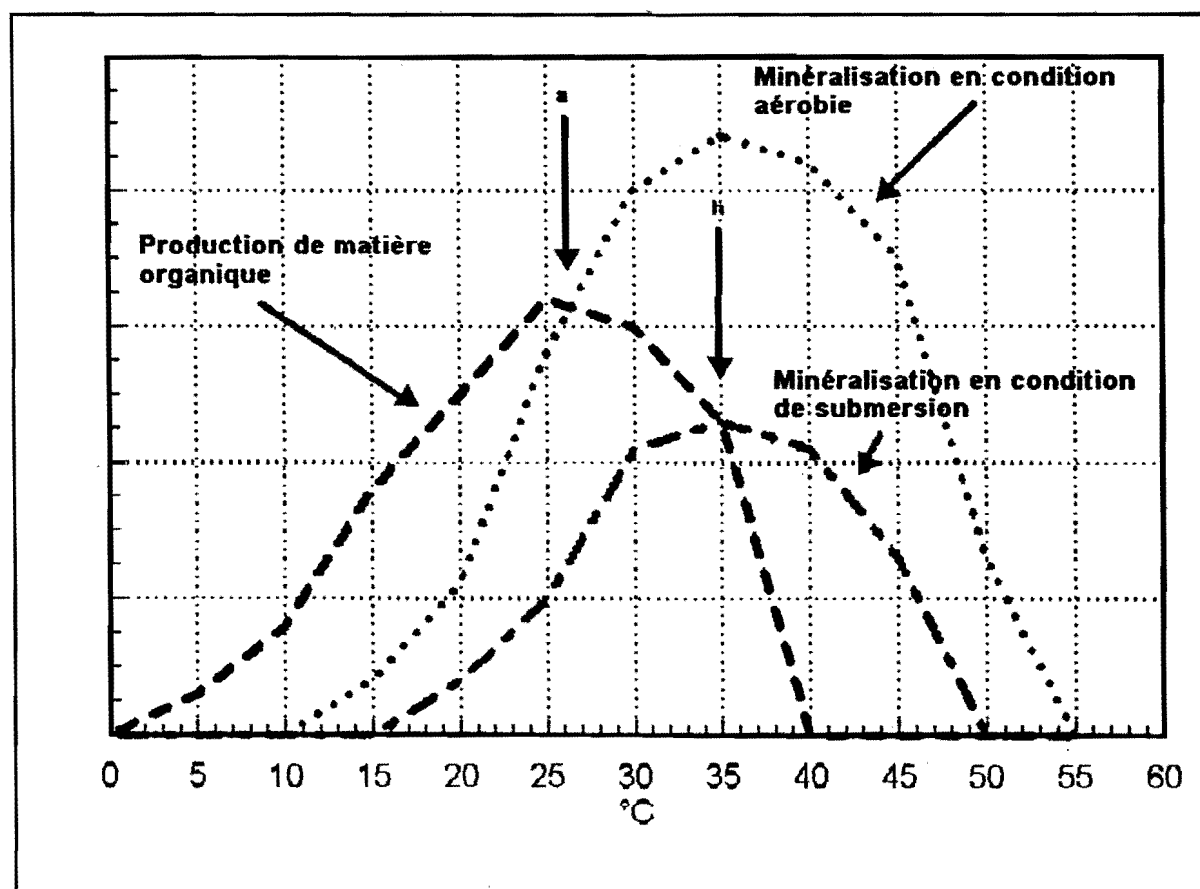


Figure 13 accumulation - minéralisation de la matière organique en liaison avec la température et la submersion (Greenland et al., 1985)

**L'évolution de la matière organique** doit être abordée de façon différente de celle des agronomes ayant l'habitude de travailler en région sahélienne ou soudanienne et qui ont pour objectif principal la conservation et, si possible, l'augmentation du taux de matière organique dans le sol.

Mohr et Van Baren cités par Greenland et de Datta (1985) ont publié des courbes de liaison entre température et évolution de la matière organique pour des sols de rizière, basées sur des mesures au champ. Ces courbes indiquent qu'en condition de submersion, la production de matière organique est plus importante que la minéralisation pour une température moyenne du sol inférieure à 35°C (h), en condition aérobie pour une température de 26°C (a). Quand la température est inférieure à ces niveaux, il y a donc accumulation de la matière organique. Ces mesures ont été confirmées dans des sols de rizière en utilisant de la paille de riz marquée au C<sub>14</sub>.

Les températures moyennes annuelles sont de 27.3°C à Miandrivazo (71m), 21.9°C à Babetville (940m), 17.9°C à Ambositra (1245m), 16.9°C à Antsirabe (1506m) et 13.9°C à Nanokely (2020m). D'après les courbes, la minéralisation serait plus forte que l'accumulation seulement à Miandrivazo en conditions aérobie.

Cette courbe explique beaucoup de techniques de gestion de la matière organique qui cherchent, sur rizière comme sur tanety à accélérer les processus de minéralisation par réchauffement, drainage pour une meilleure oxydation du profil, apport de terre de tanety, de cendres, de fumier, billonnage des tolaka<sup>80</sup>... Ces techniques seront détaillées dans les chapitres suivants

### **Les variations climatiques dans le temps**

La variabilité interannuelle du climat (quantité et répartition annuelle des pluies, probabilité d'avoir une température basse à un stade critique, grêle) est prise en compte dans les pratiques des paysans et dans les traditions. Les coefficients de variation annuels des variables climatiques sont relativement réduits mais ils masquent la variabilité inter-annuelle des précipitations mensuelles ainsi que le montre le tableau suivant:

---

<sup>80</sup> Gros billons faits dans le sens de la pente sur sols ferrallitiques bruns humifères sur volcanisme ancien. Ces sols sont riches en matière organique dans leur horizon supérieur (30 cm d'épaisseur). "Cet horizon organique riche en racines a souvent tendance à piéger les eaux de surface et à provoquer un milieu hydromorphe superficiel (nappe perchée) nuisible à l'enracinement..." (Raunet 1981)

Tableau 3 Quelques coefficients de variation annuels de la pluviométrie, coefficients de variation mensuels maxima et minima avec le mois concerné

	C.V. annuel	C.V. mensuel mini	C.V. mensuel maxi
Ambohimandroso	0.27	0.28 décembre	0.87 septembre
Ambositra	0.22	0.43 juin	0.94 septembre
Antsirabe	0.13	0.30 février	0.93 août
Betafo	0.18	0.32 février	0.91 septembre
Fandriana	0.25	0.42 décembre	0.72 septembre
Faratsiho	0.25	0.37 février	0.82 juillet

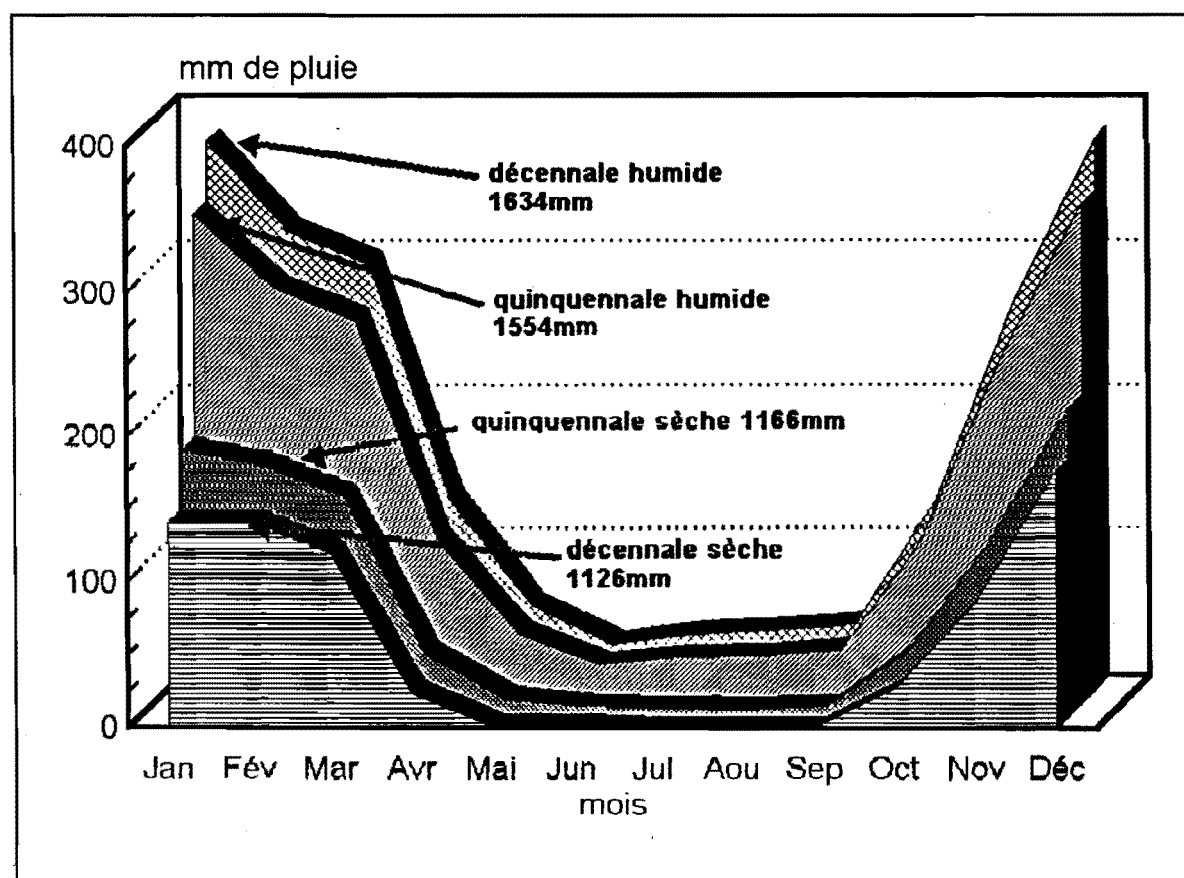


Figure 14 Variabilité pluviométrique à Antsirabe calculée à partir des données 1957-1980 (Someah)

S'il est normal d'avoir les coefficients de variation les plus importants pendant les mois secs<sup>81</sup>, on s'aperçoit que la variation des mois humides est également très importante.

<sup>81</sup> juin à septembre; pendant ces mois, une seule pluie peut modifier de façon importante le total mensuel.

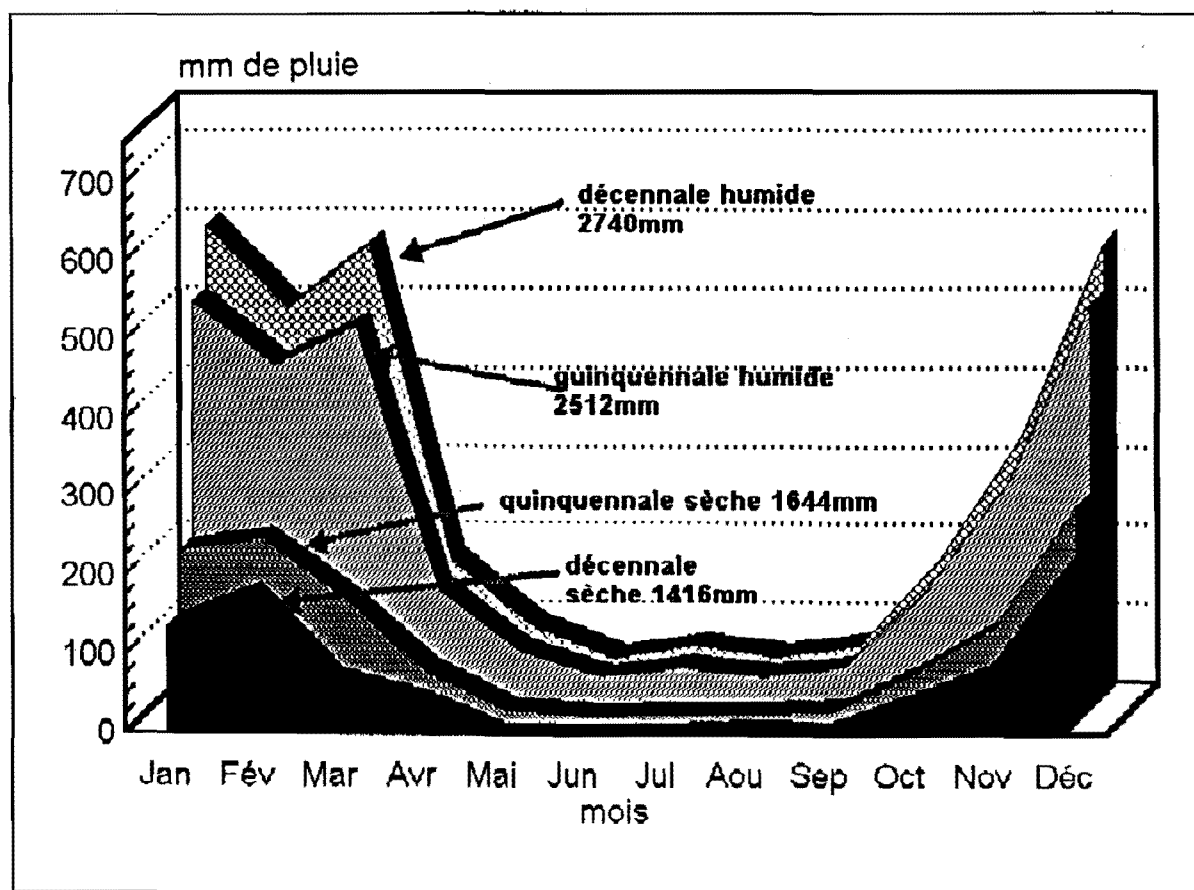


Figure 15 variabilité pluviométrique à Faratsiho calculée à partir des données 1957-1980 (Someah)

Les figures montrent la variabilité de la pluviométrie à Antsirabe et Faratsiho sous forme de quinquennales et décennales sèches et humides. Ces courbes expriment des probabilités d'avoir une certaine pluviométrie pour un mois donné. Ainsi, à Faratsiho, au mois de mars, une année sur dix, la pluviométrie sera supérieure à 572 mm, une année sur cinq, supérieure à 485 mm (décennale et quinquennale humide), une année sur dix inférieure à 60 mm et une année sur cinq inférieure à 155 mm (décennale et quinquennale sèche). Pendant trois années sur cinq, les valeurs de la pluviométrie du mois de mars varieront entre 155mm et 485mm.

Les précipitations auxquelles les paysans font le plus attention sont celles du dernier trimestre de l'année qui permettent de semer les cultures pluviales et de repiquer le plus tôt possible pour bénéficier de températures favorables aux périodes critiques.

En effet, contrairement à une opinion bien répandue, une part très importante des rizières est dépendante de la pluie pour le travail du sol et le repiquage.

Les données pluviométriques pentadaires d'Antsirabe (période 1986-1992) et l'évaporation Thornthwaite permettent d'établir un bilan hydrique simplifié négligeant percolation et pertes latérales. En considérant qu'un excédent de 100 mm est nécessaire pour la mise en boue, le repiquage aurait eu lieu

- le 30 novembre en 1986;
- le 20 décembre en 1987;



- le 20 novembre en 1988;
- le 20 novembre en 1989;
- le 15 décembre en 1990
- le 10 janvier en 1992 (pour la saison 1991-1992).

La quantité d'irrigation nécessaire pour repiquer le 15 novembre (date optimale du point de vue de la température aux stades sensibles) varie de 27mm (1988) à 190mm en 1990<sup>82</sup>.

Les aménagements hydrauliques ne servent pas seulement à une meilleure distribution de l'eau pendant la croissance de la plante, ils sont aussi le complément indispensable des pluies lors de la préparation de la parcelle.

**La première condition pour améliorer l'aptitude à produire de façon stable et soutenue en rizière est donc la garantie d'une quantité d'eau en appoint par l'irrigation pour compléter une pluviométrie insuffisante à un moment optimal (de plus en plus étroit lorsque l'on monte en altitude). C'est un des grands intérêts des projets agissant sur l'hydraulique agricole comme les projets de réhabilitation.**

L'intérêt de ces projets est aussi important quand ils améliorent le drainage. Le manque d'eau fréquent dans le dernier trimestre de l'année est souvent relayé par un excès d'eau durant les mois de janvier et février avec inondation des parties basses et pertes de rendement dues à la submersion prolongée.

L'étude du climat de la région permet d'apprécier la variabilité des conditions: aux modifications imposées par l'altitude viennent s'ajouter des variations micro-locales importantes dues aux perturbations des masses d'air par la disposition désordonnée du relief et surtout une variabilité importante dans le temps qui nécessite une grande prudence vis à vis des moyennes. Ces variations micro-locales sont d'autant plus intégrées dans les savoir faire que l'ancienneté de l'occupation du territoire est prononcée et que le climat devient contraignant à cause de l'altitude. Il est donc capital de considérer les variations dans l'espace qui entraînent des pratiques régionalisées et les variations dans le temps qui sont intégrées par une prise en compte du risque dans les traditions.

---

<sup>82</sup> pour les détails des calculs se reporter à Rollin (1992)

### 3.1.3. Variabilité des conditions du sol

Le sol est le support sur lequel s'exprime l'aptitude à produire. S'il faut éviter de réduire la gestion de la fertilité à la fourniture des éléments majeurs nécessaires à la production, il n'en faut pas moins prendre en compte les caractéristiques du support. La région a intéressé depuis longtemps les chercheurs à cause de sa grande variabilité morphologique et pédologique mais également à cause de l'utilisation de cette variété par l'homme.

De nombreux travaux se rapportent à la géologie (Lenoble 1949, Alsac 1962, Besairie-1971), à la morphologie (Battistini-1964, Birot-1963, Mottet-1974), à la morphopédologie (Raunet 1980-1981-1985), à la pédologie (Bourgeat 1972, Zebrowski et Ratsimbazafy 1979, Guillobez, 1981, Riquier, Roche) ...

Trois principales conditions de variations (géologie, eau, anthropisation) entraînent des différences d'aptitude à la production:

**La géologie: le rôle de la nature et de la date de mise en place de la roche mère cf carte**

Les roches mères ont une influence indirecte sur la pédogenèse par les formes de relief qu'elles engendrent (il s'agit d'une influence directe sur le paysage) et une influence directe par les caractéristiques du sol qui lui sont directement liées: couleur, texture, structure...

Trois grands ensembles peuvent être différenciés:

**le socle cristallin** est constitué de schistes cristallins (socle migmatitique, micaschistes et quartzites) et de roches éruptives (essentiellement granites et gabbros). Des hauts reliefs dans des granites (Vavavato) ou dans des quartzites (Ibity) présentent des morphologies spectaculaires et de très faibles aptitudes à la culture.

Il existe une relation très générale entre la nature des roches et leur altération<sup>83</sup>. Birot (1963) a établi une échelle d'altérabilité des roches cristallines:

- les roches que l'on ne trouve jamais à l'état frais: paragneiss, migmatite schisteuse;
- les roches moyennement altérables qui peuvent être atteinte sous un sol de quelques mètres d'épaisseur: migmatites granitoïdes et charnockites;
- les roches difficilement altérables qui donnent des affleurements sains sur les versants naturels: granites, diorites et gabbros crétacés.

**La roche mère influera sur le paysage par le modelé:** *"Aux schistes cristallins, aux gabbros anciens et aux granites anciens fissurés, correspondent des zones déprimées qui forment de véritables alvéoles dominées par des reliefs portés par des roches dures (granites, migmatites granitoïdes)"* (Bourgeat, 1972).

<sup>83</sup> avec un certain nombre d'exceptions (Bourgeat, 1972).



L'influence sur les propriétés chimiques du complexe d'altération est surtout perceptible lorsque l'écorce d'altération n'atteint qu'une faible épaisseur et lorsqu'un décapage plus ou moins récent de la roche mère peut être envisagé. Si l'altération du matériau originel est très ancienne, la roche mère ne joue un rôle déterminant que sur la teneur en quartz et en fer.

Au sein même des sols sur socle ancien, Bourgeat (1972) insiste sur la grande diversité des sols "*comparativement à de nombreuses régions africaines*".

**Les massifs volcaniques** proviennent d'éruptions qui ont eu lieu de la fin du tertiaire jusqu'à l'holocène. Trois épisodes principaux peuvent être distingués:

- le volcanisme ancien (du mio-pliocène au pléistocène inférieur, 7 millions d'années à 1.5 millions d'années) forme l'essentiel du massif de l'Ankaratra. Ce volcanisme est très disséqué et fortement altéré;
- le volcanisme récent (pléistocène moyen et supérieur, moins de 800 000 ans) occupe la région ouest d'Antsirabe (sud de l'Ankaratra). Il présente des altérations peu profondes.
- le volcanisme très récent (holocène, moins de 10 000 ans) s'est produit dans la région de Betafo et dans le Nord du bassin lacustre d'Antsirabe. Les formations volcaniques de ces épisodes sont parfaitement conservées et leur altération est très peu avancée (Raunet 1981).

**Les sédiments volcano-lacustres** ont pour origine des phénomènes tectoniques (abaissement du compartiment après fracture d'une surface initiale) et volcaniques (ce sont alors les coulées qui jouent le rôle de barrage pour le réseau hydrographique). Au cours du pliocène et du pléistocène le comblement s'est réalisé par des dépôts lacustres dans lesquels sont venus s'intercaler des coulées et des projections volcaniques donnant un matériau très hétérogène. Pour Bourgeat (1972), ces dépôts correspondent à des périodes sèches et érosives où le couvert végétal très réduit accentue les processus de transport sur les versants.

Tableau situation des périmètres en fonction du modelé et du substrat en partie d'après Someah (1989)

substratum modelé géo morpho.	sédimentation alluviale	sédimentation colluvio alluviale	Colluvions et socle cristallin dominant + matériaux volcaniques	colluvions et matériaux volcaniques dominant + socle cristallin	sédiments fluviaux lacustre
Bas fond dominant large et rivière peu encaissée	Onive, Vatambe (encaissant cristallin) Faratsiho, Ambohibary, Vinaninony (encaissant volcanique)	Soavina (encaissant gabbro)		landratsay	
Bas fond +- étroit et rivière encaissée		Isaha, Ivato, Ikianja, Manandona			Ikianja
Relief accidenté terrasses en gradins Cours d'eau encaissés d'allure torrentielle			Ikabona	Ambatonikolahy	Fitakimerina

Il est donc possible, dans une typologie définie à partir du substratum et du modelé morphopédologique, de distinguer les plaines alluviales à bas-fond dominant moins influencées par la nature du matériau encaissant (socle cristallin ou volcanique), les bas-fonds étroits ou le colluvionnement latéral sera important, les zones à relief accidenté avec rizières en gradins dominantes et enfin les régions à modelé intermédiaire reposant sur des matériaux fluviolacustre. Différenciant des paysages et des aptitudes contrastés, les matériaux originels entraînés la mise au point de techniques de mise en valeur du milieu diverses dont les petits périmètres irrigués, par leur répartition dans l'espace peuvent donner une idée assez précise.

### Le rôle de l'eau dans les variations

L'eau intervient à plusieurs niveaux dans la variabilité des conditions du sol. C'est elle qui détermine par sa présence permanente ou temporaire le caractère hydromorphe des horizons. C'est également un facteur majeur de la pédogénèse en relation avec la pente par l'intermédiaire de l'érosion<sup>84</sup>.

**L'hydromorphie:** la relation eau - sol est permanente dans la caractérisation du paysage par le paysan des Hautes Terres malgaches. Il détermine nettement les terres à riz inondé tanimbary des terrains exondés tanety.

Une approche un peu plus fine permet de distinguer

- les zones qui sont en permanence inondées ou au moins difficilement drainables (la faible pente crée chaque année une inondation),

<sup>84</sup> cf l'érosion meurtrière ou utile (Raison, 1984).

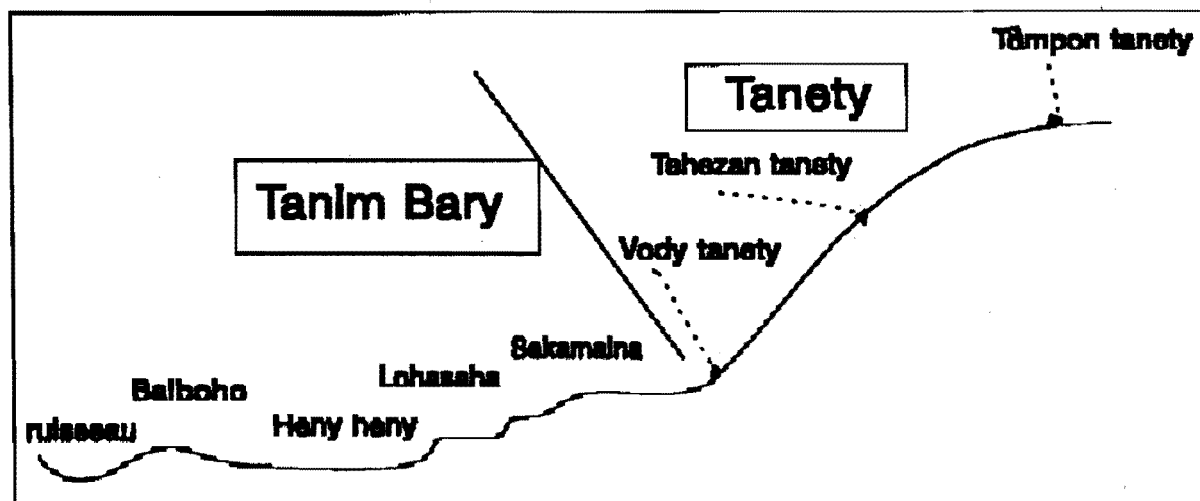


Figure 17 la différenciation paysanne du paysage agricole

- les terrains irrigables et drainables,
- la partie sur laquelle il n'est possible d'avoir de l'eau que grâce à l'irrigation,
- et les terrains de culture strictement pluviale.

La gestion de l'eau concerne souvent une recherche d'alimentation et d'économie pour remplir les casiers rizicoles permettant ainsi mise en boue et repiquage. Différentes techniques peuvent être utilisées: imperméabilisation par formation d'un horizon à quelques centimètres de profondeur, brûlis des pentes dominant le bas fond pour favoriser le ruissellement aux dépens de l'infiltration, canaux d'irrigation, barrage de drain etc...

Parfois, c'est une évacuation des excédents que recherche le paysan en favorisant le drainage, déroctant un seuil, relevant le niveau des casiers ou en billonnant dans le sens de la pente pour certaines cultures pluviales comme la pomme de terre.

Les terrains présentant une hydromorphie permanente se distinguent de ceux sur lesquels l'hydromorphie est temporaire ou de ceux où elle est absente. Les sols très hydromorphes ont des couleurs noires et grises à cause de l'oxydation faible (ou nulle) en saison sèche. Le fer qui est à l'état réduit (teinte grise) et l'absence d'oxydation entraînent un niveau important de matière organique. Cette matière organique entretient des conditions réductrices même quand le sol se ressuie (Raunet, 1987).

Les sols hydromorphes minéraux (moins de 6% de matière organique) ont des teintes brunâtres ou brun rougeâtres, se réoxydant rapidement et présentant une matière organique bien humifiée.

L'eau a donc un rôle fondamental du point de vue de la dynamique du fer et de l'évolution de la matière organique dans les sols de bas fonds. L'hydromorphie permanente conduit à des

concentrations élevées de fer ferreux en solution et peut provoquer des toxicités ferreuses<sup>85</sup> en l'absence de drainage (Puard, 1987, Ponnampertuma, 1972).

### **Erosion et rajeunissement des profils**

L'érosion joue un rôle très important dans l'évolution des sols ferrallitiques. Bourgeat et al. (1973) ont montré la relation entre le relief, le type de sol et leur aptitude culturale sur les Hautes Terres malgaches.

Le matériel pédologique ancien, objet d'une longue évolution se retrouve sur les topographies élevées planes non touchées par l'érosion donnant des sols ferrallitiques fortement désaturés à très faible capacité d'échange et à structure extrêmement fragile.

Sur les pentes, le profil est rajeuni par l'élimination des horizons les plus pauvres mettant à jour des horizons moins pauvres en éléments échangeables mais surtout dont la structure et la texture sont meilleures.

Il faut alors distinguer le matériau d'origine: les roches basiques donnent une bonne structure, les roches acides entraînent une grande susceptibilité à l'érosion, très importante lors de la mise en culture sur les pentes fortes. Cette érosion s'avère nécessaire au rajeunissement des profils. Sur roches volcaniques, ces processus de rajeunissement sont possibles sur des pentes moins accentuées.

### **Erosion et enrichissement des sols de bas fonds**

Les pertes en terre des versants se retrouvent dans l'eau de ruissellement. En se basant sur la turbidité des eaux et les modules annuels, Roche et Aldegheri (1964) ont calculé que les pertes en terres sur les bassins de l'Ikopa et de la Betsiboka étaient comprises entre 3.6 et 16 tonnes par hectare et par an ce qui correspond à une ablation de sol moyenne comprise entre 1 et 2.5mm par an.

La charge de ruissellement dépend des conditions dans lesquelles s'effectue l'érosion. Cette charge peut varier dans de grandes proportions. La turbidité varie de 800 à 4500 g/ m<sup>3</sup> sur la Betsiboka<sup>86</sup>, de 300 à 1000g/m<sup>3</sup> dans l'Ikopa (Roche et Aldegheri, 1964).

L'analyse chimique des eaux de l'Ikopa et de la Betsiboka donne des valeurs comparables du point de vue des caractéristiques physico-chimiques (tableau 4).

<sup>85</sup> Les toxicités ferreuses peuvent être directes: "bronzage" du à une forte absorption de fer par les plantes. toxicités aggravées par des déficiences en phosphore, calcium et potassium, ou indirecte par inhibition de la formation de nouvelles racines et limitation de l'absorption de nutriments (phosphore et magnésium).

<sup>86</sup> la mesure du 6 janvier 1961 à 11 kg/m<sup>3</sup> est considérée comme exceptionnelle mais possible.

Tableau 4 Caractéristiques Physico-chimiques des eaux de l'Ikopa et de la Betsiboka (Roche, Aldegheri 1964)

	Betsiboka	Ikopa
pH eau	6.7	6.8
CaO (mg/l)	1.5	1.2
MgO (mg/l)	4.7	4.1
K <sub>2</sub> O (mg/l)	2.2	4.7

Les besoins en eau qui ont été calculés par Gillain (1984) font état de 8000 à 25000 m<sup>3</sup>/ha selon le cycle, le climat et le type de sol. L'irrigation d'entretien apporterait alors de 12 à 40 kg de CaO, de 40 à 120 kg de MgO, de 10 à 100 kg de K<sub>2</sub>O<sup>87</sup>. On trouve en plus du chlore, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et MnO<sub>2</sub>. Mis à part les oxydes de fer très différents dans les deux bassins versants, les eaux des deux rivières sont sensiblement identiques. Roche (1954) a mesuré dans la terre entraînée par l'érosion au lac Alaotra une richesse en potasse de deux à six fois plus grande que le sol en place. La richesse en chaux est deux fois plus grande et l'acidité moins forte d'une demie unité de pH que la zone de départ.

Rakotomanana (1991) estime ainsi les quantités d'éléments enlevés au sol en place<sup>88</sup>:

Tableau 5 quantités d'éléments enlevés par l'érosion

	Eaux de ruissellement kg/ha/an	dépôts lourds kg/ha/an
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.5	8.8
Matière organique	210	820
CaO	8.8	30
MgO	7.4	4.5
K <sub>2</sub> O	12	2

Aux éléments dans les eaux de ruissellement, il faut ajouter les eaux de drainage qui s'infiltrent dans les sols de tanety, s'enrichissent en éléments lixiviés et apparaissent à nouveau au niveau des sources. L'eau de ruissellement qui parvient directement dans les casiers ainsi qu'une partie de l'eau des ruisseaux et des rivières prélevée par les canaux d'irrigation fertilisera les rizières. Une autre partie ira fertiliser les baiboho (sols peu évolués d'apport) du versant occidental de Madagascar.

<sup>87</sup> ces quantités basées sur les valeurs de l'Ikopa et de la Betsiboka sont importantes à cause des apports de grands et nombreux lavaka. Les quantités sont certainement moins importantes en petits bassins.

<sup>88</sup> La terre entraînée par l'érosion est de deux à six fois plus riche en potasse échangeable que l'horizon du sol latéritique en place. Elle est deux fois plus riche en chaux et moins acide que la terre en place (1/2 à 1 unité de pH) Roche, 1954 p 566.



Sur socle cristallin, les sédiments qui parviennent aux rivières proviennent essentiellement de l'érosion en lavaka. Bourgeat (1972) oppose la surface du sol non travaillé sous couvert graminéen dense à très faible érodabilité et l'érosion des lavaka où existent des dépôts considérables de matériaux fins. Les pluies orageuses à forte intensité se produisent essentiellement en début de saison des pluies (décembre) au moment où le sol peu couvert présente une plus forte susceptibilité à l'érosion.

### **L'anthropisation**

Il est possible de trouver dans la région étudiée, une opposition grossière entre les aménagements du pays merina ayant modelé les vallées et les plaines et ceux du pays betsileo où les vallées sont moins importantes et où les versants ont également été mis en valeur pour la riziculture par des terrasses étagées (cf 311).

### **La modification merina des sols de plaine et de vallée**

Depuis des siècles, les paysans ont peu à peu modifié les sols notamment pour la riziculture de bas fond ou de plaine (cf figure 18). Les aménagements les plus visibles concernent la maîtrise de l'eau et la modification de l'horizon superficiel. Ces transformations font partie des points qui frappent le plus les agronomes et les géographes intéressés par la modification d'un milieu pour en tirer une production.

Les travaux réalisés peuvent être considérables. Ils consistent en une amélioration de la maîtrise de l'eau par création de réseaux d'irrigation et de drainage, la protection contre les crues, les rectification de cours d'eau, le planage des parcelles... mais aussi en une transformation de l'horizon superficiel pour arriver à un niveau de matière organique compatible avec la culture.

La tourbe se trouve systématiquement dans la partie amont des bas fonds mais on peut la trouver également dans les plaines alluviales. Elle peut être recouverte de colluvions lorsque l'érosion des bassins versants dominant est active.

Compte tenu des difficultés de travail dans ces zones, des problèmes d'enracinement du riz, de toxicités et d'acidité, les paysans créent un sol en raclant à l'angady les bas de versants des tanety, recouvrant la tourbe de 20 à 40 centimètres d'une couche argilo-limoneuse.

Certains brûlent la tourbe mais le risque d'un abaissement de la surface topographique (qui peut aller jusqu'à plus d'un mètre) est important.

Dans les plaines alluviales, le matériau limono-argileux d'origine alluviale (tanimanga) peut recouvrir la tourbe. Ce matériau convient bien à la fabrication de brique cuite avec la tourbe de l'horizon plus profond qui a été préalablement séchée. La figure montre dans sa partie 2 "formation de la rivière et alluvionnement" le processus du recouvrement alluvial de la tourbe. Dans la troisième partie de cette figure, il est possible de voir comment, après aplanissement du fond de vallée et construction de gradins, différents types de sols posséderont leurs propres caractéristiques et seront exploités de façon distincte.

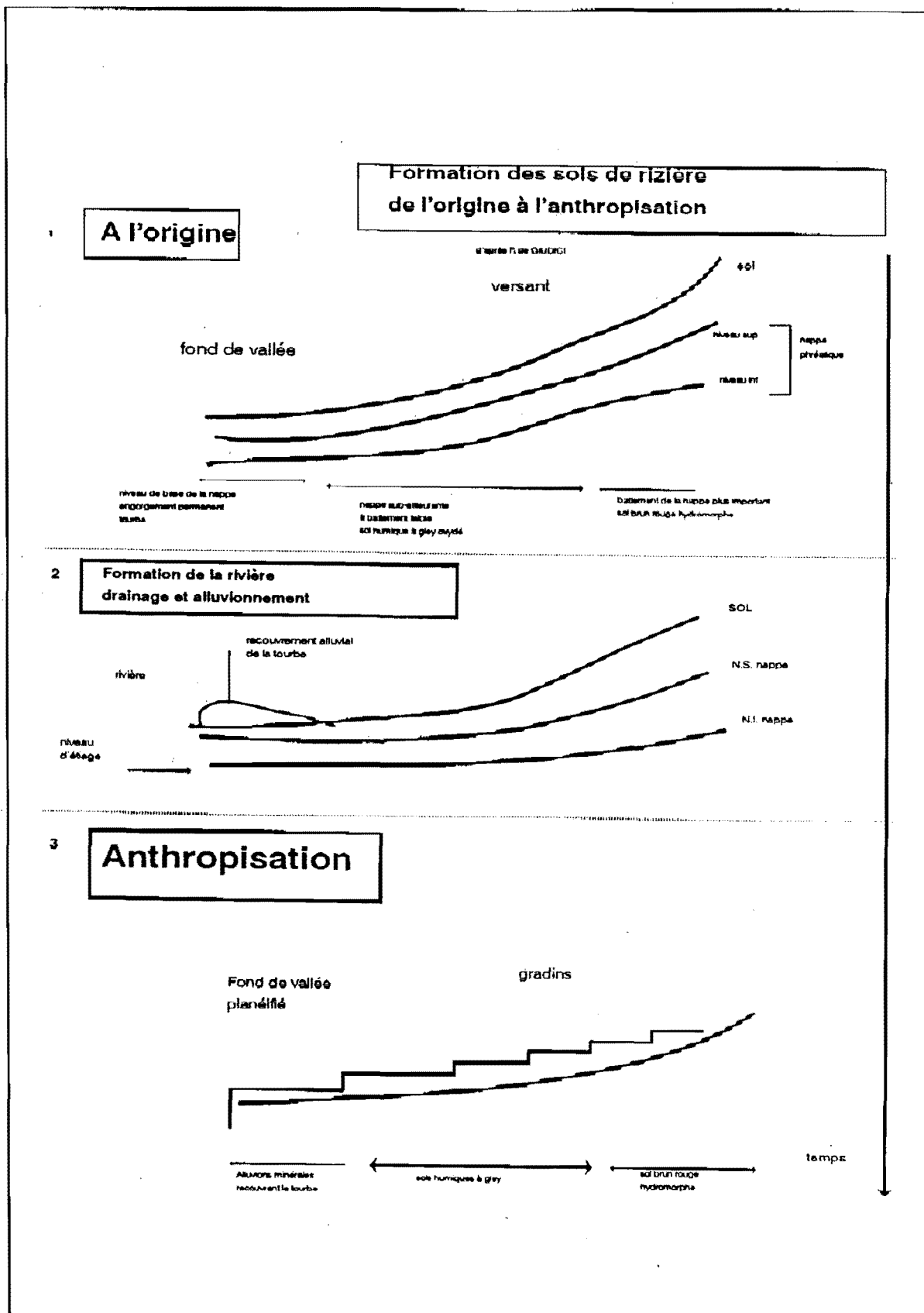


Figure 18 Formation des sols de rizière: de l'origine à l'anthropisation

Sur beaucoup de sols très organiques ou tourbeux, de la terre de tanety est apportée de façon régulière tous les quatre ou cinq ans notamment pour les périmètres d'altitude. Les matériaux d'apport sont très divers et ont pour fonction de faire "*mûrir les sols tourbeux*" ou de leur "*donner de la force*" (Rakoto, 1991).

### **Les aménagements betsileo des versants**

Les paysages du betsileo se présentent le plus souvent comme une juxtaposition de deux types d'aménagement: d'une part, sur les bassins versants, une construction remarquable de gradins en courbes de niveau, d'autre part une mise en valeur intégrale des vallées. Cet agencement particulier des rizières s'annonce dès que l'on passe la Manandona en se dirigeant vers le sud. Ces paysages ont toujours beaucoup impressionnés les voyageurs qui les ont longuement décrits.

Chaque point d'eau, sur un versant est capté pour installer en aval un système de rizière en gradin dont la surface correspond aux possibilités d'irrigation de la source. La configuration des reliefs (hautes surfaces d'aplanissement, reliefs résiduels) offre des impluvia d'altitude. Les paysans, par de petits aménagements, créent des réserves d'eau d'où partent des canaux longs de plusieurs kilomètres qui irriguent les rizières en escaliers sur les versants (Blanc Pamard et Rakoto, 1991)

### **La perception paysanne de la variabilité de la qualité des sols**

La rationalité du pédologue découpant l'espace en zones homogènes rejoint parfois l'empirisme du paysan qui produit dans cet espace. Le développeur est gêné par le nombre d'unités identifiées par le pédologue mais on s'aperçoit que le paysan connaît aussi bien et décrit aussi finement son espace avec des critères comparables: couleur, niveau de matière organique, battement de la nappe, situation dans le paysage mais également texture et structure. Blanc Pamard (1986) a étudié au niveau d'un vallon<sup>89</sup> la connaissance du milieu par les paysans et les relations qui peuvent exister entre classifications paysannes et scientifiques. L'analyse se fait au niveau de la facette<sup>90</sup> écologique "*unité spatiale de combinaison des données écologiques et des données d'utilisation*" (Blanc Pamard, 1986). La connaissance du scientifique et du paysan atteignent des degrés de finesse comparables.

Un travail a été conduit avec les paysans des hameaux test des petits périmètres irrigués en utilisant des photographies aériennes agrandies au 1/5000<sup>e</sup> et au 1/2500<sup>e</sup>. Après un temps d'apprentissage relativement court à l'utilisation de ces photographies, il était possible de déterminer avec une précision plus grande que les cartes pédologiques au 1/10000<sup>e</sup> le nom vernaculaire du sol, le type de culture en saison ou en contre saison, la végétation naturelle et les adventices mais également le type de fertilisation normalement apporté sur ces terrains.

<sup>89</sup> Marapetrika à 40 kilomètres au nord d'Antananarivo, dans la région de Mahitsy.

<sup>90</sup> A la suite de Sautter et de Marchal, Blanc Pamard propose cette différenciation du milieu en facettes. La délimitation des facettes procure des cadres spatiaux convenant à l'examen des interactions entre natures et sociétés rurales.

La différenciation paysanne des sols se fait

sur la couleur: tany mena (rouge), mainity (noire), fotsy (blanche), mavo (jaune), mavomainity (jaune noir), mavomena (jaune rouge), mavomavo (un peu jaune), manga (bleue indiquant une forte teneur en argile). Les tany haboka évoquent un mélange de couleurs jaune, violet, rouge blanc (terre à la robe douce où l'angady pénètre facilement selon Rakoto (1991).

sur la texture: tany dilatra (sables fins), fasika (sables grossiers), yato (pierreux); les combinaisons associant deux dominantes dans la texture peuvent être rencontrées;

sur la structure: tany milohavalala ou lohavalala ce qui se traduit littéralement par terre en tête de sauterelle indiquant la taille des agrégats rencontrés.

sur la position par rapport à l'eau : on distingue les terres ambany rano (l'eau est en bas), ambony rano (l'eau est en haut), et les sakamaina en bas de tanety dépendants de l'eau des canaux d'irrigation.

La teneur en matière organique est exprimée par la couleur: plus on se rapproche du noir, plus la teneur est élevée. Certains termes comme fopotra indiquent la présence de tourbe associée aux mouvements particuliers du sol lorsque l'on marche dessus.

L'anthropomorphisme a été étudié par Blanc Pamard et Rakoto pour la situation des terrains de culture avec l'utilisation des termes loha (tête), maso (oeil), vody (arrière train). Cet anthropocentrisme existe aussi pour la baisse de fertilité du sol: tany mondra le sol est épuisé, resy ny tany le sol est vaincu, visaka ny tany le sol est fatigué.

Tous ces termes peuvent être modifiés par des adjectifs indiquant l'ampleur des phénomènes be (grand), kely (petit), madinika (avec de petits éléments), la répétition signifiant "un peu" (mavomavo un peu jaune), ou d'autres indiquant des idées de température: mangatsiaka (froid) ou de cuisson: un sol masaka - cuit étant prêt à produire et dégageant une idée de fertilité alors que le tany manta (terre crue) reste encore à améliorer pour permettre une production.

Sous la dénomination de baibofo (sols peu évolués d'apport pour les pédologues), le paysan retrouve conjugués des types de formation, de fertilité, de texture et de structure.

Malgré le nombre de catégories réalisées, le pédologue n'arrive pas à prendre en compte la grande variabilité à l'intérieur de ses unités. "Association difficilement cartographiable" peut on lire sur les cartes pédologiques et d'aptitude culturelle des avant projets sommaires de réhabilitation des petits périmètres irrigués. Raunet (communication personnelle) insiste bien sur la nécessité de ne pas interpréter de façon trop stricte au niveau de la parcelle ses cartes morphopédologiques d'aptitude à la culture du blé de contre-saison, mais de s'en servir comme guide afin de les replacer dans un grand ensemble. En effet, l'anthropisation et la micromorphologie du terrain peuvent expliquer des différences par rapport au type principal dans lequel le pédologue a rangé la zone.

La perception est homogène sur le périmètre de Soavina (Ambatofinandrahna) entre les hameaux d'Andranolava et Ambalakinana qui correspondent pourtant à des origines différentes de peuplement.

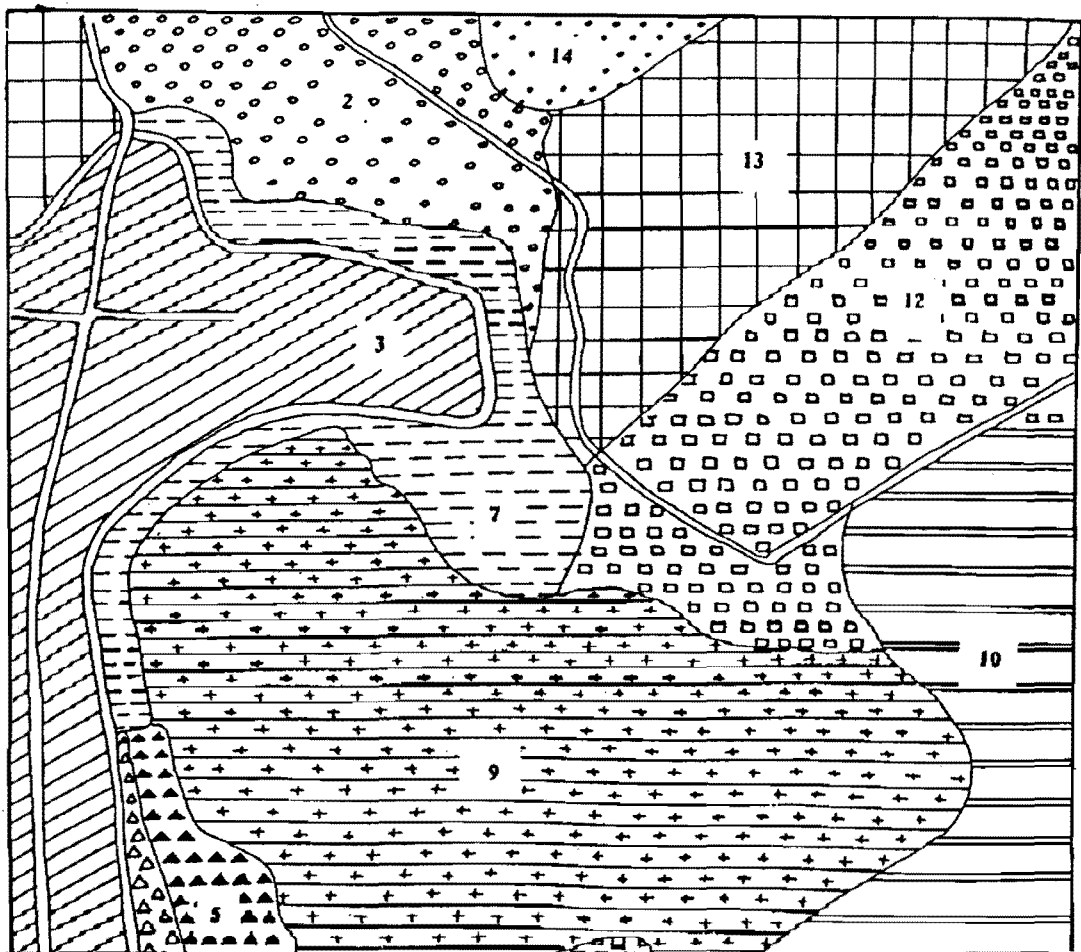
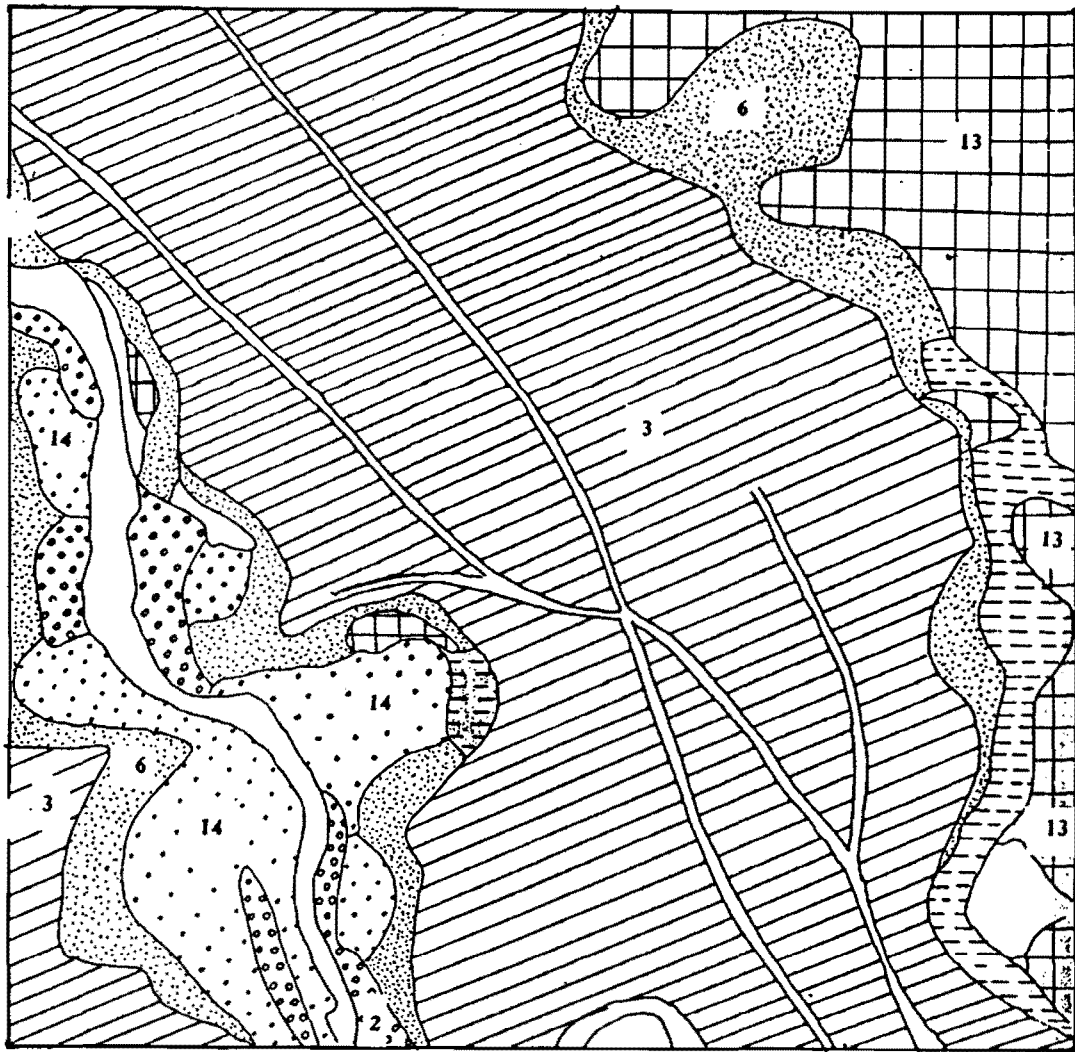


Figure 19 Classification, utilisation et appréciation paysanne du sol à Soavina Hameaux test d'Andranolava et Ambalakinana

Tableau 6 Utilisation et Appréciation paysanne du sol à Soavina (Ambatofinandra) Hameaux test d'Andranolava et d'Ambalakinana

classification pédologique (Fofifa, 1982)	Classification paysanne	Culture	Végétation naturelle	appréciation paysanne autres utilisations
2 Sol peu évolué non climatique d'apport alluvial hydromorphe à pseudogley	<u>Tany fasika madinika</u>	Riz irrigué	<u>hararata, tsahabita, herana, vilona</u>	fertile mais recouvert de sable devient alors dilata
3 Sol ferrallitique moyennement désaturé sur gabbro typique, modal rouge	<u>Tany mena korisa</u>	Manioc voandzou arachide	<u>Danga, kifafa, vero</u>	place élevée possibilité de faire des briques
4 Sol ferrallitique moyennement désaturé sur gabbro typique jaune ou jaune rouge	<u>Tany mavomona</u>	Manioc, maïs, Arachide, haricot, voandzou, haricot	<u>Kifafa, ahidambo, vero, Kindresy, tsipolotra, tsimaitso pangady, jakimena, bakakely, kinanan'akoho</u>	fertile brique
5 Sol ferrallitique moyennement désaturé sur gabbro, typique hydromorphe	<u>Tany mavomainty</u>	maïs, arachide, haricot, patate douce	<u>kifafa, ahidambo, vero, kindresy, tsipolotra, tsimaitso pangady, jakimena, bakakely, kinanan'akoho</u>	moyennement fertile brique
6 Sol ferrallitique moyennement désaturé sur gabbro, pénervolué	<u>Tany mena vony - Siraby</u>	manioc légume	<u>Tsilavombosira, kindresy, tsimaitso pangady, bakakely, ahidambo</u>	moyennement fertile brique
7 Sol ferrallitique moyennement désaturé sur gabbro pénervolué hydromorphe	<u>Tany mena (andrian'atsangy)</u>	riz irrigué ou tubac	<u>vero, tsilavombosira, kindresy</u>	moyennement fertile brique adobe localement barabo
8 Sol hydromorphe organique à tourbe fibreuse oligotrophe de moyenne épaisseur	<u>Tany mainty</u>	riz irrigué	<u>otomoka, kiatondra, herana, hisatra, tsahabita, zamana, harefo, hararata</u>	brique cuite avec l'horizon supérieur, adobe avec l'horizon en profondeur peut être brûlé
9 10 Sol hydromorphe organique	<u>Tany mainty</u>	riz irrigué	<u>tsilavombosira, kindresy, herana, hisatra, tsahabita</u>	bonne fertilité parfois pb alimentation en eau
11 Sol hydromorphe moyennement organique à gley	<u>Tany mavomavo</u>	riz irrigué	<u>vilotsiriv, tsahabita, tsilavombosira, vero</u>	peu fertile drainage difficile
12 13 14 Sol hydromorphe peu humifère	<u>Tany mavo ou mavomavo peut devenir dilata</u>	riz irrigué légume	<u>vilotsiriv, tsahabita, tsilavombosira</u>	peu fertile drainage difficile parfois trop sableux

A chaque unité de la classification pédologique, correspond au moins une unité de la classification paysanne qui y associe un système de culture, un ensemble de plantes de la végétation naturelle, une appréciation sur la fertilité, les techniques culturales et les autres utilisations possibles de ce type de sol (notamment la possibilité de faire des briques). Le tableau 6 ne peut pas faire apparaître toutes les nuances exprimées par les paysans (souvent avec des adjectifs ou une expression complémentaire).

A l'intérieur d'un hameau, tout le monde ne connaît pas la dénomination de l'ensemble des classes de sol et encore moins le nom de toutes les adventices, mais il est pratiquement toujours possible de rencontrer certaines personnes les connaissant.

### **Un exemple de connaissance, transformation et utilisation des sols: Ambohibary Sambaina**

La plaine d'Ambohibary Sambaina s'ouvre dans le flanc sud oriental du massif volcanique de l'Ankaratra. Ce massif, à une altitude de 1650 mètres présente la forme d'un triangle d'une douzaine de kilomètres de côté. Il est entouré de reliefs se haussant à 1800-2000 mètres. Les cuvettes intra-montagnardes se dessinant avec autant de netteté sont relativement rares sur les Hautes Terres. Des exemples similaires sont seulement trouvés à Faratsiho et Vinaninony sur le versant occidental de l'Ankaratra.

La genèse de ce bassin relève d'une tectonique plio-quaternaire bien connue par le fait que dès 1924, Bertrand et Joleaud (cités par Lageat et Peyrot, 1974) signalent l'existence de schistes bitumineux<sup>91</sup>.

D'après Lenoble (1949) ce bassin s'est formé grâce à un barrage de la vallée par les éruptions volcaniques de l'Ankaratra après une intervention de la tectonique. Le croquis morphologique présente la place de cette plaine à l'intérieur du massif basaltique, à proximité du socle gneissique et du système alluvionnaire, place marquée également par la présence de nombreuses failles (cf figure 20).

Cette plaine est une vaste dépression de 60 km<sup>2</sup>, absolument plate, drainée par l'Ilempona (ce qui signifie grande plaine) qui s'en échappe par les gorges de Kelivozana pour rejoindre l'Onive.

Mise en valeur dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle<sup>92</sup> par des riziculteurs merina, les surfaces cultivées n'ont cessé de s'étendre au fur et à mesure des aménagements qui recherchent essentiellement une augmentation de la pente de l'Ilempona qui présente un nombre beaucoup trop élevé de méandres<sup>93</sup>:

<sup>91</sup> ce qui incita le service des mines à entreprendre des études plus détaillées.

<sup>92</sup> voir le chapitre sur la prise de possession du territoire .

<sup>93</sup> dus à la faible pente générale du périmètre .

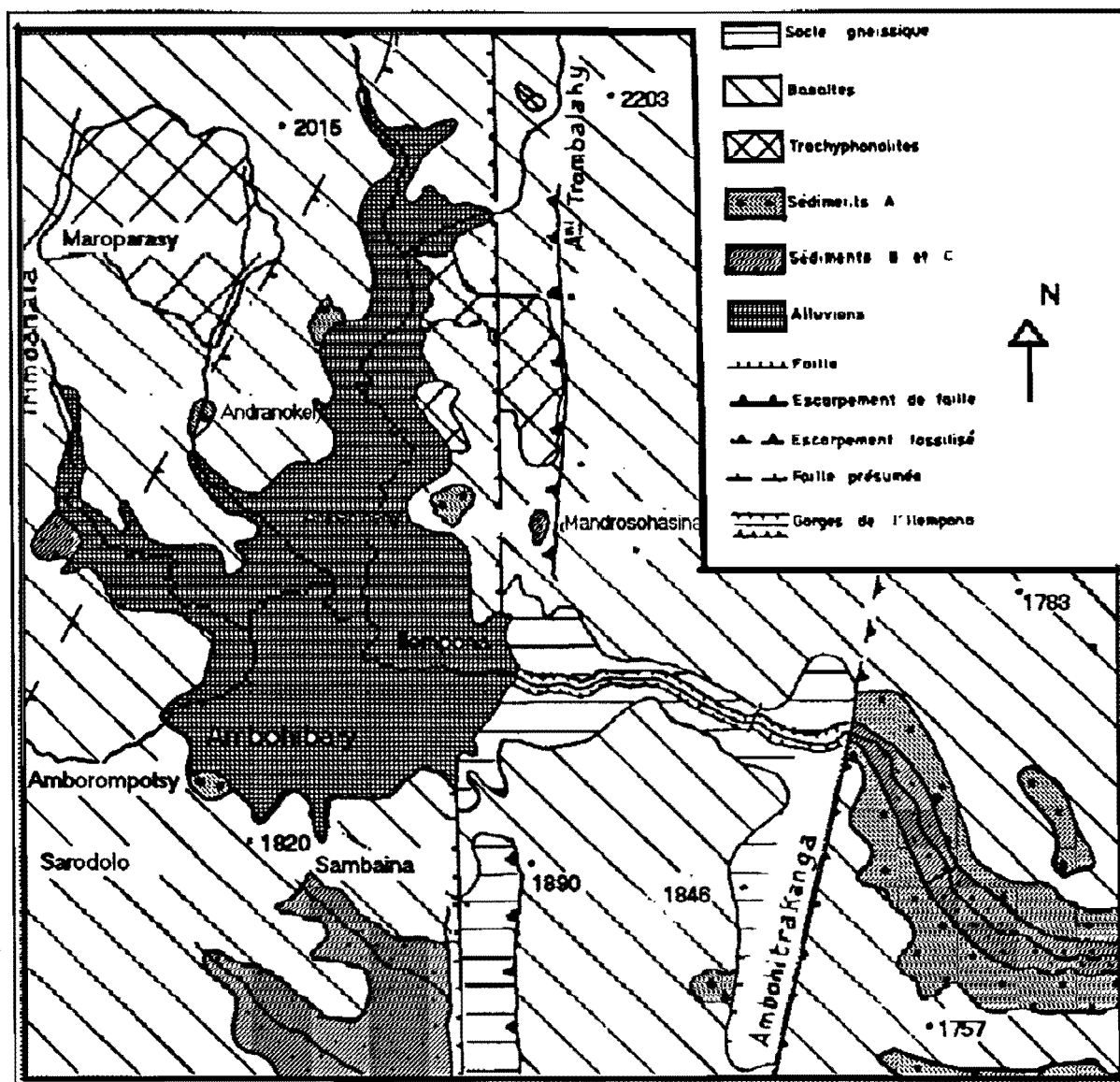


Figure 20 Croquis morphologique du bassin de Sambaina Ambohibary d'après Lageat et Peyrot (1974)

- en 1910, le génie rural creuse des canaux de drainage, rectifie et endigue le cours de l'Ilempona dans la partie aval du périmètre;
- en 1958, le génie rural reprend l'aménagement des drains et construit en plus des canaux d'irrigation sur le pourtour de la plaine ainsi que des pistes circulaires et transversales; ces travaux sont exécutés avec le SMOTIG<sup>94</sup>;
- dans les années 1970, la mission catholique d'Ambohibary, avec Caritas et les Fokolona creusent un drain rectiligne dans la partie Nord de la plaine;

<sup>94</sup> Service de la main d'oeuvre pour les travaux d'intérêt général.



- en 1988-1989, la réhabilitation du périmètre remet en état les barrages et les canaux, installe des systèmes de répartition de l'eau d'irrigation, aménage drains et pistes et dérocté le seuil de l'Ilempona à l'aval du périmètre.

Chaque travail de drainage de déroctage ou d'endiguement a permis la récupération de terres cultivables. Les comparaisons effectuées par Ralimampianina (1987) et Rasamoelina (1992) en revenant sur le terroir étudié par Bonnemaison en 1967 le démontrent bien (figure 21). Le lit de la rivière Ilempona reste dans un drain rectiligne. Les marécages, jachères et terres en friche ont disparu. Les rizières connaissent une extension remarquable au dépens des cultures pluviales situées à l'intérieur du périmètre.

La connaissance, la transformation et l'utilisation des surfaces récupérées sont particulièrement impressionnantes à Ambohibary.

### La connaissance

La morpho-pédologie distingue dans la plaine les sols hydromorphes tourbeux, les sols hydromorphes organiques dans les bras morts des rivières (devenus morts par les actions successives de drainage et de rectification des cours d'eau), les sols hydromorphes minéraux à moyennement organique et les sols hydromorphes minéraux d'origine alluviale.

Le paysan considère tout d'abord ces sols par rapport à la maîtrise de l'eau: sont ils inondables? drainables? irrigables? puis par rapport à la couleur, la texture, la structure et la teneur en matière organique. cf cartes d'Ampetsapetsa et de Tsarahonenana.

### La transformation

Si les caractéristiques du sol ne correspondent pas à l'usage que le paysan veut en faire, ce dernier peut le transformer. La possibilité d'irriguer et de drainer se joue souvent sur des différences de niveau de quelques centimètres ou quelques décimètres. Plutôt que de conserver des parcelles dont le statut sera aléatoire par rapport à l'irrigation et au drainage, les paysans du sud du périmètre ont choisi de surélever certaines parties pour les rendre hors de portée des inondations en creusant certaines autres qui seront inondées ou au moins irriguées de façon certaines. Les bourrelets surélevés portent les cultures maraichères (qui constituent 21% de la surface de la plaine) les dépressions sont rizicultivées.

La transformation ne s'arrête pas à quelques travaux d'aménagement hydro-agricoles<sup>95</sup>. Il existe une véritable construction du sol en remaniant les horizons. Un des remaniement les plus fréquent et les plus visible est apporté par la construction de brique et de tuile. Cette fabrication provoque beaucoup de transformations: drainage, extraction de l'argile et de la tourbe, réchauffement de l'ensemble du profil lors de la cuisson, remise à niveau de l'ensemble de la parcelle. Du point de vue de l'évolution pédologique, il y a oxydation, réchauffement et mélange d'horizons différents.

---

<sup>95</sup> Les réseaux primaires et parfois secondaires faisaient partie des réseaux classés et font maintenant partie des réseaux réhabilités. Le planage, le réseau d'irrigation et de drainage d'une parcelle ou d'un groupe de parcelle reviennent en général aux paysans utilisateurs.

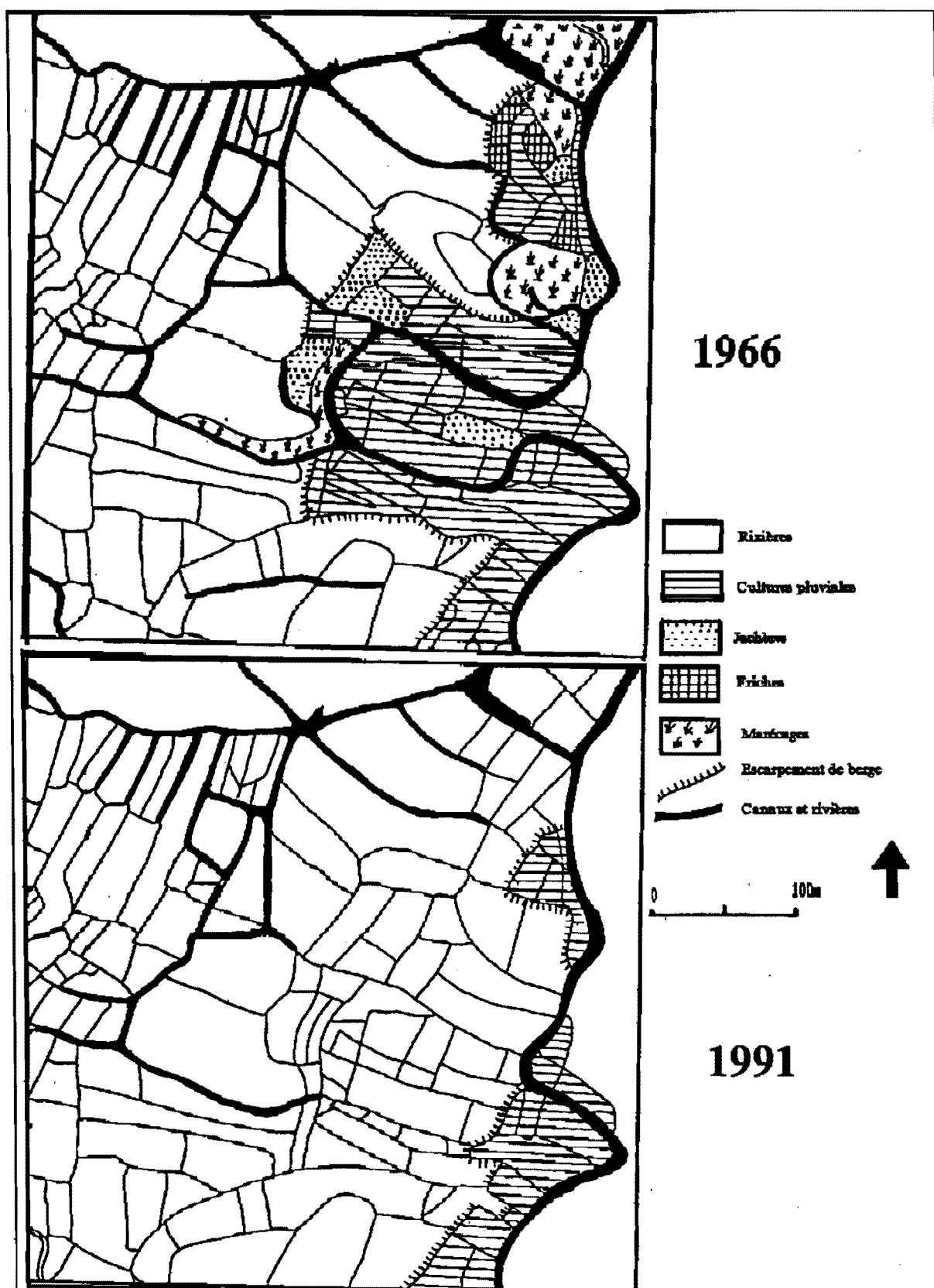


Figure 21 Comparaison de l'utilisation du sol "in périmètre" à Tsarahonenana Ambohibary entre 1966 et 1991 d'après Rasamoelina (1992) et Bonnemaïson (1976)

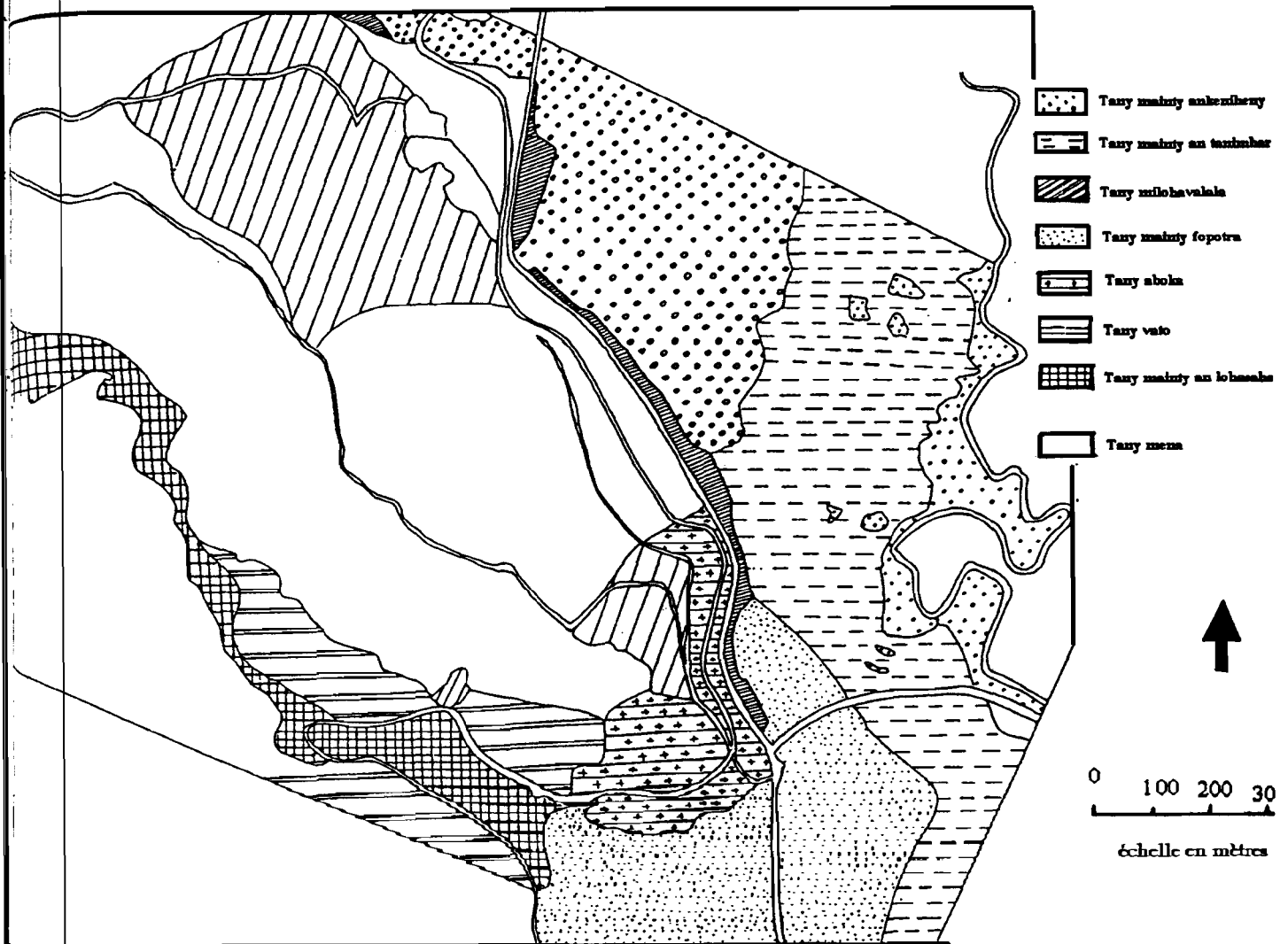


Tableau 7 Utilisation et appréciation paysanne du sol à Tsarahonenana Ambohibary

classification pédologique	Classification paysanne	Culture	Végétation naturelle	appréciation paysanne autres utilisations
sol hydromorphe tourbeux	<u>Tany mainty Andranokitsi-kitsika</u>	saison: maïs, soja, haricot, taro, p. de terre, c.s. carotte, avoine, savel, brède	<u>Ahibakiry, tanandilira, tsivaladrenikely, tanandiliry, tsipolera, haniry ny mpantsaka, fandrotrana, karepoka, tsivaladrenikely</u>	<u>Nécessité de drainage à cause d'une humidité permanente, association en saison, culture pure en contre-saison fumure importante</u>
Sols ferrallitiques rouges	<u>Tany mena</u>	manioc patate douce	<u>fandrotrana, tsipolotra, kidronalika, mimosa, vero, tsipolotra, kelimanjakalanira, horombato, vomenina, sakamalotany, rambiazina</u>	culture pure sans fertilisation brique non cuite, mortier de terre sol à mélanger avec le sol tourbeux des rizières
collution de bas de pente	<u>tany aboka</u>	manioc, patate douce, maïs haricot	<u>fandrotrana, tsipolotra, kidronalika, haniry ny mpantsaka, rambiazina, valaeka, vero</u>	manioc et patate douce sans fumure fumure organique sur maïs haricot sol apporté sur les rizières terre blanche, jaune et rouge mélangée
pouzolane	<u>tany valo</u>	sans culture	<u>fandrotrana, rambiazina, kizitina, ampanga</u>	enduit pour l'extérieur des maisons
glacis d'épandages colluviaux	<u>tany lohavalala ou mihohavala pourvint de vocif, tany mpantsaka</u>	saison: maïs haricot, soja, p. de terre, taro, carotte choux c.s. carotte brède	<u>makisoa, tsivadrenikely, fandrotrana, fandrotrahy, karepoka, kidronalika, tsipolotra, ahibakiry, valapevina</u>	associations complexes en saison culture pure en contre saison
sol hydromorphe organique	<u>tany mubuy an'andimbary</u>	- riz - p. de terre culture fourragère	<u>valandry, tsipary, tsiriv, horona</u>	couleur noire au labour qui passe à une couleur rouille à chocolat au lait après séchage
sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe	<u>tany mainty ankehivany baiboho</u>	- maïs précoce (vert), haricot, soja, p. de terre légumes - brèdes et légumes en c.s.	<u>valaeka, tsipolotra, tanandilira, ahitramaleny, fandrotrana, crotallaire, vero</u>	associations complexes en saison

Dans certains cas, la transformation peut aller jusqu'au creusement de fossés de plusieurs mètres de profondeur pour remonter un horizon déterminé (en général tany manga) dont on a démontré empiriquement qu'il convenait bien à la culture maraîchère. C'est le vely kiba, travail effectué avec l'aide des sarakantsaha<sup>96</sup> au début et à la fin des pluies.

L'expression "asa vely kiba" traduit l'idée du maintien de la fertilité du sol passant par la fourniture des éléments exportés par les récoltes (Rasamoelina, 1992). Des dizaines de mètres cube de terre par are peuvent ainsi être manipulées pour arriver à constituer un sol qui permettra d'obtenir de hautes productions. Cette pratique peut s'expliquer par des différences d'âge et d'origine des sédiments. Lageat et Peyrot (1974) les classent en quatre types:

- les sédiments A comprenant lignites, schistes bitumineux, diatomites dépôts marno-calcaires;
- les sédiments B composé d'argiles diverses;
- les sédiments C représentés par des argiles sableuses bariolées
- les sédiments D accompagnés d'ossements de la faune subfossile, également à dominante argileuse; ces sédiments contenant des fossiles (vato didy ou biby) semblent très appréciés pour la confection de nouveaux sols.

L'utilisation du sol est également très variée. La maîtrise de l'eau et la proximité de la nappe déterminent la possibilité de faire de la riziculture et des cultures de contre saison sur rizière. La fertilité initiale ou la fertilité construite détermineront les cultures portées, le type de fertilisation et l'intensité culturale (1, 2 ou 3 cultures ou associations successives la même année sur la même parcelle). L'occupation du sol de la partie "in périmètre" du terroir d'Ampetsapetsa donne une idée de la diversité dans l'utilisation avec plus de 10 types principaux de mise en valeur du sol (carte exemple d'utilisation du sol à Ampetsapetsa Ambohibary). Les parties basses sont systématiquement rizicultivées. Un tiers de la surface en rizière porte des pommes de terre en contre saison. Les parties rehaussées (par rapport à la nappe) par l'amélioration du drainage ou par les déblais du creusement des rizières sont utilisées en pomme de terre, patate douce, carotte (dont Ampetsapetsa est un des hameaux spécialistes) et en différentes associations avec le maïs. Les parcelles font de quelques mètres carrés à quelques centaines de m<sup>2</sup> avec, à chaque fois, des techniques culturales ou même des modes de fabrication du sol différents.

Introduisant le séminaire "Bas-fonds et riziculture" (Antananarivo, 1991), Raunet définit le concept de bas fond. Après avoir examiné les différentes caractéristiques, interactions, perceptions, il conclut que "le" sol de bas-fond n'existe pas<sup>97</sup>. Il est tentant, lorsque l'on a examiné les contributions de la nature et de l'homme à la genèse des sols d'étendre cette "non existence" à une partie importante des sols cultivés de la région. Les pratiques paysannes ne recherchent pas une homogénéisation du milieu pour arriver à "un" sol de culture irriguée et "un" sol de culture exondée mais plutôt une exploitation d'autant plus fine que les objectifs sont précis et les contraintes bien déterminées. La connaissance du milieu et les savoirs faire développés à Ambohibary semblent exemplaires de la mise en valeur d'un milieu dans des conditions où les contraintes écologiques et démographiques sont fortes.

---

<sup>96</sup> salariés agricoles; ce type de travail n'est, sans doute devenu possible qu'avec la baisse des salaires.

<sup>97</sup> Raunet (1993) p 19.

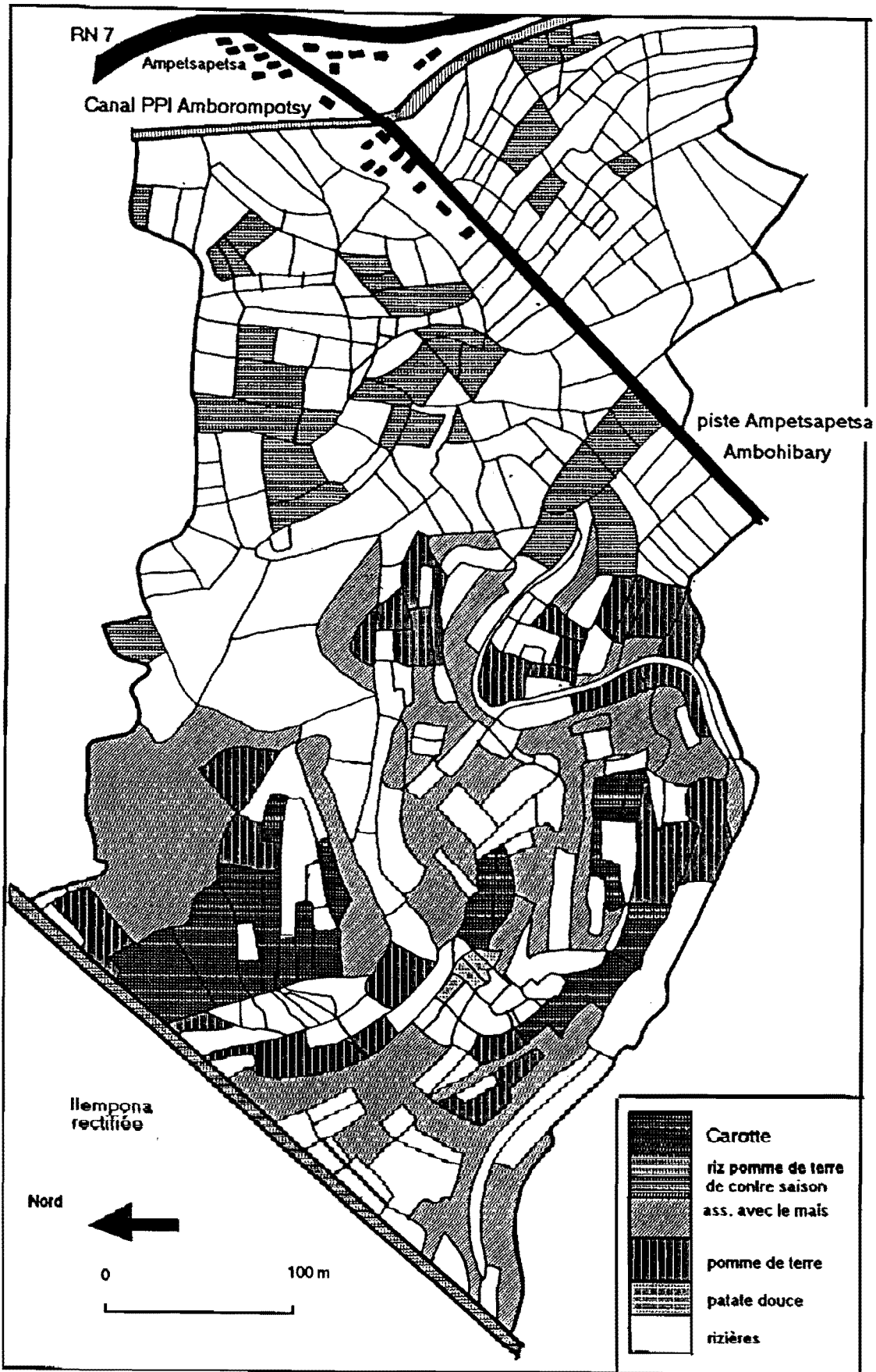
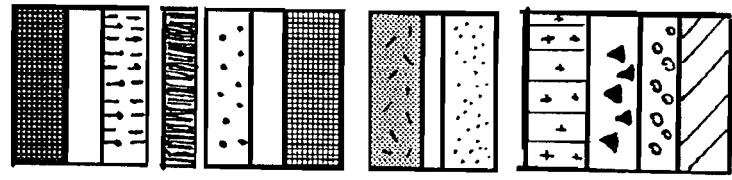
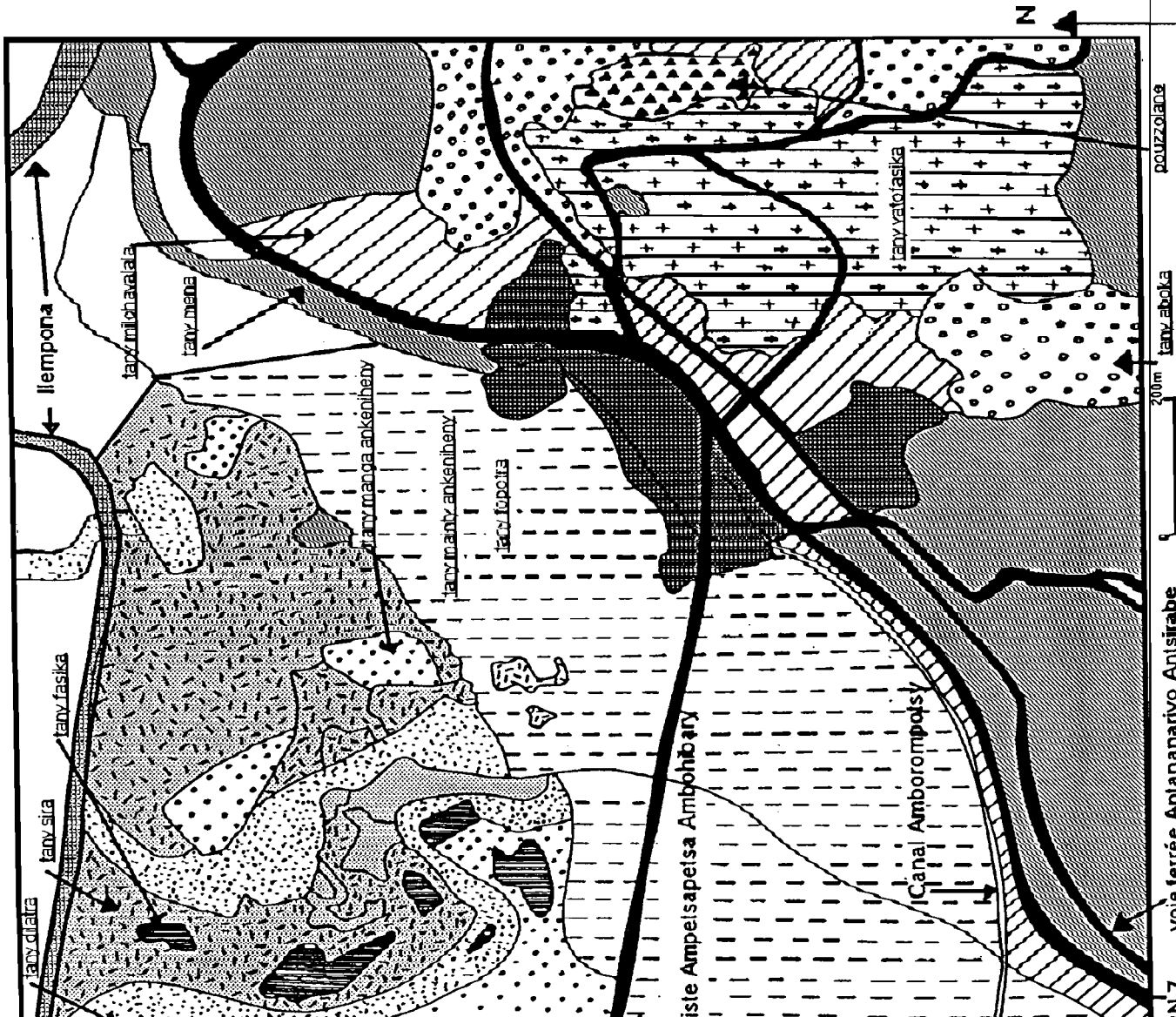


Figure 23 utilisation du sol en rizière à Ampetsapetsa (Ambohibary)



- tany lopotra (tourbe)
- tany mainty ankenibeny (tourbe de bas fond)
- tany fasika
- tany manga ankenibeny (sol argileux)
- tany mena (latérite)
- tany sira (bourelet de berge)
- tany dilatra
- tany vato fasika (vato aranana)
- pouzzolane
- tany aboka
- tany mihavalala

dénomination paysanne des sols d'Ampelapetsa, Ambohibary

### 3.1.4 Diversité des conditions hydrologiques

Les relations entre les ressources en eau et la mise en oeuvre de techniques de culture intensive sont capitales pour toute la partie irriguée du système. Prenant une part prépondérante de l'aptitude à produire, la disponibilité en l'eau est capitale pour la mise en place des cultures et conditionne l'utilisation d'autres techniques de production: protection phytosanitaire, fertilisation, sarclage... Ainsi, une rizière repiquée au mois de janvier, faute d'eau, aura très peu de chances d'être sarclée ou de recevoir une fumure minérale. De la même façon, un excès d'eau pendant un des stades critiques entraînera l'arrêt des techniques permettant une bonne production. Les deux phénomènes, manque d'eau au début du cycle et excès d'eau quelques semaines après, sont fréquemment associés notamment pour les parcelles situées au centre des grandes plaines alluviales.

Comme pour le climat, il convient de ne pas prendre seulement les moyennes ou les médianes mais de considérer également les fréquences exprimant les risques et les épisodes exceptionnels qui ont une influence sur les décisions des paysans.

L'impressionnante monographie hydrologique réalisée par l'ORSTOM<sup>98</sup> apporte un éclairage complet sur l'hydrologie à Madagascar. Il est possible de s'y reporter avec intérêt pour des précisions concernant les crues, les étiages, mais aussi les relations hydro-pluviométriques et les bilans hydrologiques.

Les rivières de la région étudiée appartiennent au bassin du Mangoro (17000 km<sup>2</sup>) et de la Mananjary (6800 km<sup>2</sup>) qui se jettent dans l'Océan Indien, à ceux de la Tsiribihina (50000km<sup>2</sup>) et du Mangoky (56000km<sup>2</sup>) qui se jettent dans le canal du Mozambique (cf carte).

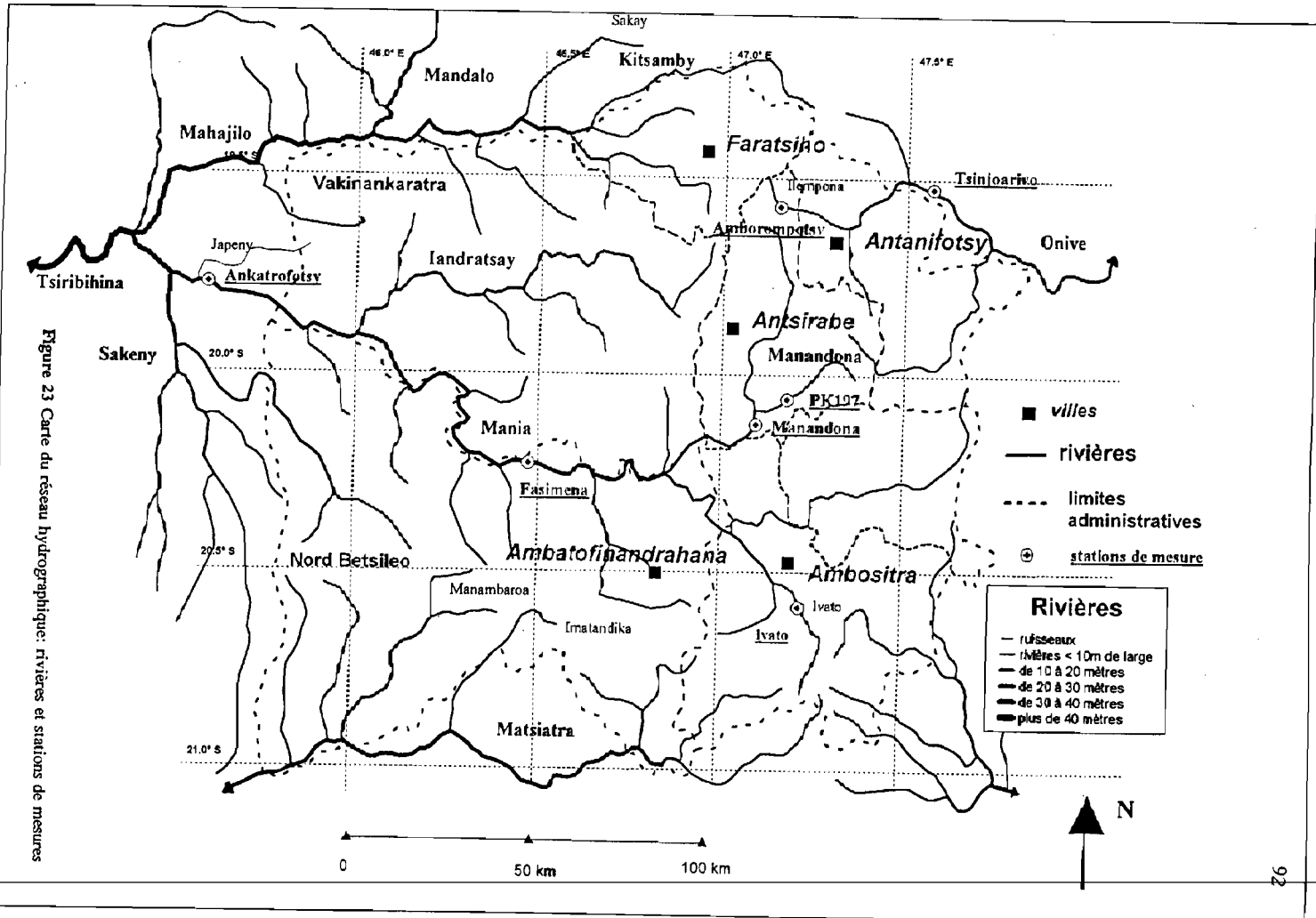
Les formes du réseau hydrographique, fortement perturbé par les phénomènes volcaniques, présentent une très grande diversité liée au contexte géomorphologique:

- nombreux méandres dans les hautes plaines alluviales (Vinaninony, Ambohibary, Onive) ainsi que dans les vallées à fond plat;
- tracés en baïonnette dans les régions plissées,
- tracés tectoniques rectangulaires ou orthogonaux,
- réseau secondaire ramifié (dichotomique, sub-parallèle) ou dendritique (en bois de renne) sur les surfaces d'aplanissement plus ou moins anciennes couvertes d'un épais manteau d'altération.

Le fonctionnement hydrologique des rivières de la région peut être relativement bien connu grâce à 8 stations suivies pendant des périodes suffisamment longues:

- Amborompotsy à Antsampandrano et Onive à Tsinjoarivo pour le bassin de l'Onive affluent du Mangoro,

<sup>98</sup> Chaperon P., Danloux J., Ferry L. Fleuves et rivières de Madagascar ORSTOM Paris, 1993, 874 pages.





- Sahanivotry, Manandona, Sandrandahy, Ivato et Ankatrofotsy pour le bassin de la Mania affluent de la Tsiribihina.

**Les besoins en eau des parcelles irriguées sont les plus importants lorsque le débit des rivières est le plus faible:**

Le calendrier cultural sur rizière est fixé par la température qui engendre des contraintes de plus en plus fortes lorsque l'on monte en altitude. La mise en boue et la constitution d'une lame d'eau nécessitent au mois d'octobre et de novembre un excédent de l'ensemble pluie - irrigation par rapport à l'évapotranspiration de  $2000\text{m}^3$  par hectare. Bien que moindres, les besoins sont importants également pour l'irrigation des cultures de contre saison. Les estimations de la SOMEAH (figure 24) montrent bien la faiblesse des débits moyens inférieurs à  $20\text{ l/s/km}^2$  du mois de mai au mois de novembre. Les débits minima des rivières sont généralement observés entre le 20 octobre et la mi novembre (Chaperon et al, 1993).

#### Variabilité dans le temps de l'eau disponible

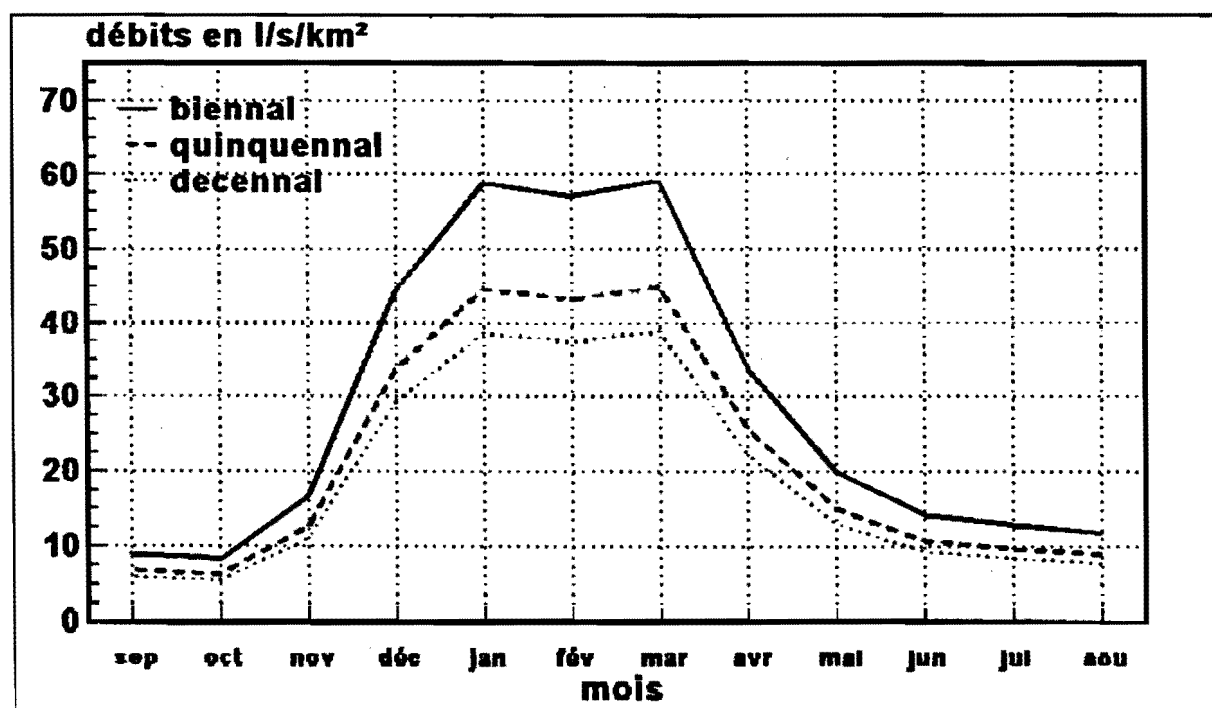


Figure 24 débit mensuel moyen pour différentes fréquences (hors prélèvement amont (SOMEAH 1990))

Au mois d'octobre, une année sur deux, le débit mensuel sera inférieur à  $8.35\text{ l/s/km}^2$  (débit biennal), une année sur trois inférieur à  $6.34\text{ l/s/km}^2$  (débit quinquennal) et une année sur dix inférieur à  $5.47\text{ l/s/km}^2$  (débit décennal).

Comme pour le climat, une intégration empirique des risques d'excès ou de manque d'eau sur-déterminera des pratiques qui s'expliquent beaucoup plus difficilement si l'on ne considère que les moyennes.

L'étude fréquentielle des débits mensuels moyens montre la variabilité entre année (figure); la différence entre le débit des biennales sèches et celui des décennales sèches est de plus de 50 % pour les mois sensibles. L'étude des débits décadaires dérivables 8 jours sur 10 sur la rivière Amborompotsy (sur laquelle se trouvent trois barrages alimentant des réseaux du périmètre d'Ambohibary) montre des valeurs variant dans un rapport de un à huit pour la deuxième décennie de novembre, un à quinze pour la troisième décennie. (cf figure 25).

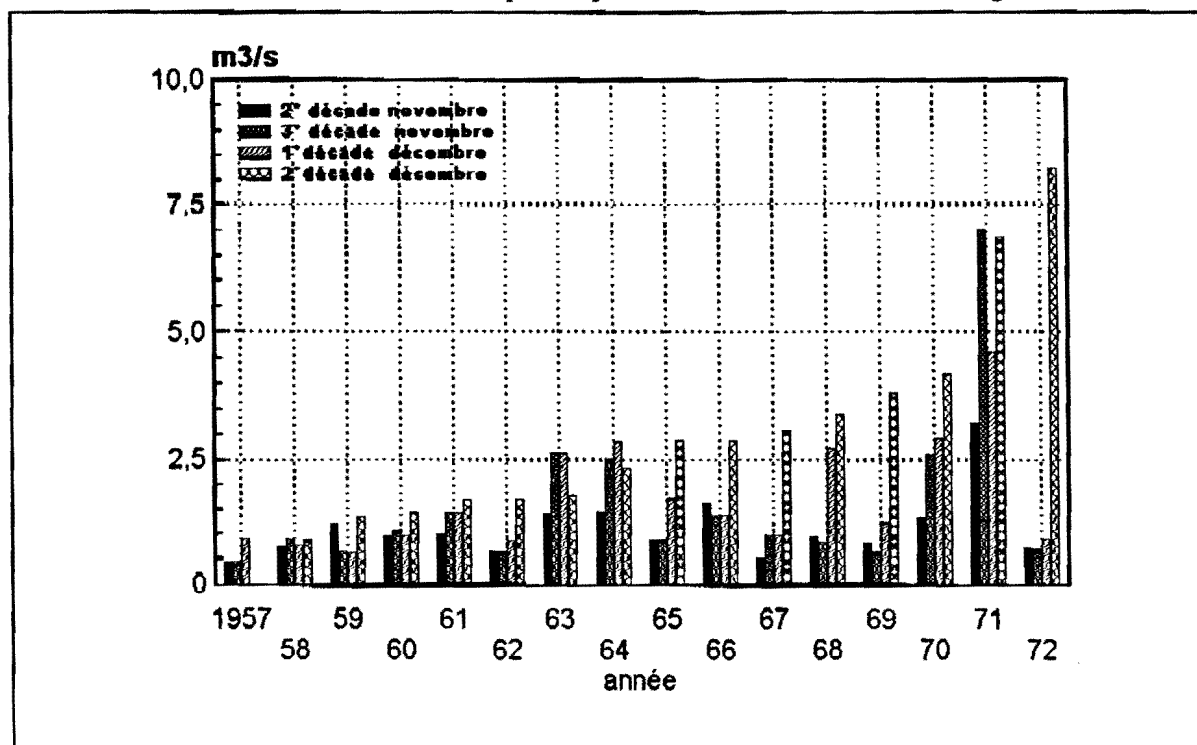


Figure 25 débits décadaires dérivables 8 jours /10 station Antsampandrano rivière Amborompotsy

Le pouvoir tampon est très différent selon les bassins, dépendant à la fois de la couverture végétale et de la capacité de stockage dans les altérites. L'étude de la relation hydro-pluviométrique<sup>99</sup> montre, pour le bassin de l'Onive des corrélations importantes entre la pluviométrie et le débit du même mois pour les basses eaux: les coefficients sont de 0.67 en octobre et 0.84 en novembre ( $p > 0.99$ ) pour l'Amborompotsy à Antsampandrano, 0.93 ( $p > 0.99$ ) en novembre pour l'Onive à Tsinjoarivo (Chaperon et al, 1993<sup>100</sup>). Pour le bassin de la Mania, la relation la plus forte est trouvée avec le débit du mois précédent (et non pas avec la pluviométrie du mois en cours ni celle du mois précédent) montrant des capacités de stockage supérieures dans les altérites.

### Variabilité dans l'espace

La disponibilité en eau dans la rivière sera liée à trois facteurs:

<sup>99</sup> relation entre la pluie et le débit des rivières. Un fort coefficient indique une mauvaise capacité de stockage par la végétation et les altérites et donc une faible aptitude à différer l'arrivée de l'eau dans les rivières.

<sup>100</sup> pp 293 et 303.

- les débits d'étiage rapportés à l'unité de surface du bassin versant,
- la taille du bassin versant,
- les prélèvements amont.

Les données de l'étude ORSTOM permettent de comparer les débits d'étiage (en l/s/km<sup>2</sup>) des stations hydrométriques (tableau 8). Les débits d'étiage présente une variabilité importante dans le temps et dans l'espace.

Pour le bassin de la Mania (cf figure 26), un drainage important des nappes d'altérites permet de maintenir un débit généralement important pendant la saison sèche. Cependant, correspondant à un drainage de nappes moins développées sur le bassin supérieur de la Manandona, ainsi qu'à un tarissement plus rapide que pour le reste du bassin de la Mania, les débits d'étiage relevés sur la Manandona sont plus faibles.

Pour le bassin de l'Onive (cf figure 27), les réserves d'altérites ont des dimensions relativement faibles. L'importance de la réserve utile correspond à un couvert forestier étendu. Sans qu'il soit possible de le démontrer avec des chiffres <sup>101</sup>, l'incendie en 1987 de la station forestière d'Antsampandrano a modifié de façon importante le fonctionnement de l'Amborompotsy et, diminuant les débits dérivables en tête de réseau<sup>102</sup> pendant la période d'étiage, a conduit à des problèmes dans la répartition de l'eau.

Tableau 8 débit d'étiage en l/s/km<sup>2</sup> estimés à partir des séries de mesure pour les stations hydrométriques de la zone (Chaperon et al, 1993)

Station / fréquence	année sèche				année humide		
	20 ans	10 ans	5 ans	médiane	5 ans	10 ans	20ans
<b>Bassin de la Mania</b>							
Fasimena	5.2	5.5	6.1	7.4	9.2	10.5	11.7
Ankotrofotsy				4.4			
Sandrandahy				9			
Manandona	1.99		2.2	2.75	3.45		3.92
Sahanivotry		3.3	3.9	4.9	6	6.5	
<b>Bassin de l'Onive</b>							
Tsinjoarivo	1.05	1.11	1.2	1.84	3.02	3.94	4.84
Antsampandrano	5.7	6.1	6.6	7.7	9	9.7	10.5

<sup>101</sup> les relevés ne sont plus disponibles pour Antsampandrano depuis 1979.

<sup>102</sup> les débits retenus par le GERSAR, chargé de l'étude, ne prenaient pas en compte cet incendie.

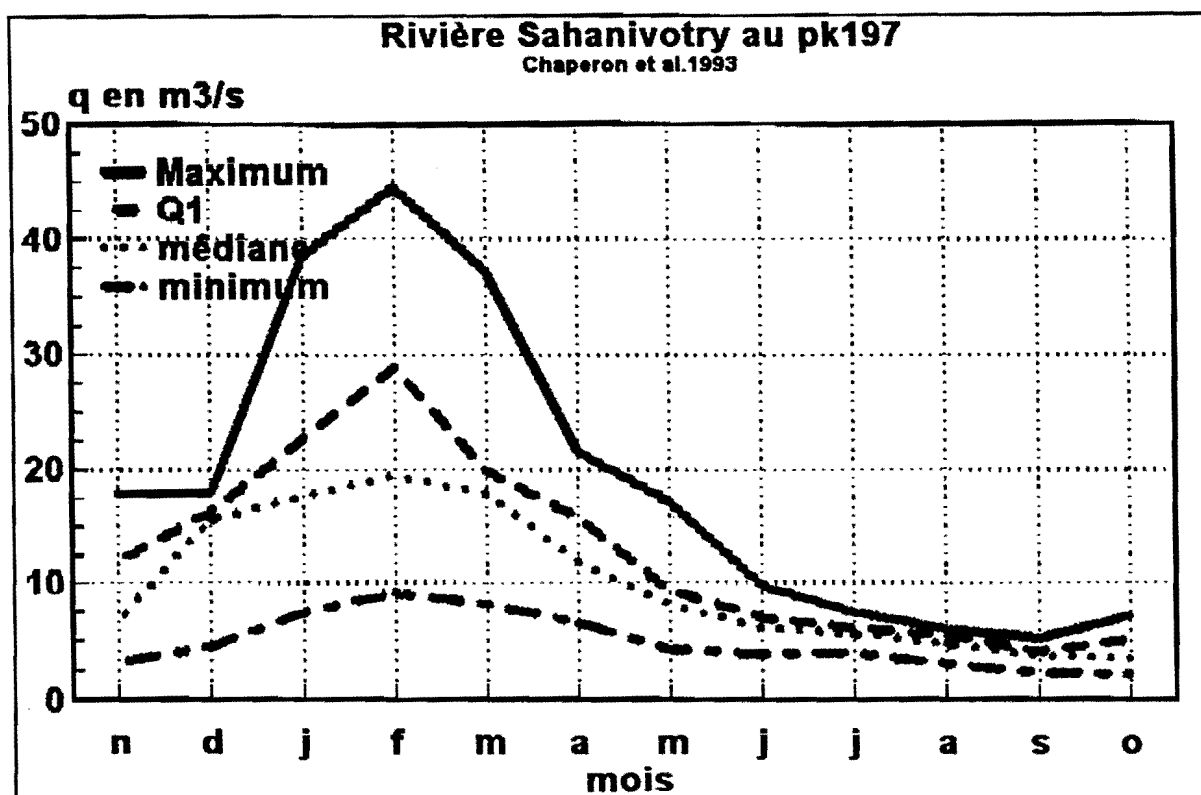


Figure 26 débits moyen mensuels en m<sup>3</sup>/s Sahanivotry, bassin de la Manja

La taille et la pente des bassins versants interviennent bien évidemment sur l'eau disponible. Si l'on se place du côté de la sécurité et que l'on veut faire transiter 10 l/s/ha irrigué<sup>103</sup> dans les réseaux, il faudrait de 1 à 6 km<sup>2</sup> de bassin versant par hectare de rizière.

La compétition pour l'eau devient parfois vive lorsque les prises sont trop rapprochées et il n'est pas rare de voir le débit complet d'une rivière capté par une prise. Lorsque de tels problèmes apparaissent, on assiste parfois à la création de nouvelles rizières plus en amont sur le cours d'eau, indicatrice d'une absence de contrôle social. Comment ne pas évoquer la thèse de la "tragédie des communaux"<sup>104</sup> dont l'idée directrice est la suivante: lorsqu'une ressource est en propriété commune, le nombre d'exploitant augmente aussi longtemps qu'il est possible d'en tirer profit, cet état conduisant à la fois à la surexploitation et à l'inefficience économique. L'eau est ici une ressource en propriété commune. Lorsque les règles de distribution et d'utilisation ne sont pas fixées ou pas appliquées (cf en 323 l'histoire des aménagements), il est fréquent d'assister à un gaspillage et à une inefficience économique.

La variabilité peut être retrouvée pour les excès d'eau. Chaque année, notamment au passage des dépressions tropicales, on assiste à des inondations des parties les plus difficiles à drainer.

<sup>103</sup> chiffre nettement surdimensionné avancé par Gillain (1984) pour le cas où tout le monde repiquerait en même temps. La quantité proposée par les bureaux d'étude 1.5l/s/ha semble, en revanche, insuffisante.

<sup>104</sup> du titre d'un article de Garrett Hardin dans Science en 1968.

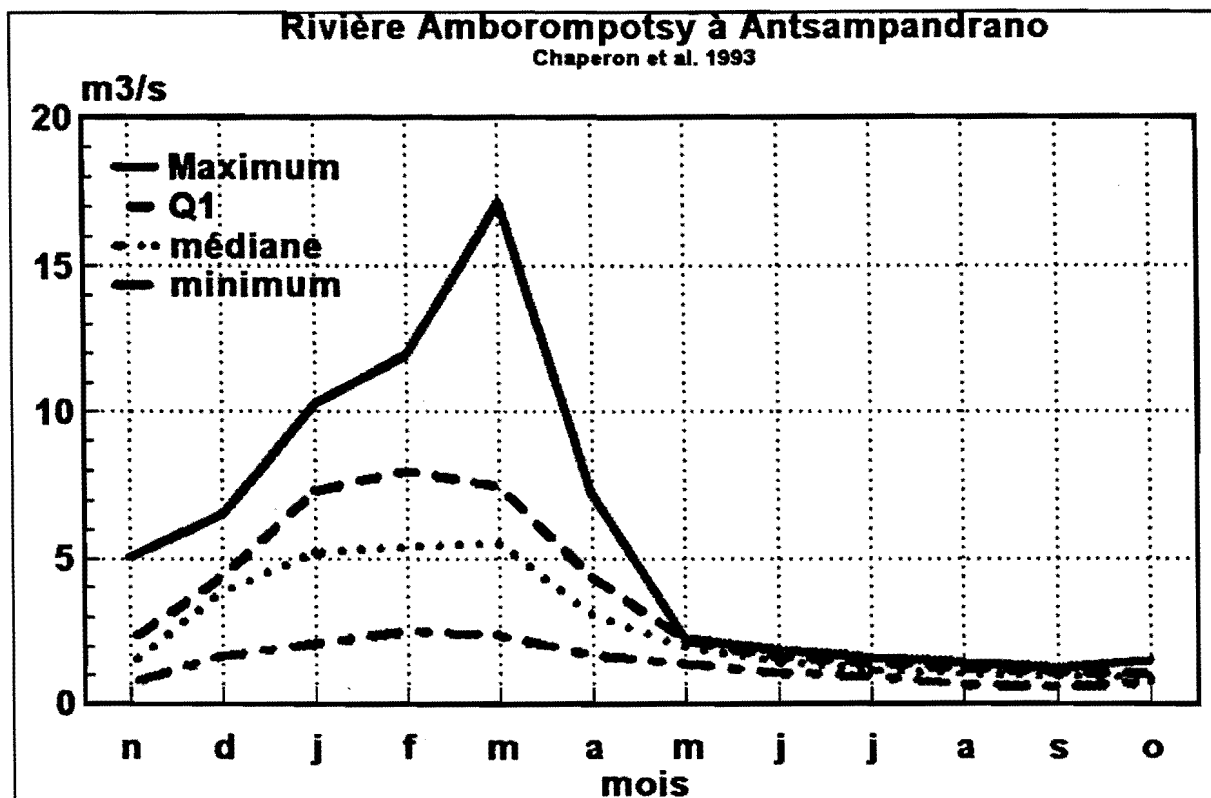


Figure 27 débits moyens mensuels Amborompotsy à Antsampandrano

Ces crues se situent en général entre le 10 janvier et la fin du mois de mars. L'importance des crues décennales varie de façon importante en fonction de la topographie (existence d'un seuil rocheux, distance entre la zone concernée et ce seuil, pente). Les débits des crues décennales varient de 183 l/s/km<sup>2</sup> sur l'Onive à Tsinjoarivo à 422 l/s/km<sup>2</sup> sur la Mania à Sandrandahy<sup>105</sup>.

**La relation entre couverture végétale et fonctionnement hydrologique des rivières a déjà été évoquée.** Des recherches entreprises dès 1963 à Manankazo et 1972 à Ambatomainty dans la vallée de la haute Sisaony ont montré l'augmentation de l'écoulement des débits de saison sèche et des petits débits utilisables lorsque le bassin versant était aménagé ou protégé par rapport aux bassins versants brûlés (MRSTD, 1990).

Des modifications de fonctionnement sont parfois dus à des plantations d'arbres à grande consommation d'eau comme les eucalyptus. Si ces arbres favorisent localement l'infiltration (par rapport à une steppe à *Aristida* brûlée chaque année), leur évapotranspiration est telle qu'ils peuvent assécher certaines sources alimentant des rizières. Ces rizières sont conduites de façon extensive dans un premier temps puis utilisées en culture pluviale. A la suite de reboisements en eucalyptus dans la région d'Andina (ouest Ambositra), de nombreuses rizières ont ainsi été transformées en champ de manioc ou en verger d'agrumes.

<sup>105</sup> des crues exceptionnelles de plus de 1000 l/s/km<sup>2</sup> ont été enregistrées (Buresi, 1968).

La situation par rapport aux conditions hydrologiques présente donc une variabilité très importante. Selon la taille et la végétation du bassin versant, les caractéristiques des altérites, l'hydrologie de la rivière sera plus ou moins contraignante pour le captage de l'eau d'irrigation nécessaire au repiquage et à la contre-saison ou pour les inondations des mois de janvier à mars. C'est à l'échelle du périmètre qu'il est nécessaire d'étudier le phénomène en mettant l'accent sur le risque plutôt que sur les moyennes ou les normales, sur les influences de modifications éventuelles (déforestation, nouveaux aménagements) autant que sur la situation actuelle.

Les ressources disponibles espace, offre climatique, sol, eau, connaissent donc de très grandes variations à l'intérieur de la zone d'étude. La compréhension des pratiques, fruits de relations multiples entre le sol, le climat, la plante et l'homme, nécessite la prise en compte de ces variations dans l'espace: il est indispensable de savoir à quelle altitude, sur quel substrat géologique, dans quelles conditions hydrologiques l'observateur se trouve. Les variations dans le temps, intégrées dans les traditions apparaissent comme aussi fondamentales que les variations dans l'espace à considérer.

## 3.2 Hétérogénéité de l'accès aux ressources et de leur exploitation: les informations apportées par l'histoire

C'est en grande partie grâce aux informations apportées par l'histoire que l'on peut comprendre l'accès aux ressources pour la mise en valeur d'un milieu. L'étude de cet accès aux ressources ne peut cependant se limiter aux ressources naturelles (sol, eau...) mais doit aussi prendre en compte l'argent et le savoir. La mise en perspective historique, utilisant des pas de temps plus longs que ceux que prennent habituellement les agronomes (qui se contentent souvent de reconstituer le passé récent d'une parcelle), semble nécessaire pour comprendre la situation des exploitations et les pratiques. Il faut alors emprunter à l'histoire ou faire office d'historien pour comprendre comment "on" en est arrivé là. "On" représente alors aussi bien le chercheur chargé d'identifier une problématique de travail que le paysan mettant en valeur ce milieu. Quelles modifications de l'environnement physique ou socio-économique ont entraîné telle nouvelle pratique? L'absence de prise en compte de la perspective historique d'une intervention a entraîné bien des échecs de projet ainsi que des définitions de problématiques de recherche présentant peu d'intérêts.

Gourou (1973) montre combien toute la géographie humaine a des difficultés pour préciser ce que l'on appelle "ressources". Les ressources sont ce que les hommes voient et elles varient selon les techniques. Les techniques, en se perfectionnant, permettent d'exploiter différemment les ressources. Il est donc nécessaire, pour comprendre l'accès aux ressources, de savoir quelles connaissances sous-tendent cette exploitation et, en particulier, l'évolution de l'état des connaissances pour exploiter le milieu.

### 3.2.1 Histoire de l'accès au foncier

Les contraintes foncières sont importantes dans tous les systèmes agricoles et particulièrement dans ceux dans lesquels la pression démographique est le moteur principal de l'évolution<sup>106</sup>.

#### La répartition de la population

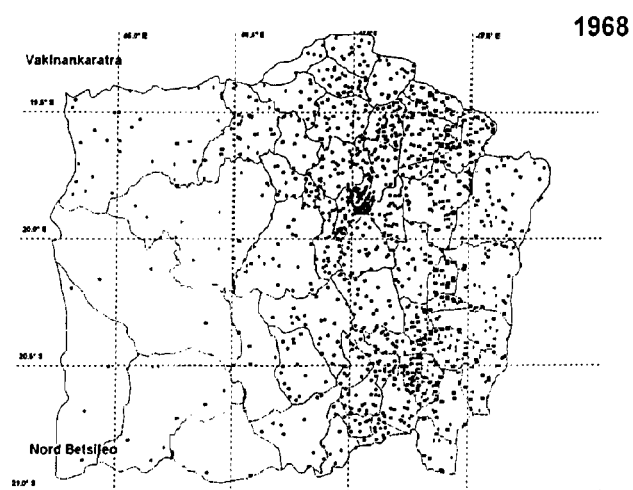
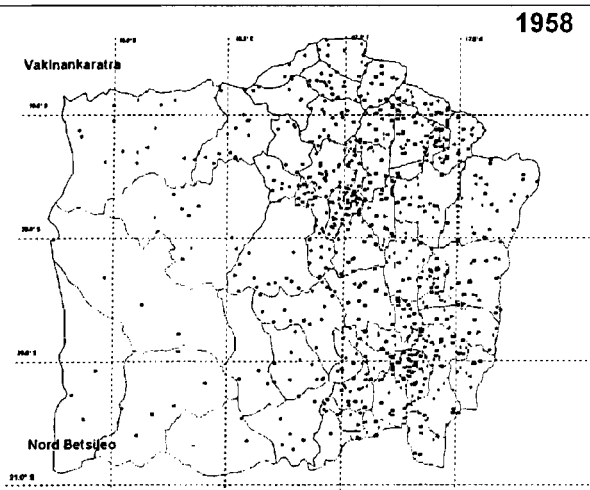
Pour Sautter (1979)<sup>107</sup>, *"la densité de population constitue un élément capital, le plus simple et le plus synchrétique à la fois, parmi ceux qui permettent d'appréhender la nature des relations entre un espace et un ensemble d'hommes solidaires dans l'utilisation de cet espace. La densité de population constitue à chaque instant un fait contraignant pour le fonctionnement et l'évolution du système de production et plus largement du ou des groupes humains considérés"*. Dans cette région où coexistent des zones désertes et d'autres comptant plusieurs centaines de personnes par kilomètres carré, il est particulièrement important d'examiner la répartition de la population.

---

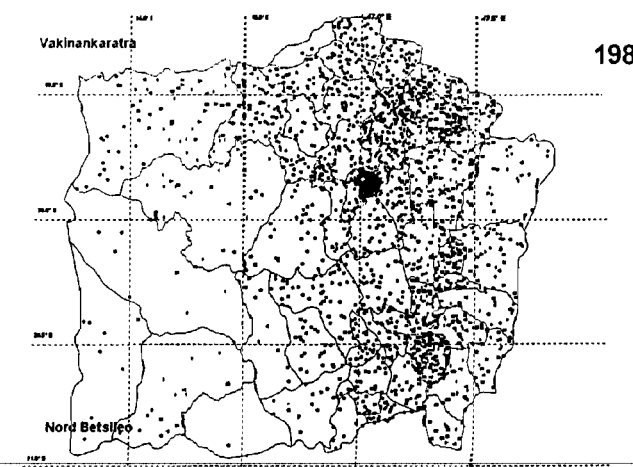
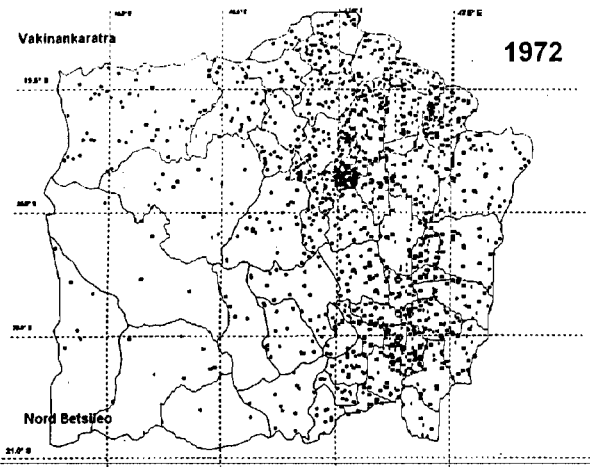
<sup>106</sup> dans la thèse d'E. Boserup (1970), ce sont les développements de l'agriculture qui dépendent des mouvements de population et non l'inverse: dans la théorie malthusienne, ce sont les conditions de l'agriculture qui déterminent la situation démographique. Si le modèle de Boserup se trouve confirmé par un certain nombre d'études, le nombre de contre exemples est suffisamment considérable pour faire passer le modèle de Boserup du rang de loi physique à celui de loi historique valable seulement dans certaines circonstances bien définies.

<sup>107</sup> cité dans Tropiques lieux et liens, p 448.

Figure 28 représentation de la population en 1958, 1968, 1972, 1988 (Gourou, 1967; Rasouampanina et Rakotonondrany, 1974; recensements cantons puis Fivansampokontany)



Représentation de l'évolution de la population dans la Vakinankaratra et le Nord Betsileo 1 point = 500 habitants





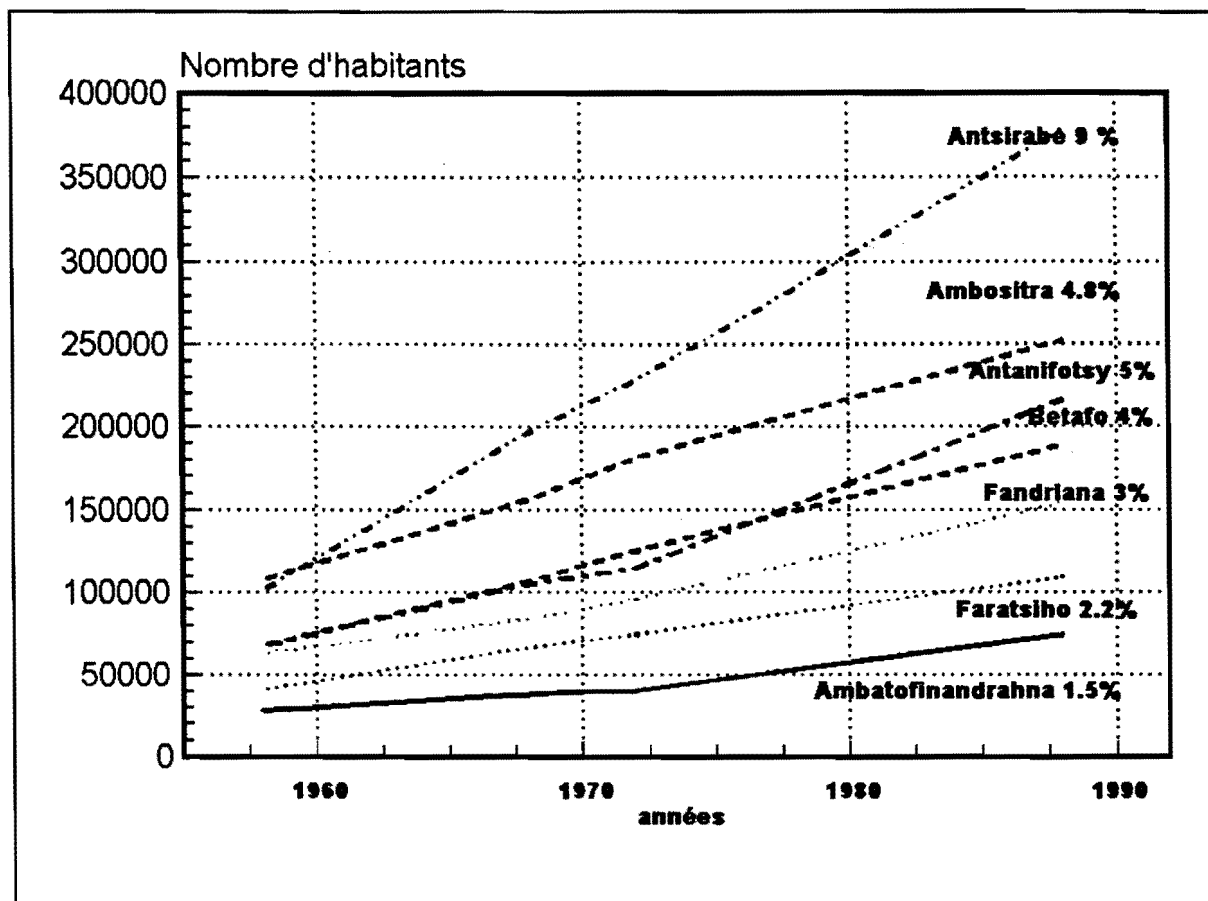


Figure 29 Evolution de la population dans la zone entre 1958 et 1990 (en % par an)

Les représentations de la répartition de la population de 1958 (Gourou, 1967) et en 1985 (cf cartes) montrent des inégalités dans l'occupation de l'espace entre un Moyen Ouest peu peuplé et des Hautes Terres surchargées. Cette répartition, inégale depuis des siècles<sup>108</sup>, n'a pas été compensée par des arrivées massives de migrants si ce n'est dans la partie Nord du Moyen Ouest du Vakinankaratra le long de la route nationale<sup>109</sup> 34 Antsirabe Mandoto Miandrivazo. Si l'on estime entre 3 et 4 % l'augmentation naturelle de la population (naissances moins décès), il est possible de noter un accroissement supérieur à la moyenne dans les zones urbaines et péri-urbaines et une diminution dans les zones enclavées. L'étude de cette évolution confirme l'importance des routes avec des augmentations plus importantes pour Antsirabe, Antanifotsy et Ambositra, le long de la nationale 7 et de façon moindre pour Betafo, le long de la route nationale 34. Le rôle d'Antsirabe comme pôle régional s'est accru considérablement au cours des quarante dernières années avec une croissance de 9 % par an ce qui correspond bien à la tendance générale pour Madagascar où le ratio rural sur urbain est passé de 7.5 à 3 en 30 ans (source Agrostat FAO). Ces données sont cependant à utiliser

<sup>108</sup> la mauvaise répartition des hommes à Madagascar, paradoxale pour certain est expliquée par Gourou (1971): "en fait, les régions centrales de Madagascar étaient fort bien douées pour la création, avec des moyens techniques artisanaux, de rizières inondées bien alimentées en eau".

<sup>109</sup> Le Bourdié (1974) remarque que les régions les plus peuplées ne coïncident pas avec les royaumes historiques mais avec l'axe routier Nord Sud ouvert dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle -

avec prudence, leur qualité étant remise en cause par la plupart des auteurs (Gourou, 1967 - Raison, 1984).

Les inégalités dans l'occupation de l'espace existent entre zones mais également à l'intérieur d'une même région.

Raison (1984) étudie les relations entre la concentration dans les Hautes Terres centrales et orientales, les ressources naturelles et les influences sociales et politiques. Cherchant à mettre en relation densité de population et part des bas fonds dans la surface totale, il constate qu'une bonne part des régions presque vides au début du XIX<sup>e</sup> siècle (et encore aujourd'hui) sont très mal pourvues en terres de vallée mais ne trouve pas, pour l'ensemble des Hautes Terres<sup>110</sup>, de liaison nette entre fort pourcentage de bas fonds et forte concentration de peuplement. La corrélation est un peu meilleure avec le potentiel des pentes (importance et valeur agricole des pentes utilisables), mais même la combinaison pente et bas fonds ne livre pas la répartition des hommes pour l'ensemble de la région qui va de l'Imerina au Betsileo. Il est cependant possible d'émettre l'hypothèse d'une priorité d'implantation dans les endroits où la maîtrise de l'eau pour la riziculture est facile à obtenir. Cette notion de "facilité des aménagements" paraît cependant plus difficile à chiffrer que la part en bas fond dans la surface totale<sup>111</sup>.

En arrivant dans une région, la population se concentre dans un premier temps autour des bas fonds<sup>112</sup> et plaines faciles à aménager en rizière avant de se porter sur des espaces sur lesquels la maîtrise de l'eau est plus difficile à obtenir puis d'occuper de façon de façon de plus en plus intensive les collines environnantes.

### L'histoire de la prise de possession du territoire

Comme dans beaucoup d'histoires partant d'agricultures anciennes, il est possible de suivre, avec l'augmentation de la population sur un même espace, l'évolution des modes d'occupation et de gestion de la fertilité qui évoluent. Le passage d'un système de chasse et cueillette à celui d'abattis - brûlis mettant l'espace en valeur de façon extensive précède, du fait de la consommation excessive de végétaux<sup>113</sup> par l'agriculture de pente, la stabilisation de l'habitat avec l'aménagement des vallées<sup>114</sup>, jusqu'aux systèmes intensifs actuels qui peuvent porter plusieurs cultures par an.

<sup>110</sup> Raison a travaillé sur l'ensemble des Hautes Terres soit plus de 222 000km<sup>2</sup>.

<sup>111</sup> réalisée à l'aide de photographies aériennes.

<sup>112</sup> Müntz et Rousseaux (1901) p 71 ont les premiers apprécié analytiquement l'intérêt des bas fonds indiquant que "les vallées et bas fonds, qui occupent des surfaces d'une certaine importance se présentent dans de bien meilleures conditions (que les terres rouges des mamelons)... Les eaux de pluie, courant à la surface des terrains en pente ont accumulé dans les cuvettes les éléments fins les plus riches enlevés au flanc des côtes".

<sup>113</sup> consommant les végétaux sous forme de cendres, cette agriculture de pente ne tolérait que difficilement la stabilité de l'habitat car elle épuisait la végétation locale qui résistait mal aux traitements qu'elle subissait. (Raison 1984 p 81).

<sup>114</sup> cf Boserup, 1970 p 19 "les bords de rivière ont sans doute été mis en culture par les descendants de tribus qui avaient été contraintes d'abandonner le sol forestier déjà cultivé, à cause de sa dessiccation ou de son épuisement". Cette évolution présente cependant des formes très différentes selon les régions.

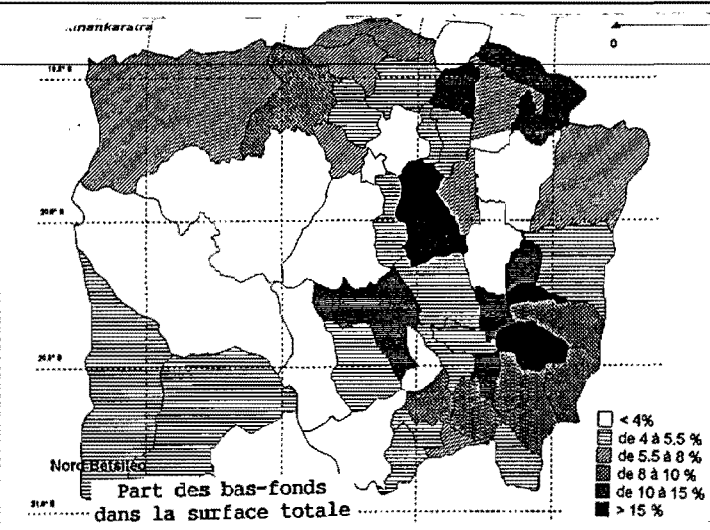
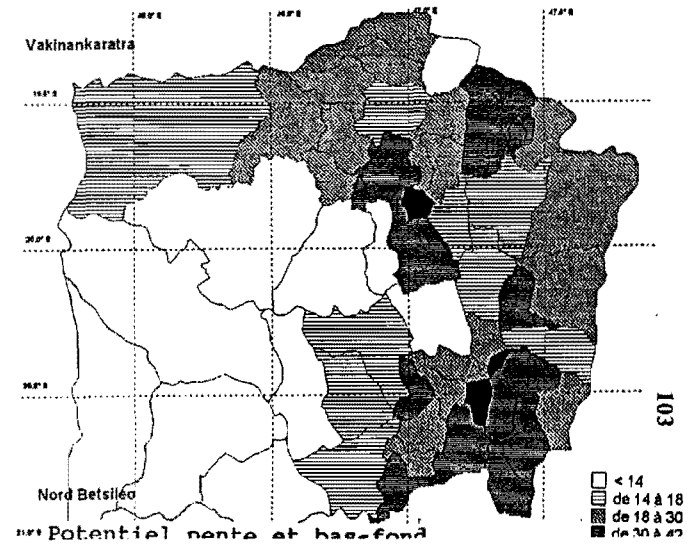
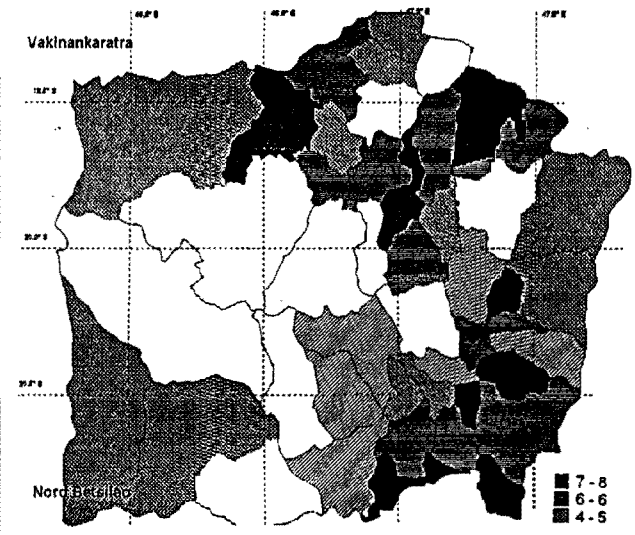
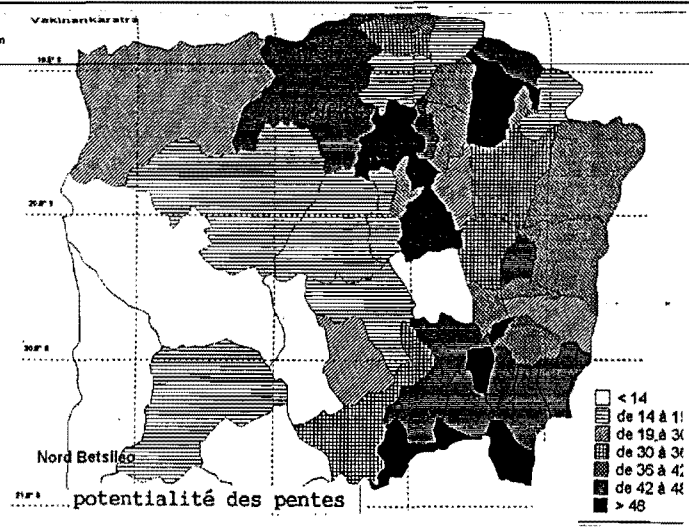


Figure 30 potentiel et part des pentes et des bas-fonds d'après Raison, 1984



Cette histoire a été décrite à partir des *Tantara ny Andriana* (histoire des rois Callet, 1908) des archives malgaches et de la récupération des traditions orales par Marchal (1967), Dez (1967) et Fauroux (1970) pour le Vakinankaratra<sup>115</sup>, le père Dubois (1938) pour le Betsileo. L'ensemble des contributions a été repris par Raison (1984) pour étudier l'enracinement des populations sur les Hautes Terres et les difficultés de migration vers l'ouest.

Les régions étudiées ont connu un peuplement ancien mais sans doute plus récent que l'Imerina au Nord et que le cœur du Betsileo au Sud. Marchal (1967) fait remonter les premiers habitants connus du Vakinankaratra à la première moitié du XVII<sup>e</sup> siècle. Le père Dubois (1938) dans son introduction de la Monographie des Betsileo fait état de la faible occupation de l'espace: "*longtemps, les vallées de l'Andrantsay, du Manandona et du Mania restèrent presque inoccupées. Des Merina y sont descendus, des Betsileo y sont montés...*"

La période précédant l'arrivée des Merina et des Betsileo peut être appelée "période Vazimba" du nom des premiers occupants des Hautes Terres<sup>116</sup>. Ces vazimba ne connaissaient pas le riz et se nourrissaient de *voavahy* (*Dolichos lablab*). Après avoir vécu de chasse et de cueillette, ils ont pratiqué une agriculture fondée sur le brûlis et la culture de plantes de régions bien arrosées (*saonjo* - taro, banane) (Raison, 1972) mais pas l'élevage. Au XVIII<sup>e</sup> siècle commence vraiment l'histoire écrite du Vakinankaratra, avec le souvenir conservé de la première migration au départ de l'Imerina. Ces migrants merina sont souvent partis parce qu'ils étaient chassés ou éliminés au cours des luttes et de querelles intestines (Dez, 1967) ou bien parce que "*la population (de l'Imerina) est bien plus considérable qu'ailleurs.*" (Mayer, rédaction Dumaine 1913).

C'est dans ces conditions qu'Andrianony, quittant l'Imerina à la fin du XVII<sup>e</sup> avec deux de ses soeurs<sup>117</sup> et une partie de ses vassaux<sup>118</sup>, jugea la région intéressante à cultiver en rizière<sup>119</sup> et décida de s'y installer, chassant ou soumettant les Vazimba. Les migrants arrivaient avec leur technique rizicole et choisissaient leurs sites d'installation en fonction de l'aptitude de ces sites à la riziculture. Après la "pacification des vazimba", pendant un XVIII<sup>e</sup> siècle dominé par la prospérité de périodes calmes<sup>120</sup>, l'activité des migrants allait développer les cultures de manioc et de patate, inconnues avant leur arrivée et surtout la riziculture à un point tel que lors de son passage en 1777, Mayer (rédaction Froberville, 1913), visitant ce royaume en pleine évolution décrit la vallée de l'Andrantsaie (Andrantsay) comme des "*terres bien cultivées, plaines immenses de riz*".

<sup>115</sup> sans oublier Jouannetaud (1900), Malzac (1912), Stefany (1912), Savaron (1940), Fontoynt (1940) et Decary (1948).

<sup>116</sup> D'après Marchal (1967 p 247), les Vazimba sont de la même ethnie que les Merina mais ils auraient quittés très tôt l'Imerina pour partir dans des terres éloignées. Leurs esprits occupent une place importante dans les croyances régionales. Les pierres levées, les trous à riz, fossés et roches affleurantes sont habitées par ces esprits vazimba qu'il vaut mieux ne pas déranger.

<sup>117</sup> l'une d'elle Ramanalina fut à l'origine des lignées royales de Fandriana, Ambositra et Manandona, l'autre des lignées de l'est du Vakinankaratra tandis qu'Andrianony s'arrogait l'ouest.

<sup>118</sup> près de 3000 personnes selon Dez (1967) p 661.

<sup>119</sup> "*Les traditions telles que nous le rapportent les Tantara ny Andriana montrent à n'en pas douter l'éblouissement qu'éprouvaient les émigrants (...) devant ces nouvelles terres*" (Raison, 1984) p 82.

<sup>120</sup> les traditions ont conservé le souvenir d'une période relativement tranquille avant que le Vakinankaratra ne fut devenu la sixième province de l'Imerina au début du XIX<sup>e</sup> (Dez, 1967 p 690).

La prédominance de la riziculture, certaine en 1777, était sans doute un phénomène récent. Tour à tour, tanety et vallée furent au gré des situations politiques et de la sécurité<sup>121</sup> en découlant, les terrains agricoles dominant.

L'artificialisation du paysage était déjà poussée: les descriptions de Mayeur sont savoureuses pour l'observateur qui revient après plus de deux siècles sur les mêmes zones:

*"Le pays d'Endrantsaïe produit beaucoup de grains nourriciers. Le riz est la culture principale et la fécondité du sol répond avec profusion à l'attente du cultivateur.*

*Le raisin y croît sans peine; mais la vigne rend peu, sans doute parce qu'on ne lui donne aucun soin. Je suis persuadé qu'elle fournirait abondamment si elle était taillée et cultivée comme elle l'est en Europe.*

*Les champs sont entièrement découverts; on n'y voit d'arbre et d'arbrisseaux que ceux que les naturels ont plantés; et leur industrie sous ce rapport ne va pas loin, car elle se borne à l'Ambavatte ou pois d'Angole, qu'ils cultivent en plein champ et sur les feuilles de laquelle ils élèvent leurs vers à soie. Il n'y a pas un arbre de forêt sur les hautes et nombreuses montagnes dont le pays est hérissé. (...)*

*Les terres sont de différentes couleurs. Il y en a de noires, de brunes, de jaunes, de blanches et de rouges. La plus commune, celle que l'on retrouve partout est la rouge. Elle est extrêmement productive. (...)"* (Mayeur, rédaction Froberville 1913)<sup>122</sup>

Le début du XIX<sup>e</sup> siècle correspond à la conquête du Vakinankaratra<sup>123</sup> par Andrianampoinimerina (1787-1810) puis jusqu'en 1895 à l'administration merina. La relative paix merina avec l'installation de soldats laboureurs<sup>124</sup> (contre les invasions Sakalava venant de l'ouest) permit de poursuivre la colonisation de nouvelles terres et la généralisation de techniques raffinées avec une extension très rapide des superficies rizicultivées<sup>125</sup>.

<sup>121</sup> Mayeur décrit lors de son périple un village près de la Manandona où la campagne est aride, le sol ingrat, les plantes sans vigueur, où la cuisson des aliments se fait avec de la bouse et de la paille faite de bois. Étonné d'une installation sur un tel site, il interroge le chef qui lui répondit qu'il avait habité dans une région prospère mais que la guerre à outrance que lui avaient fait ses voisins avait réduit son peuple à un si petit nombre par les massacres et l'esclavage qu'il avait mieux aimé se retirer au loin et vivre aussi misérablement (Mayeur, 1913 p 150).

<sup>122</sup> p 153 et plus loin, p 159 comparant l'Hancove (Imerina) au royaume d'Endrantsaïe: *"les terres diffèrent peu en couleurs et en qualité de celles du pays d'Endrantsaïe dont j'ai parlé plus haut. Elles abondent en mine de fer qui rendent la culture ingrate et pénible. On les remue avant de les ensemercer avec des pelles de fer jusques à la profondeur d'un pied, pour toutes espèces de plantations quelconques. Mais pour le riz, les travaux sont plus considérables, car après le labour, il faut faire passer l'eau dans les champs par des conduits pratiqués à cet effet. L'eau amollit les terres; et quand elles sont suffisamment imbibées, on pousse dans le champs destiné à la plantation des boeufs qui en piétinant, délaient et écrasent les mottes. Le champ ainsi préparé, on y transplante le riz qu'on extrait de pépinières ou semis faits dans la saison convenable(...)"*

<sup>123</sup> le Vakinankaratra allait alors jusqu'à Fianarantsoa.

<sup>124</sup> Les militaires qui vivaient dans les postes fortifiés "se trouvaient être outre des hommes d'armes, des colons du style "soldat laboureur" qui avec eux amenaient graines et plantes pour les faire fructifier dans les nouvelles contrées. Ils pouvaient de ce fait créer des champs, aménager des rizières et même vivre dans des hameaux proches du poste avec leur famille" (Marchal, 1967 p 266).

<sup>125</sup> l'organisation administrative mise en place par Andrianampoinimerina était fondée sur les superficies cultivées en rizière environ 1000 hetra (le hetra -impôt- est une mesure variant autour de 0.8ha, devenant sous condition de mise en valeur et du paiement de l'impôt -30 kg de paddy par exploitant- propriété familiale) par circonscription ce qui fait que les circonscriptions où la densité de rizière était plus forte étaient les moins étendues (Dez, 1967 p 674 - 675).

La hiérarchisation sociale de la prise de possession du territoire apparaît souvent: les premiers arrivés et les plus puissants prennent les meilleures terres, celles qui sont les plus proches des ressources en eau, les plus facilement drainables, qui présentent les meilleures caractéristiques d'aptitude à la production. Ceux qui arrivent plus tard ou ceux qui sont moins bien placés dans la société prennent ce qui reste, souvent plus difficile à aménager; produisant moins et surtout plus exposé aux risques de sécheresse et d'inondation.

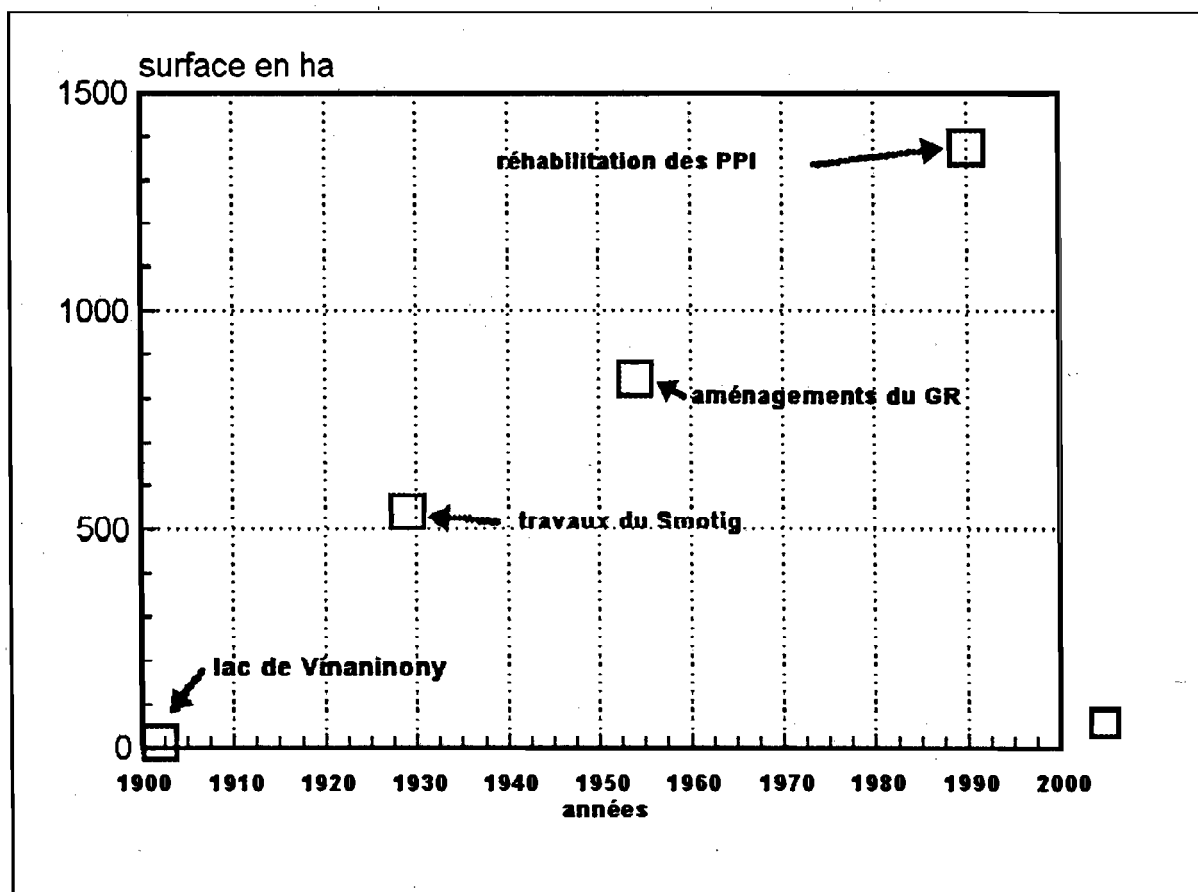


Figure 31 Evolution des surfaces cultivées dans la cuvette de Vinaninony (d'après Rasamoelina, 1992)

Beaucoup des surfaces facilement aménageables de la partie Hautes Terres étaient sans doute déjà cultivées à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle<sup>126</sup>. Le XX<sup>e</sup> siècle a vu l'aménagement de rizières plus difficiles à installer et l'intervention des services de génie rural pour récupérer des terrains qui ne pouvaient être mis en valeur sans l'intervention des moyens lourds de ces services. C'est ainsi que de nombreux exutoires furent aménagés notamment dans les plaines d'Ambohibary et de Vinaninony et que des ouvrages importants de prise et de conduite de l'eau d'irrigation furent créés (cf figure 31).

<sup>126</sup> La création de nouvelles rizières "est d'ailleurs l'occupation préférée des indigènes" Madagascar, rapport annuel situation générale de la colonie pendant l'année 1909 journal officiel de la République Française des 12-13-14 février 1911, p 51.

*Carte de Chronologie des arrivées à Ambohibary*

*d'après Razafindrabe (1991)*

1. fin du XVIII<sup>e</sup> siècle de l'Imerina (Ambohimanga)
2. moitié du XIX<sup>e</sup> siècle Betsileo du Nord et Iandratsay
3. 2<sup>e</sup> moitié du XIX<sup>e</sup> Iandratsay et Imerina
4. 2<sup>e</sup> moitié du XIX<sup>e</sup> est de Tananarive (Antadinaandriana)
5. 2<sup>e</sup> moitié du XIX<sup>e</sup> de la province de l'IMAMO
6. début du XX<sup>e</sup> de Fenomenana (Faratsiho) et Ambatofotsy Tana

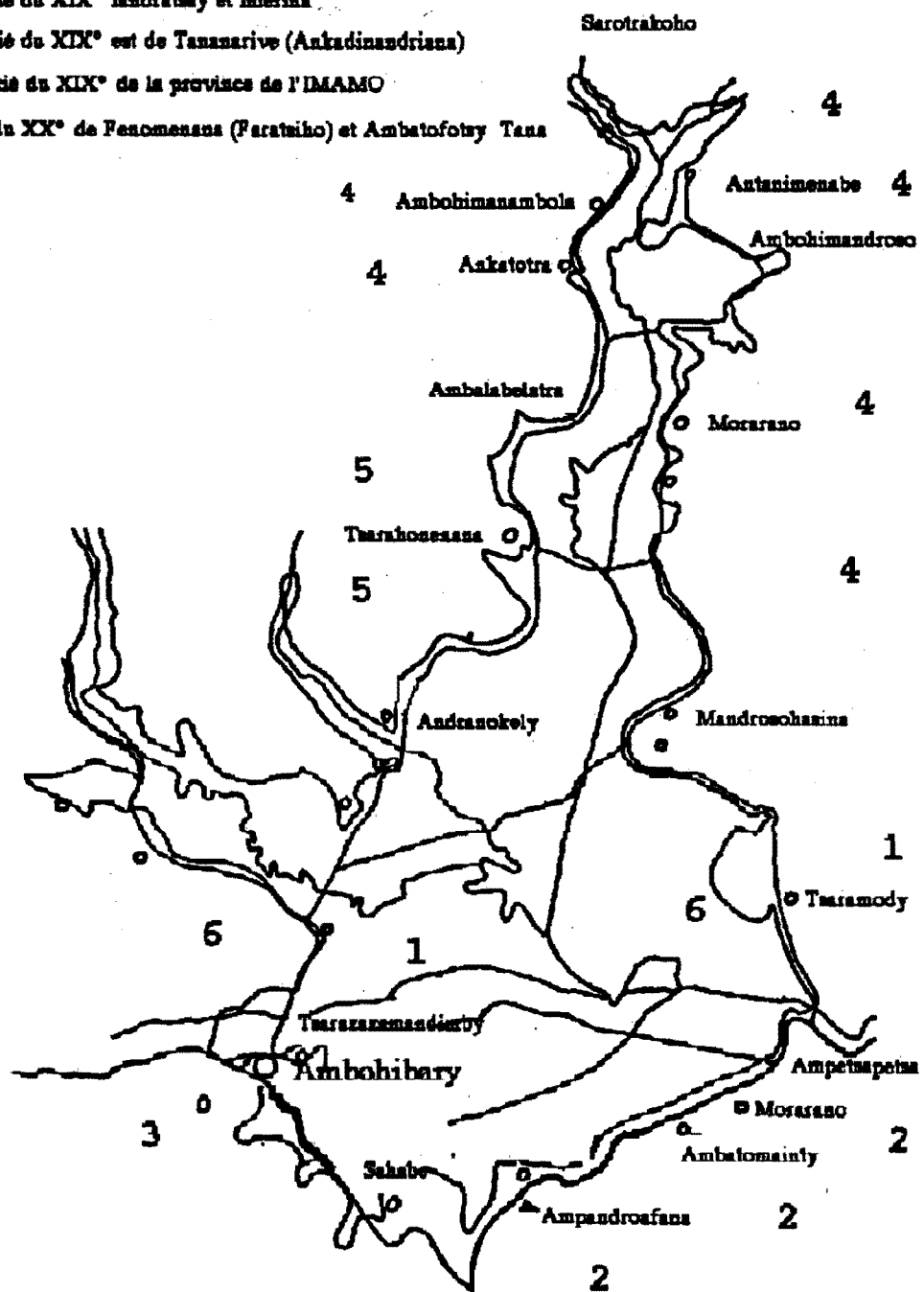


Figure 32 Carte de chronologie des arrivées à Ambohibary (d'après Razafindrabe)

La chronologie des arrivées dans le périmètre d'Ambohibary Sambaina a été étudiée. Venant de différents points de l'Imerina, du Betsileo, de l'Ankaratra, les habitants sont arrivés de la fin du XVIII<sup>e</sup> jusqu'au début du XX<sup>e</sup> avec leurs techniques, leurs traditions. Les grandes migrations semblent s'être arrêtées depuis le début du XX<sup>e</sup>, laissant l'augmentation démographique à la seule croissance des populations installées. A cette époque, les pionniers devaient se contenter de la mise en culture des franges étroites et surélevées longeant le pourtour de la plaine<sup>127</sup> (Rasamoelina, 1992), puis le Génie Rural est intervenu permettant la mise en valeur du centre de la plaine. (cf figure 32).

A partir d'une situation où les familles utilisent et se transmettent les parcelles de culture acquise par défrichement (solam pangady), où la force et l'intimidation ne sont plus utilisées pour récupérer des terrains défrichés par une autre famille, les possibilités d'agrandir ses surfaces cultivables sont l'aménagement de nouvelles parcelles (mais pour ce qui concerne les rizières, au moins pour la partie "hautes terres" ces aménagements sont de plus en plus difficile et de plus en plus risqués) ou la prise en métayage de terrains appartenant à des "ray aman dreny"<sup>128</sup>. Dans les rapports entre propriétaire et métayers, la rizière n'est cependant pas d'un rapport direct important mais contribue plutôt à s'attacher la dépendance, souvent dans le cadre de la communauté familiale. Les ventes de terre existent traditionnellement, mais elles aussi doivent se placer dans ce cadre familial<sup>129</sup>.

L'histoire détermine des conditions très différentes pour l'accès au foncier. Dans les zones très fortement peuplées, l'espace rizicole comme celui des collines facilement exploitables est saturé. Les extensions n'étant plus possibles dans les conditions habituelles de culture, la part de terrain qui revient à chaque enfant est très petite. des stratégies familiales très diverses peuvent apparaître: laisser la terre des parents à une partie de la fratrie et émigrer ou tenter sa chance en ville, rester sur la terre des ancêtres avec une activité complémentaire ou intensifier pour obtenir sur de petites surfaces une production suffisante.

Dans les zones moins fortement peuplées, des possibilités d'extension foncière, de réduction des longues jachères ou d'apport de matière organique pour améliorer l'aptitude à produire existent. L'accès au foncier est très fortement lié à l'ancienneté de la population et à l'histoire des pouvoirs pour cet accès. Rasamoelina (1992) étudiant l'histoire de ces pouvoirs à Vinaninony a montré l'importance qu'avaient conservé ces rapports sociaux dans la gestion du foncier et comment certaines pratiques pouvaient être perçues comme provocatrices si elles ressemblaient à des revendications de terrains "non mis en valeur". Les phénomènes ethniques ne doivent pas non plus être négligés, même s'il est montré que les types ethniques s'atténuent en s'expatriant dans un paysage différent de celui de leur région d'origine. ("sihanakisation" des merina et betsileo dans la région du lac Alaotra), les migrants arrivent avec certains savoirs faire et certaines traditions marquant des différences dans l'accès au foncier et dans sa mise en valeur.

<sup>127</sup> ou du lac: sur les cartes de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. le périmètre de Vinaninony figure en tant que lac.

<sup>128</sup> traduction littérale: le père et la mère et par extension. celui qui est le plus respecté. le plus ancien.

<sup>129</sup> La recherche de l'acheteur est limitée par la tradition: pour la vente d'une rizière. on doit d'abord s'adresser à la famille puis au groupe. "Vous pouvez vous vendre réciproquement vos rizières: ce que je vous donne ainsi, vous pouvez le vendre à des personnes qui ont les mêmes ancêtres que vous, ou l'échanger avec elles(...) on n'a pas le droit de vendre la terre à des esclaves (...) s'il s'agit d'une vente conditionnelle, vous le pouvez, et de même s'il s'agit d'une location." Andrianampoinimerina in TTA p 454.



Tableau 9 Mise en perspective historique de la prise de possession et de l'occupation du milieu pour le Vakinankaratra d'après Callet-1908, Dez- 1967, Marchal- 1967, Raison-1972 et 1984, Pelissier-1976

Epoque	Facteur significatif	Conséquences
jusqu'au 17 <sup>e</sup> siècle	Population Vazimba brûlis cueillette	Les bas fonds ne sont pas utilisés
18 <sup>e</sup> siècle	Arrivée des migrants merina Apport des techniques de riziculture de l'Imerina, défrichement des bas fonds, parfois problèmes d'insécurité	mise en culture des bas fonds pour le riz alternance de prédominance des tanety et des rizières
19 <sup>e</sup> siècle	Pacification merina priorité au riz migration continue en provenance de l'Imerina soldats laboureurs	grande extension des rizières colonisation de nouveaux espaces
colonisation française (1895-1960)	grands travaux	récupération de surface rizicultivables augmentation des surfaces
1 <sup>o</sup> république (1960-1972)	grands projets basés sur la riziculture, la subvention aux intrants, la colonisation du Moyen Ouest	intensification sur rizière mise en culture des tanety dans le Moyen Ouest
fin des années 1960, début des années 1970	saturation de l'espace rizicultivable, production liée aux subventions sur les intrants	accent mis sur la valorisation des produits des tanety par l'élevage
fin des années 1970, début des années 1980	pas d'intrants, pas de crédit, dégradation des infrastructures	retour des exploitations à certaines formes d'autarcie
fin des années 1980	organisation de nouvelles filières, désengagement de l'Etat	recherche des possibilités de produire plus sur une même unité de surface

### 3.2.2. Histoire des aménagements

Compensant les aléas climatiques, permettant une production décalée dans les saisons, la maîtrise de l'eau est un élément capital de l'aptitude à produire dans ces systèmes où la partie irriguée est importante tant pour l'autoconsommation que pour les revenus. Cette maîtrise de l'eau est fortement conditionnée par l'efficacité des aménagements. Une mise en perspective historique permet de comprendre bien des éléments sur leur fonctionnement ou, parfois leurs dysfonctionnements.

#### Une histoire ancienne

La recherche d'un volume d'eau suffisant, régulier et sans excès pour la riziculture a conduit dirigeants et paysans malgaches à aménager plaines et vallons. Des aménagements datent de plusieurs siècles: les premiers témoignages concernant l'Imerina et le Betsileo remontent au XVII<sup>e</sup> siècle. L'aménagement hydraulique des plaines de Tananarive et leur mise en culture progressive daterait de la dynastie des rois qui régnèrent à partir de 1575. La transformation des marais en rizière serait l'oeuvre du roi Ralambo (1575 à 1610?) puis de ses successeurs dont Andrianjaka (1610-1630?) est resté célèbre par sa ténacité: *"je ferai l'impossible pour que ce marais finisse par produire du riz"* (Le Bourdieu, 1974).

Plus tard, Andriamasinavalona (1675-1710?) put, grâce à un pouvoir politique assez fort, rassembler suffisamment d'hommes pour exécuter de grands travaux collectifs établissant une liaison entre aménagements et densité de population<sup>130</sup> (Raison, 1984).

Andrianampoinimerina, à la fin du XVIII<sup>e</sup>, début du XIX<sup>e</sup> siècle, fit réaliser par ses sujets des travaux grandioses pour l'époque et les moyens minimes dont il disposait. Dans les *Tantara ny Andriana* (Callet, 1908), il est fait mention de ses nombreuses proclamations royales sur la riziculture, l'adduction d'eau, la construction de digues de protection. Dès cette époque, de longs canaux étaient creusés avec pour seul outil le passage de l'eau<sup>131</sup>. Des prises bien installées répartissaient équitablement l'eau. Une législation judicieuse permettait l'utilisation de ces aménagements avec des peines sévères pour les accapareurs et des interventions de la collectivité (*fokonolona*) pour toutes les entreprises vitales (Carle, 1911).

L'élaboration de sociétés hydrauliques performantes va toujours avec un pouvoir politique fort voire dictatorial. C'est ce que certains auteurs appellent le "mode asiatique de production" qui relie un certain type d'organisation sociale à des conditions naturelles. Pour Marx, un niveau de civilisation trop bas nécessite l'intervention de l'Etat: *"c'est l'avènement du premier mode de production qui s'est dégagé de l'animalité primitive"* (Papaioannou, 1984). Il a prévalu dans toutes les sociétés archaïques qui ont affronté la nécessité de contrôler collectivement les forces naturelles. La nécessité de contrôler le régime des eaux dans les régions périodiquement dévastées par les crues des fleuves amena les communautés villageoises

<sup>130</sup> plus d'hommes mobilisables, plus d'aménagements - plus d'aménagements, plus d'hommes nourris .

<sup>131</sup> *"les malgaches (...) savaient avant de recourir aux explosifs pour faire sauter les rochers s'opposant à la poursuite d'un canal, frayer un passage dans la roche: amener près de la roche par le canal en cours de creusement ou par un autre plus élevé une grande quantité d'eau, confectionner avec de l'argile un bassin sur la roche, entasser du bois dans le bassin et le brûler puis lâcher l'eau dans le bassin: l'eau froide fait éclater la roche: il suffit alors de déblayer les éclats avec des pieux"* Gillain, 1984.

primitives à demander l'intervention de l'Etat despotique et à se soumettre à son appareil bureaucratique (Papaioannou, 1984). La position de Gourou (1973), liant le bon fonctionnement à la stabilité de l'encadrement plutôt qu'à un pouvoir fort, est plus satisfaisante: pour lui, les aménagements hydrauliques généraux ne sont nullement liés à une tyrannie politique et ne l'engendrent pas nécessairement. Ils réclament une administration efficace quel que soit le régime politique. A Madagascar, une des conditions de la construction des aménagements fut cependant le recours à la corvée (fanampoana sous la

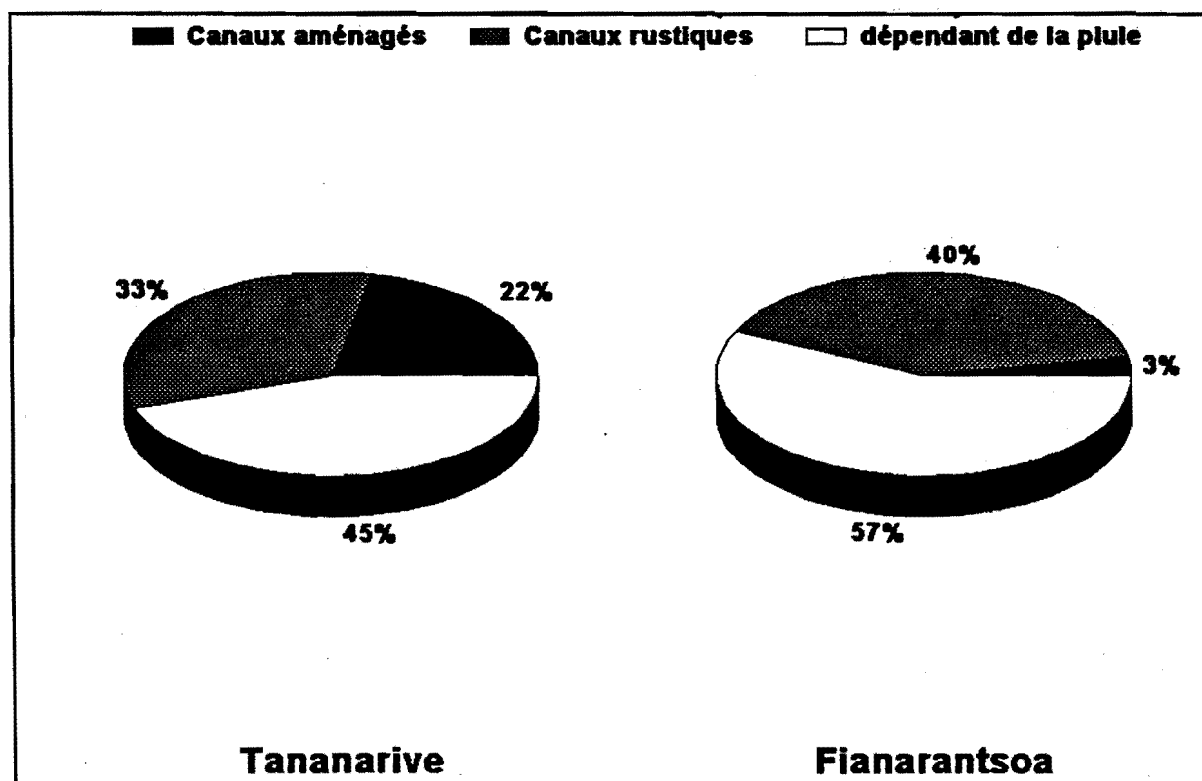


Figure 33 répartition des rizières selon une estimation du degré de maîtrise de l'eau (Ciolina, 1947)

monarchie merina) qui exigeait de chaque homme une contribution en travail<sup>132</sup> ou en argent. C'est ainsi que les conscrits des fokonolona furent réquisitionnés dans le cadre du SMOTIG<sup>133</sup> pour creuser à la fin des années 1920 les drains et exutoires de la plaine de Vinaninony.

Avec de tels antécédents, les aménagement hydrauliques figurèrent toujours parmi les travaux de mise en valeur du pays, la politique de l'eau s'orientant tantôt vers une bonne utilisation des ressources, tantôt vers la construction des ouvrages.

Après l'arrivée des Français (1895), la section de Génie rural fut rattachée en 1908 au service de colonisation qui a réalisé les aménagements des réseaux d'Ambohibary, Iandratsay et Manandona (Carle, 1911), puis, en 1915, à celui des travaux publics qui assura assainissement et irrigation à Vinaninony et Faratsiho en 1920 (Kerhouault, 1931) et enfin,

<sup>132</sup> elle passa de 50 jours en 1896 à 30 jours en 1898 d'où le nom de telopolo andro.

<sup>133</sup> Service de la Main-d'Oeuvre pour les Travaux d'Intérêt Général.

en 1937, à l'agriculture (Ciolina, 1947). La mise en place d'aménagement hydro-agricoles a été depuis longtemps identifiée comme un moyen de protéger l'environnement en diminuant ou en supprimant les feux de brousse liés à la culture du riz de tavy: "A l'heure actuelle, l'impôt sur les rizières est perçu, en principe et d'une manière générale, sur les rizières de montagne aussi bien que sur celles de marais. La culture du riz de montagne étant une des principales causes des incendies volontaires de la végétation spontanée, il serait utile de décider les indigènes à se livrer de préférence à l'exploitation du riz de marais, d'augmenter, dans une certaine mesure l'impôt frappant les rizières de montagne et de diminuer, dans une proportion analogue, la taxe des rizières de marais. Comme mesure complémentaire, il conviendrait, toujours dans le même but, de favoriser le plus possible, dans tout Madagascar, la création de nouvelles rizières submersibles, par le drainage de terrains marécageux en ce moment inutilisables, au moyen de travaux d'irrigation bien compris ou encore, en aménageant d'une manière convenable les creux, bas fonds et replis de terrain qu'on trouve en si grand nombre à Madagascar." (Prudhomme, 1908).

En 1947, pour le chef de la section du Génie rural, le champ d'action semblait encore illimité à compte tenu de la mauvaise maîtrise de l'eau sur une grande proportion des rizières (cf figure 33).

#### Taille des aménagements et participation de l'Etat

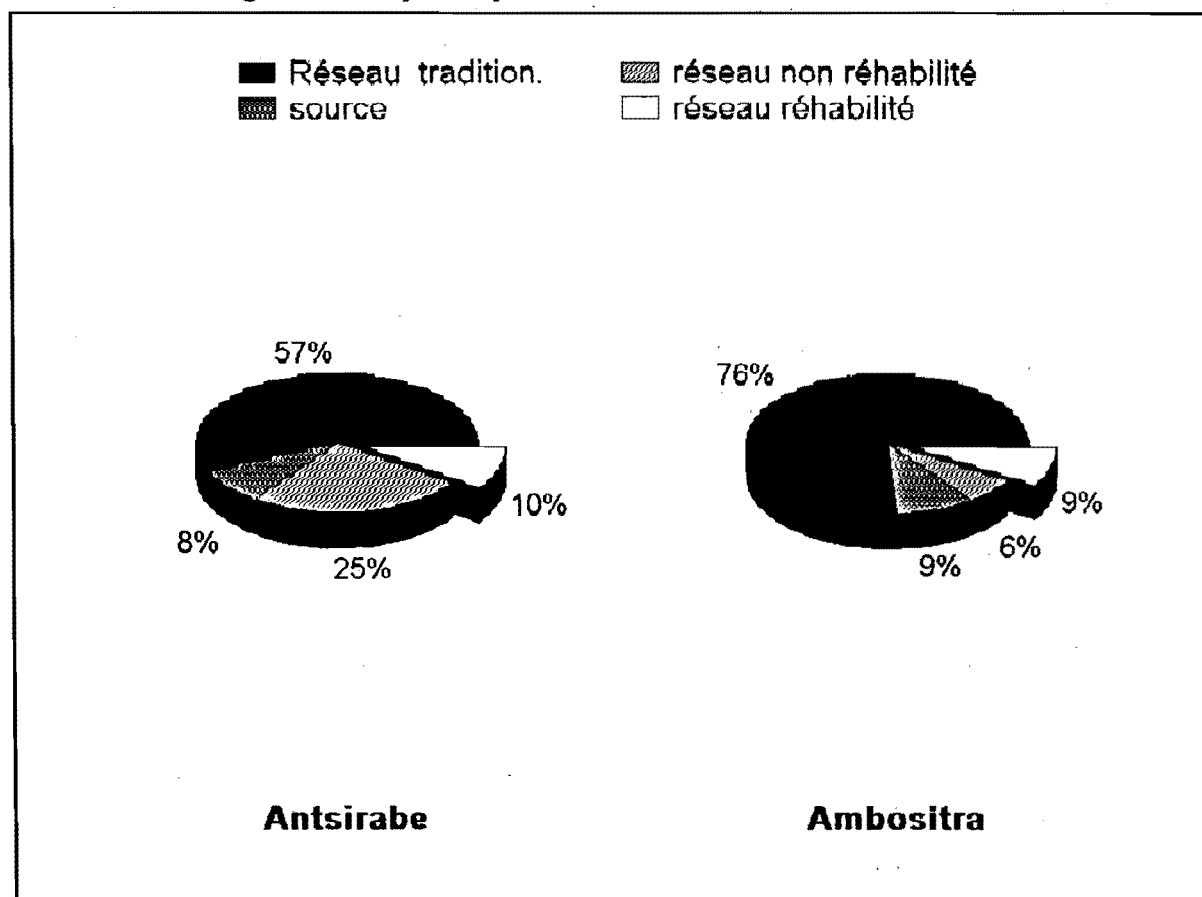


Figure 34 répartition des rizières selon le réseau d'alimentation enquêtes du suivi évaluation 1988-1989

Devant la diversité des aménagements<sup>134</sup>, la direction du Génie Rural du Ministère de l'Agriculture a classé les périmètres irrigués en plusieurs classes de périmètres pertinentes notamment pour évaluer responsabilités et participation de l'Etat.

**Les Grands Périmètres Irrigués (GPI)** ont une superficie irriguée dépassant 3000 hectares. La plaine de Tananarive est le seul GPI sur les Hautes Terres Centrales, le seul aussi à ne pas avoir été créé avec le concours de financement extérieur. Sur ces périmètres, la gestion était effectuée par l'Etat<sup>135</sup> ou par des sociétés para-étatiques<sup>136</sup> qui se chargeaient aussi de la maintenance des infrastructures, de l'encadrement des agriculteurs et parfois de la fourniture d'intrants, de l'exécution des travaux agricoles et des aspects post-récoltes<sup>137</sup>. Ces sociétés sont devenues des "monstres" consommant des budgets très importants sans pour autant remplir convenablement leur rôle. Elles ont été dissoutes à la fin des années 1980 et remplacées par les Associations d'Usagers de l'Eau (AUE) pour la gestion et l'entretien du périmètre, par le secteur privé pour les prestations de services, et par les services décentralisés du Ministère de l'Agriculture pour la planification du développement et le conseil en matière de gestion et d'entretien. En même temps qu'une diminution de la consommation de budget, la dissolution de ces sociétés a entraîné une grande perte d'efficacité des grands périmètres: une partie des entretiens n'est plus réalisée, les cotisations et redevances ne sont plus recouvrées, l'absence d'autorité incite chacun à gérer pour soi.

**Les Petits Périmètres Irrigués<sup>138</sup> (PPI)** ont une surface irriguée comprise entre 100 et 3000 hectares. L'Etat a été le créateur ou, tout au moins, un participant très important pour la création de ces périmètres qui étaient entretenus et gérés par les services du Génie Rural avec une participation des exploitants. Ces périmètres ont généralement été réalisés dans les vallées et plaines alluviales où un aménagement d'ensemble était nécessaire. Avec la faiblesse des moyens financiers et matériels des services étatiques à partir des années 1970, et la démotivation des usagers, les réseaux n'ont pas été correctement entretenus et se sont détériorés.

En 1985, le Gouvernement malgache a décidé de faire appel à des financements extérieurs pour réhabiliter les périmètres et confier à des Associations d'Usagers de l'Eau la gestion, l'entretien et la police des périmètres réhabilités, les services publics n'intervenant plus qu'à titre de conseillers. Les problèmes de gestion technique des réseaux et de cohésion sociale, aggravés par les incertitudes politiques entraînent parfois de graves difficultés de fonctionnement.

---

<sup>134</sup> Il existe une forte diversité de surface de périmètre, de mode de gestion... mais les réseaux hydrauliques sont en très grande partie alimentés par gravité pour faire du riz.

<sup>135</sup> uniquement sur la plaine de Tananarive, par le Service Provincial du Génie Rural.

<sup>136</sup> SOMALAC au lac Alaotra, Samangoky pour le bas Mangoky, FIFABE à Marovoay, SODEMO à Morondava, SOAMA à Andapa, SIRAMA à Mahavavy.

<sup>137</sup> collecte, transport, transformation, commercialisation des produits agricoles.

<sup>138</sup> 376 périmètres ont été inventoriés au niveau national pour une surface dépassant 167 000 hectares. 17 périmètres totalisant plus de 11 500 hectares sont localisés dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo.

**Les Micro-Périmètres Irrigués**<sup>139</sup> ont une surface comprise entre 20 et 200 hectares. Créés à l'initiative des paysans, l'Etat n'est intervenu que ponctuellement pour réaliser des ouvrages hydrauliques (en général les ouvrages de prise) dépassant les capacités de réalisation ou de financement des usagers<sup>140</sup>. En effet, les barrages traditionnels en terre, pierre, pieux, sont régulièrement emportés par les crues et doivent être reconstruits jusqu'à dix fois par an. Dans certains cas, il n'est pas possible de remettre en place le barrage à cause de la force du courant. On peut alors aboutir au paradoxe de manquer d'eau dans les rizières au moment où le débit de la rivière est le plus important (Chabaud, 1991). La demande et la participation des paysans est donc très souvent forte. L'Etat n'intervient pas dans l'entretien, le fonctionnement et la police des réseaux sauf en cas de calamités (cyclones).

Dans le cas des opérations "au ras du sol" du GOPR, le barrage terminé est entretenu par les budgets communaux, les canaux par les paysans. Dans le cadre d'une amélioration de la maîtrise de l'eau sur ces périmètres, l'ODR a mis en place des associations d'usagers associées aux opérations de réhabilitation et formées pour prendre en charge entretien et gestion des réseaux. Généralement moins importantes que sur les périmètres précédents, les difficultés sont souvent liées à des problèmes de sensibilisation à la prise en charge de l'entretien ou d'individualités présentant des intérêts divergents de ceux de la communauté.

**Les Périmètres Familiaux**<sup>141</sup> sont de très petits aménagements dont la surface est inférieure à une dizaine d'hectares, périmètres sur lequel l'Etat n'intervient pas. Ces périmètres sont essentiellement constitués par les bas-fonds: "vallons, petites vallées à fond plat ou gouttières peu encaissées, de 20 à 500 mètres de large sans cours d'eau important ou pérenne"<sup>142</sup>. Le bas-fond draine pendant une partie de l'année les eaux de ruissellement et les eaux de la nappe phréatique d'un bassin versant qui engorge les matériaux et les sols hydromorphes du bas-fond. La lame d'eau ne peut être strictement ajustée car elle est sous la dépendance des pluies, directement et via les ruissellements, les apports de la nappe phréatique et éventuellement les débordements des petits cours d'eau. (Raunet 1991)

Dans les périmètres familiaux, "tout est fait pour profiter au maximum de l'eau qui tombe (pluie) et qui coule (de surface) et pour pallier l'irrégularité décevante des pluies dans un sens comme dans l'autre (sécheresse ou inondation)" (Blanc-Pamard et Rakoto, 1991). La gestion de ce type de périmètre ne se limite pas à la partie irriguée mais englobe aussi le reste du terroir villageois et les autres activités. La gestion et la maîtrise de l'eau sont souvent plus faciles à obtenir sur ces périmètres en liaison avec la solidarité plus importante au sein de communautés humaines plus réduites. Des dysfonctionnements sont cependant remarqués en certains endroits, dus, la plupart du temps à une diminution de la cohésion sociale.

Selon le type de périmètre sur lequel l'exploitant se trouve, selon sa position dans le paysage (tête ou fin de réseau, sakamaina ou heny), selon la cohésion sociale de l'association

<sup>139</sup> 15 000 périmètres pour une surface de 500 000 hectares au niveau national.

<sup>140</sup> Opération "au ras du sol" du GOPR, opération micro-hydraulique du FED...

<sup>141</sup> il y aurait 300 000 hectares de périmètres familiaux (un quart des surfaces irriguées) au niveau national.

<sup>142</sup> Raunet, 1993 p 20.

d'usagers ou de la communauté villageoise chargée de gérer et d'entretenir le réseau, l'accès à l'eau sera très différent.

### La recherche d'une égalité dans l'accès à l'eau

Les inégalités de l'accès à l'eau ont autant choqué certains monarques comme Andrianampoinimerina qui réglementa strictement l'utilisation de l'eau d'irrigation que certains aménagistes qui ont mis en place des systèmes techniques de répartition égalitaire de l'eau. Ces techniques font appel à des notions de tour d'eau entre biefs ou entre prises, de régulateurs délimitant les biefs ainsi que la hauteur d'eau au dessus des prises, d'ouvrage de répartition entre primaire et secondaires, de diamètre de prise permettant de contrôler les quantités prélevées. Faute de formation des usagers ou d'adéquation avec leurs techniques habituelles, les ouvrages sont souvent détournés de leur objectif initial ou cassés. De plus, du fait de la surestimation fréquente des débits en tête et de l'efficacité des réseaux, de la mauvaise utilisation des nouveaux systèmes, les paysans de l'aval n'ont souvent pas plus d'eau après les travaux qu'avant et rejettent administration et entreprise qui n'ont pas su améliorer leur situation.

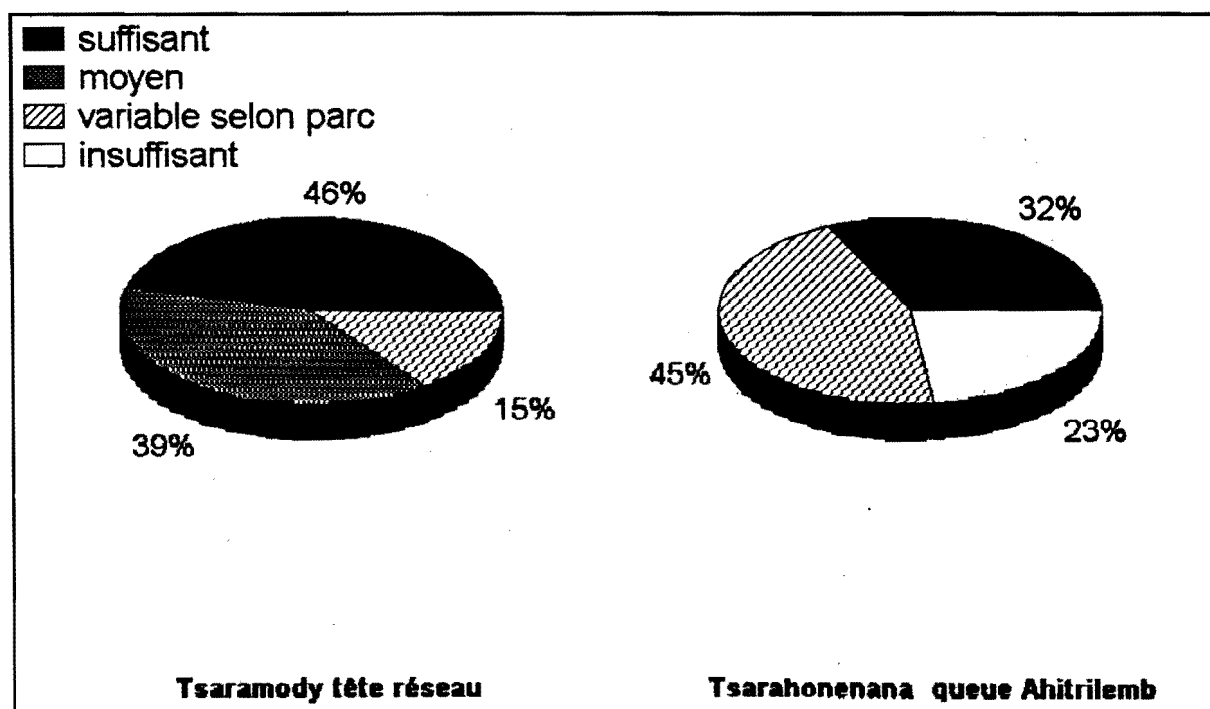


Figure 35 répartition des usagers selon l'appréciation de la maîtrise de l'eau sur leur rizière dans deux hameaux de Vinaninony

Le problème principal se pose au moment de la préparation de la rizière pour le repiquage (labour, mise en boue, mise en eau) car cette période (octobre novembre) correspond à l'étiage des rivières (cf 314). Tout le monde ne pouvant repiquer en même temps, ce

repiquage doit être étalé. Il était réalisé traditionnellement d'amont vers l'aval<sup>143</sup> (étalement longitudinal du repiquage) mais de nombreux gaspillages, notamment le retour à la rivière de l'eau d'irrigation étaient observés chez les riziculteurs d'amont<sup>144</sup>. Les usagers de l'amont affichent d'ailleurs une satisfaction beaucoup plus importante quant à la maîtrise de l'eau. A Tsaramody, tête du réseau Ambohijatovo à Vinaninony, personne ne trouve cette maîtrise insuffisante, tout au plus variable dans 15 % des cas alors qu'à Tsarahonenana, en queue du réseau Ambohitrimbany, ils sont 23 % à ne pas être satisfaits (cf figure) .

Il semblait intéressant de répartir l'eau de façon plus équitable tout au long du réseau et d'étaler le repiquage à l'intérieur de chaque maille (étalement transversal du repiquage). Les canaux et les prises ont été calibrés de façon à ce que toutes les prises étant ouvertes en même temps (pour les mailles ayant une surface minimum de quatre hectares cf infra) les riziculteurs d'une même maille soient obligés de s'organiser pour étaler le repiquage. Pour des raisons d'économie de travaux, il est impossible de moduler les débits en dessous de 6 l/s (correspondant à une prise de  $\phi$  69 avec une charge nominale de 30 cm). Il est donc nécessaire pour les mailles de moins de quatre hectares<sup>145</sup> de ne pas laisser la prise ouverte en permanence et de mettre en place un tour d'eau.

Partant d'un louable souci d'équité entre les usagers qui allaient devoir faire face aux mêmes charges pour la gestion et l'entretien, la modification du fonctionnement des réseaux hydrauliques a entraîné des perturbations trop brutales dans les habitudes. Faute d'une transition et d'une formation suffisante, les paysans de l'amont ne voient plus "l'eau courir dans les rizières", les paysans de l'aval considèrent les régulateurs "comme des barrages qui nous empêchent d'avoir de l'eau"<sup>146</sup>.

La conception européenne de l'égalité des droits nécessaire pour un bon fonctionnement hydraulique n'est pas adaptée. L'important, en l'occurrence, n'est pas de mettre en place une équité mais une amélioration relative de la situation du plus grand nombre d'usagers possible avant de penser à modifier les équilibres sociaux existants.

Selon la place de la parcelle dans le paysage, la taille du périmètre, l'histoire des rapports sociaux, la maîtrise de l'eau sera donc très différente à l'intérieur d'une région, d'un périmètre ou même, du fait du morcellement des terrains de culture, entre les parcelles d'une même exploitation. Les pratiques de gestion de la fertilité seront très différentes selon le niveau moyen de maîtrise de l'eau mais surtout selon les risques d'assec ou d'inondation. Il apparaît nécessaire de comprendre l'histoire du pouvoir sur l'eau avant de modifier le contrôle sur un réseau.

<sup>143</sup> ce qui fait dire à un paysan de Vinaninony du fait de la raréfaction de l'eau en aval: "arakaraka ny maharambany toerana ny tanimbary no maharatsy ny vary": les cultures de riz deviennent de plus en plus mauvaises au fur et à mesure que l'on se rapproche du bas fond (Rasamoelina, 1992).

<sup>144</sup> les mesures réalisées par Andriamahefa (1991) à Ambohibary font état de 10 à 20 % de l'eau d'irrigation qui retourne dans les drains. Des pertes par infiltration sont également observables dans des "rizières passoires" trouvées en tête de réseau. Les mesures ont relevé jusqu'à 800 m<sup>3</sup> en 3 heures.

<sup>145</sup> le débit recherché étant de 1,5 l/s/ha .

<sup>146</sup> ce qui est parfois vrai lorsque le débit est très insuffisant dans le réseau .



### 3.2.3 Histoire de la monétarisation des échanges

Les pratiques de gestion de la fertilité seront bien différentes selon l'ouverture de l'exploitation sur son environnement économique. La monétarisation des échanges est un fait ancien à Madagascar. Mayeur décrit en 1777 l'utilisation de l'argent sur les marchés d'Hancove (Imerina)<sup>147</sup>. Les marchés, lieux d'accession à l'argent et aux produits mais aussi lieux de relation entre la campagne et la ville jouent depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle un rôle fondamental dans les paysages<sup>148</sup>. Les impôts étaient dès cette époque payables en argent et en nature<sup>149</sup>. Andrianampoinimerina, par la suite règlera et généralisera l'utilisation d'argent pour les impôts. L'administration coloniale fera de ces impôts un des fondements de sa politique; Gallieni<sup>150</sup> écrivait aux chefs de district qui se plaignaient du temps passé à collecter un impôt de quelques francs qui leur paraissait dérisoire : "*n'oubliez pas qu'à Madagascar le mouvement économique dépend de l'impôt indigène. Supprimez cet impôt et les exportations s'arrêteront*". Ce n'était pas le montant de l'impôt qui importait mais la nécessité d'exercer une activité assurant un revenu monétaire (Haut de Sigy, 1971).

Les églises ont accru les besoins monétaires en demandant le denier du culte, puis cet argent lié à des systèmes politiques et religieux a été intégré assez rapidement pour satisfaire de nouveaux besoins et au point même de passer dans les coutumes.

Les impôts sur le minimum fiscal et la taxe sur les bovidés ont été supprimés en 1972 par le gouvernement du Général Ramanantsoa mais les autres besoins en argent qui s'étaient développés ont, bien entendu, persisté.

Les besoins pour l'impôt ont été rapidement complétés par d'autres besoins monétaires que Raison (1984) trouve importants par rapport à bien des régions tropicales et notamment par rapport à celles qui ignorent les cultures d'exportation. Le paysan des Hautes Terres a acquis des besoins d'articles courants importés ou fabriqués localement, revendique un droit à la santé et à l'éducation, fait appel à des artisans spécialistes et tient à participer aux fêtes traditionnelles. "*... vivant dans une situation de transition, il aspire à satisfaire des exigences qui relèvent de deux sphères franchement différentes, respectivement de la "tradition" et de la "modernité" qui s'additionnent bien plus qu'elles ne s'harmonisent*" (Raison, 1984).

Les besoins en argent devenant de plus en plus importants, les disponibilités étant la plupart du temps insuffisantes, les prêts de toute sorte n'ont pas tardé à se manifester. Les prêts aux cultivateurs libres étaient d'usage courant bien avant la colonisation française.

<sup>147</sup> Mayeur rédaction Froberville 1913 pp 162-163.

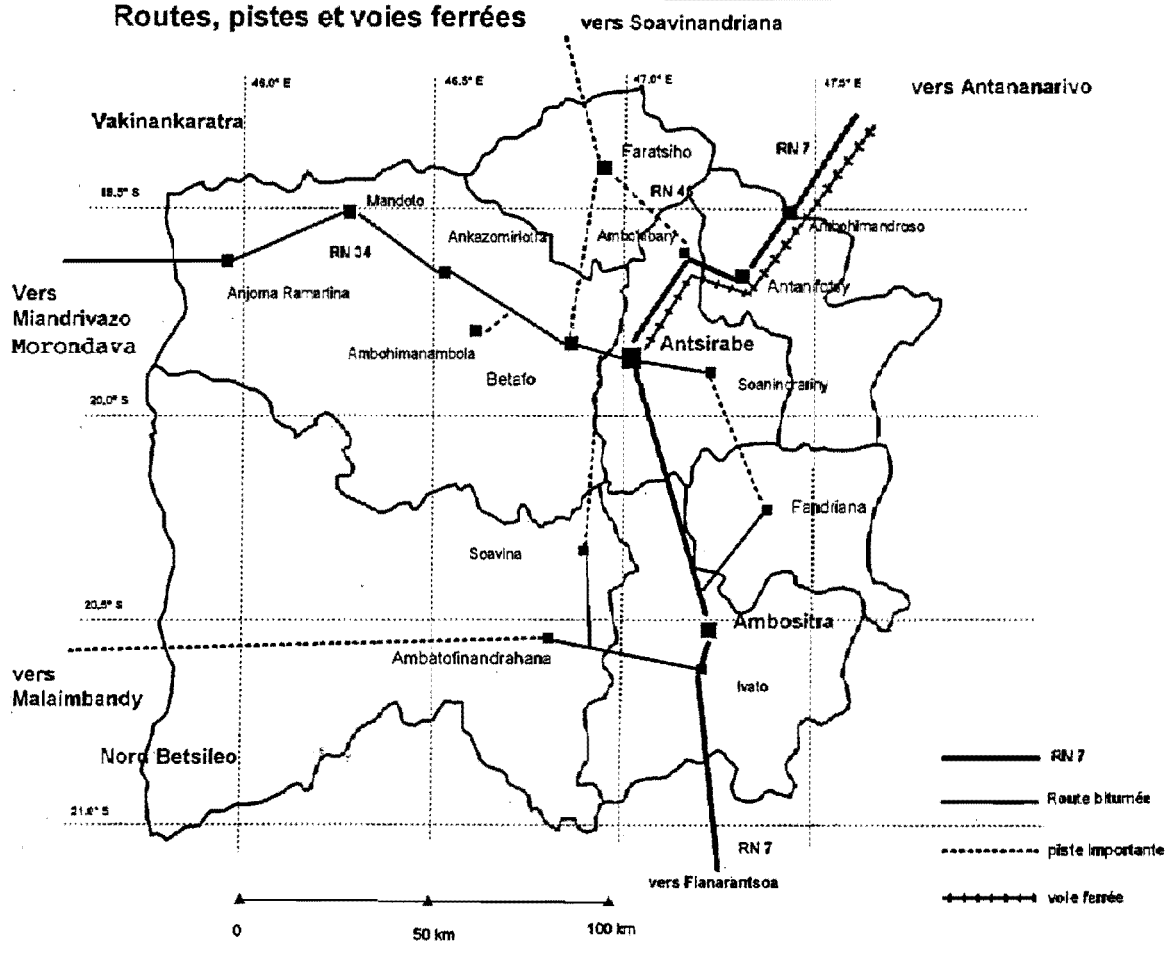
<sup>148</sup> C'est ce qui nous a conduit à suivre systématiquement le marché le plus important de la zone sur laquelle les assistants de recherche étaient implantés. Si certaines données sur les quantités ne pouvaient donner qu'un ordre de grandeur, les données sur les prix pouvaient être obtenues avec précision fournissant des indicateurs d'une grande utilité.

<sup>149</sup> *Tous les gens libres, hommes, femmes, enfants paient annuellement au roi une demie piastre par tête, et le dixième en nature de tous les animaux qu'ils possèdent. Ils paient en outre pour leurs esclaves un quart de piastre par tête (...). Cette imposition est réduite d'un tiers quand la récolte n'a pas été abondante et de moitié quand elle a été nulle. Dans ce dernier cas, il faut que ceux qui n'ont pas de riz en achètent à quelque prix que ce soit, parce que le roi ne fait pas de plantation et ne reçoit rien en place du riz* (Mayeur rédaction Froberville 1913).

<sup>150</sup> cité par G. de Haut de Sigy 1971.

# Routes, pistes et voies ferrées

Figure 36 cartes des voies de communication



Dans son code des 305 articles promulgué en 1881, Ranavalona II punissait ceux qui prêtaient et ceux qui empruntaient à plus de 10 % par mois. Ceci laisse imaginer les niveaux des taux d'intérêts jugés abusifs qui avaient provoqués cet article du code. Les prêteurs jouissaient d'ailleurs de moyens de coercition exorbitants pour rentrer dans leurs fonds : ils pouvaient faire vendre non seulement les biens du débiteur défaillant mais même la personne et sa famille qui devenaient esclaves.

Il est possible de voir dans une abolition de l'esclavage trop rapide et mal préparée la création d'un système de dépendance financière entre les anciennes classes sociales. Quand ils ont été affranchis par l'arrêté du 26 septembre 1896, les esclaves qui avaient choisi de cultiver pour eux même ont relancé de façon importante le crédit informel. Les centaines de milliers d'esclaves ne possédant ni terrain aménagé, ni outils, ni semences ont emprunté aux boutiquiers qui les ont réduit à une autre forme d'esclavage. (Le Thomas, 1947). Se perpétuant d'année en année, de génération en génération, la situation dans laquelle le paysan cultive pour rembourser ce qu'il a consommé la saison précédente est encore bien<sup>151</sup> répandue. Il paraît difficile d'affirmer que cette situation découle directement de l'abolition de l'esclavage mais la situation de certains paysans est bien ressemblante à celle des esclaves affranchis. La vente sur pied représente une variante de cette forme de dépendance.

Cependant, même aujourd'hui, malgré l'ancienneté de l'utilisation de la monnaie, tous les échanges ne sont pas monétarisés. Les échanges en nature entre particuliers restent bien développés: prêts d'une quantité de paddy contre le remboursement de la même quantité ou d'une quantité supérieure quelques temps après, échanges de produits artisanaux contre des produits vivriers ou bien paiement d'une partie du travail des salariés agricoles sous forme de repas. Il semble qu'à chaque période d'incertitude ou d'insécurité ces échanges en nature augmentent.

De l'exploitation en autosubsistance quasi totale aux exploitations vendant toute leur production et achetant toute leur nourriture, les situations par rapport à la monétarisation des échanges sont très diverses, les différences étant très fortement accentuées par la proximité ou l'éloignement des axes importants de communication (cf carte). Cette situation entrainera bien entendu des comportements très différents dans la gestion de la fertilité.

---

<sup>151</sup> si ce n'est de plus en plus.

## 324 Histoire de la recherche sur la fertilité et la fertilisation

"Savoir c'est pouvoir" disent certains défenseurs de la prédominance de la recherche sur toute autre activité de développement.

La mise en valeur du territoire est également dépendante de l'appui que les scientifiques peuvent apporter aux producteurs pour trouver des solutions à leurs contraintes. La conception de la fertilité, de sa gestion, de la façon d'appréhender le problème par la recherche ainsi que la liaison entre recherche et développement ont changé au cours des cent dernières années à Madagascar. S'il est important de noter que la mise en valeur de la zone étudiée n'a pas beaucoup évolué par rapport à certaines régions de tous les continents<sup>152</sup> (et cela doit poser des questions à la recherche à propos de son impact sur le développement), il est indéniable que certains thèmes de recherche ont eu un effet sur les itinéraires techniques. Des synthèses par culture ou par discipline scientifique, utilisant surtout les résultats obtenus entre 1950 et 1975, peuvent être trouvés dans le "Bilan de la recherche agricole à Madagascar" (MRSTD, 1990). Il semble cependant intéressant d'examiner, à la lumière de quelques documents disponibles<sup>153</sup>, les centres d'intérêt et les méthodes de travail qui ont prévalu selon les époques, d'examiner dans quelle perspective historique un travail sur le thème de "fertilité et fertilisation" peut aujourd'hui être réalisé et quelles peuvent être ses incidences sur le développement.

Très tôt, à Madagascar, le débat sur la fertilité des sols a été animé. Prudhomme propose un bilan opposant ceux qui pensaient que la grande île était *"une contrée merveilleuse convenant à toutes les cultures"* et ceux qui estimaient que Madagascar *"devait être considéré comme impropre à toute culture"* en expliquant que la vérité se situe entre ces deux extrêmes (Prudhomme, 1908). Une des premières préoccupations de Gallieni, lors de l'installation de Français en 1895, a été la création de la station de Nanisana, à quelques kilomètres au nord d'Antananarivo pour permettre *"l'amélioration des méthodes d'exploitation déjà en usage dans le pays, mais aussi l'introduction et la vulgarisation de cultures nouvelles"* (Prudhomme, 1908<sup>154</sup>). Les objectifs de cette station étaient donc de tester et de produire du matériel végétal et animal:

*"Il existe à Nanisana deux grands champs d'expériences dont l'un, installé en terre de rizière, permettra de rechercher le parti qu'on peut tirer des bas fonds humides, aussi bien pendant l'hivernage que durant la saison sèche, et d'étudier les améliorations à apporter à la si importante culture du riz. Dans l'autre on a déjà commencé toute une série d'expériences méthodiques sur la culture du manioc (introduction de nouvelles variétés de l'île Bourbon et de Maurice) et sur les céréales d'Europe."*

<sup>152</sup> notamment dans les pays touchés par la révolution verte.

<sup>153</sup> les quelques lignes rédigées dans un travail dont ce n'est pas l'objectif principal ne peuvent prétendre à l'exhaustivité. Un travail sur l'histoire de la recherche agronomique à Madagascar, utilisant les abondantes sources documentaires de Nogent sur Marne, de l'Académie Malgache et des archives coloniales d'Aix en Provence, permettrait aux agronomes effectuant des recherches pour le développement de prendre en compte l'histoire, de ne pas recommencer des expérimentations déjà réalisées à plusieurs reprises et de reprendre certaines idées de nos aînés qui ne sont pas passées à cause du contexte de l'époque mais qui, aujourd'hui, seraient susceptibles d'être adoptées. Quelques exemples parmi tant d'autres peuvent être évoqués: le sarrasin qui donnait de très bons résultats à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les recherches sur les moutons ou sur l'autruche...

<sup>154</sup> page II.

*"D'une manière générale toutes les expériences sont d'abord exécutées sur de petites parcelles d'un ou deux ares, puis recommencées ensuite sur d'assez grandes étendues (véritable essai de grande culture), si elles ont donné des résultats satisfaisants, et refaites sur une petite échelle si le premier essai n'a pas été concluant"* (Prudhomme, 1898<sup>155</sup>).

Les études sur l'association agriculture élevage étaient d'autres part à l'honneur: *"Les méthodes d'élevage et les améliorations du bétail, si intimement liées, surtout en Emyrne, à toutes les questions se rattachant aux cultures et aux plantations y sont également étudiées"* (Prudhomme, 1898)<sup>156</sup>.

Les analyses de terre devaient apporter des éléments objectifs à la détermination de la valeur agricole des terres. Des centaines d'échantillons ont été prélevés dans toute l'île et analysés à l'Institut National Agronomique. De leur laboratoire parisien, Müntz et Rousseaux (1901) donnaient des conseils sur les régions à mettre en valeur de façon prioritaire et sur les compléments d'engrais à effectuer.

De 1900 à 1945, les travaux de recherche sur les espèces, variétés et techniques culturales ainsi que sur les classifications de certains types de sol (latéritiques, volcaniques, alluvionnaires - MRSTD, 1990) étaient poursuivis. Les premiers essais sur les engrais (nature et quantité), dont nous avons les résultats relatés, ont été réalisés sur le riz à Ambohidratrimo au début des années 1930( Bonnefoy, 1934).

La période 1945-1970 peut être perçue comme une formidable accumulation de connaissances sur l'agronomie et le milieu physique avec, la plupart du temps, un souci de régionalisation des résultats. Les sols tropicaux ne sont plus considérés comme "maudits"<sup>157</sup> mais comme ayant la capacité d'extérioriser un très fort potentiel de production si les intrants nécessaires sont apportés. Pendant cette période, de grands colloques sur les sols tropicaux ou sur leur fertilité sont organisés (Goma, 1948 - Léopoldville, 1954 - Tananarive, 1967). Les objectifs étaient de faire le point sur la connaissance des sols africains et malgaches, d'échanger les expériences, de proposer des méthodes communes de travail et de recommander aux décideurs politiques les interventions pour la recherche et le développement.

Chaque colloque permettait d'avancer sur la conception de la fertilité des sols tropicaux et sur les méthodes et moyens pour l'améliorer.

La conférence de Goma insiste en première recommandation sur la conservation et l'utilisation des sols. Le Bureau de Conservation des Sols de Madagascar était créé en 1948 pour mener à bien toutes les actions de recherche et de développement intégrant la lutte contre l'érosion (Saboureau, 1954). La deuxième recommandation vise la recherche de normes communes pour l'étude, la classification, la reconnaissance et la cartographie des

---

<sup>155</sup> p 81.

<sup>156</sup> p 81.

<sup>157</sup> selon l'expression de Piéri (1989). Une première remise en cause de la mauvaise appréciation de ces sols tropicaux apparaît dans Vine (1954): *Is the lack of fertility of tropical African soils exaggerated?* p 389-412.

sols<sup>158</sup>. C'est la grande période de cartographie des sols (près d'une centaine de cartes sur Madagascar) et d'utilisation du sol<sup>159</sup> (plus de 150 cartes), d'études générales sur les sols malgaches, les processus de pédogénèse, la classification des sols et leur répartition spatiale réalisées par l'IRAM et l'IRSM - ORSTOM. Cette cartographie semblait alors la première condition du développement<sup>160</sup>.

Pendant le même temps, l'IRAM, chargé de la recherche appliquée, faisait de nombreux essais de fertilisation de différentes cultures sur différents types de sol (Roche, Velly, Celton, Dufournet...). Un grand nombre de résultats ont été présentés, en 1967, au colloque de Tananarive qui insiste beaucoup sur l'utilisation des engrais et détermine la notion de fertilité potentielle. Les résultats simplifiés de ce colloque peuvent être exprimés à travers quelques grandes lignes. Les sols présentent tous certaines potentialités. Les engrais minéraux peuvent améliorer de façon importante la production obtenue sur ces sols. Il convient de trouver, par exemple par des essais en vase de végétation, ce qui manque à tel type de sol, et d'apporter les engrais correspondant grâce à des mesures appropriées de vulgarisation (organisation, subvention, crédit). Deux recommandations apparaissent essentielles pour l'utilisation généralisée des engrais par les agriculteurs: *"création de systèmes d'agriculture comportant une succession de cultures annuelles de subsistance et de rente, application simultanée des autres techniques d'amélioration"* (Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, 1967<sup>161</sup>).

Dans sa préface du "bilan de la recherche agricole à Madagascar", le Ministre de la Recherche Scientifique considère que *"vers 1970, l'on considèrerait la recherche agricole à Madagascar comme l'une des plus avancées dans l'ensemble du continent africain"*.

A partir des années 1970, l'isolement de Madagascar entraîne une mise à l'écart des progrès de la recherche dans les méthodes de travail sur les questions de fertilité. Les chercheurs continuent à accumuler des connaissances agronomiques de base mais la prise de conscience du fait que les systèmes agricoles intensifs ne découlent pas d'une simple compilation de résultats disciplinaire est trop faible. Les systèmes de recherche européens pour les zones tropicales sont interrogés par cette difficulté de liaison entre les outils traditionnels de la recherche sur la fertilité<sup>162</sup> et l'amélioration de l'aptitude à produire sur une zone agricole significative. Les relations entre le fonctionnement du milieu physique, l'organisation et les moyens des exploitations agricoles, les choix techniques et les résultats agronomiques ne peuvent être analysées faute de méthodologies adaptées. Angé (1989) propose pour y remédier de créer *"de véritables observatoires de la pratique agricole, du fonctionnement des milieux physique et de l'élaboration des rendements à l'échelle des terroirs des villages (...)"*

<sup>158</sup> un des buts de la cartographie des sols est d'identifier les principaux types pour permettre aux agronomes de travailler sur les sols qui ont les plus grandes extensions en surface ou qui présentent le plus grand intérêt pour la production.

<sup>159</sup> Cartes fixant "les vocation des différents sols d'une région, permettant de mettre la culture, le pâturage, le bois à l'endroit précis où le rendement sera le meilleur, ou l'ensemble sera en équilibre biologique", les dangers d'érosion ou les obstacles à la culture, le degré de fertilité (Riquier, 1954 p 1189 et suivantes).

<sup>160</sup> *The agricultural production of tropical regions may nevertheless be greatly increased if each land is treated in the most effective manner: this will be possible when we dispose of soil-use maps for each region* (Vine, 1954 p 409)

<sup>161</sup> p 10.

<sup>162</sup> cartographies, expérimentations, analyses de terre, de plante...

A Madagascar, le manque de moyens donnés pour travailler sur ces questions, la disparition des mesures d'accompagnement (subvention, organisation de la distribution) et la faiblesse du respect des réglementations (feux de brousse, plantations d'arbres...) entraîne une très forte déconnexion entre le travail de recherche et les contraintes des producteurs. Les instituts français, sous l'égide desquels la recherche avait été conduite, n'interviennent plus que pour des problèmes ponctuels. Les travaux sur les pratiques ne sont réalisés que par les chercheurs en sciences sociales.

Certaines actions, insuffisamment coordonnées mais riches d'enseignements sont cependant conduites pendant cette période. Pendant les années 1975-1980, le CENRADERU FOFIFA conduit des essais sur la fertilisation des tanety et des rizières de façon à valoriser au maximum les ressources locales et à diminuer l'utilisation des engrais importés dont le coût était devenu trop important à la suite du choc pétrolier de 1973 (Arrivets et al., 1977 à 1989).

Le Programme Engrais Malgache commençait en 1978 sur financement norvégien. Il s'agissait de démontrer au paysan les augmentations de rendement autorisées par les engrais, de vérifier les formules de fumure proposées en recherchant des solutions pour en améliorer l'efficacité et de participer à la définition d'une politique en matière de fertilisation. Pendant ce temps, seuls ou en concertation, les projets de développement des filières (FIFAMANOR, KOBAMA, MALTO...) conduisent leurs expérimentations.

Un renouvellement méthodologique était apporté par Raunet (1980-1981-1985) qui réalisait les cartes morpho-pédologiques<sup>163</sup> d'une grande partie de la zone étudiée pour déterminer l'aptitude à la culture du blé pluvial et de contre saison. Raunet poursuit ce renouvellement méthodologique en initiant, dans le cadre de l'Action Thématique Programmée (ATP) Bas-fond, une approche interdisciplinaire pour caractériser et comprendre le fonctionnement et la répartition spatiale d'un "écosystème anthropisé". En conclusion de cette ATP, le séminaire "Bas Fond et Riziculture" permit aux chercheurs d'exposer leurs résultats devant les disciplines les plus variées allant de l'étude des pratiques à l'économie, la physiologie ou la tectonique.

L'approche du projet "Riz d'altitude" (CIRAD FOFIFA) est beaucoup plus classique. Elle concerne la relation entre le riz, le sol et le climat pour permettre la mise au point d'itinéraires techniques plus performants intégrant de nouvelles variétés. Sa volonté d'obtenir des résultats présentant un domaine de recommandation beaucoup plus large que les Hautes Terres malgaches a malheureusement empêché tout un travail sur les résultats, en terme de rendement et de "durabilité" du système, des pratiques d'un paysan dans son milieu.

Il faut enfin citer des travaux de synthèse sur les expérimentations de fumure réalisées par la SOMADDEX avec le FOFIFA pour promouvoir l'utilisation de la dolomie à Madagascar (Somadex, 1990) ou par l'IRAT (Ruaud, 1985) sur la fertilisation des rizières.

<sup>163</sup> La démarche de la morpho-pédologie vise l'analyse des différentes composantes du milieu et la manière dont les composantes interviennent. Cela définit des portions de territoire possédant une structure, une évolution et des problèmes communs. Cette cartographie permet de situer, de planimétrer les terres où le développement est possible, de proposer orientations ou modifications culturelles, une implantation cohérente de l'expérimentation agronomique en milieu réel et d'en assurer une extrapolation géographique grâce à la représentativité de son implantation (Kilian, 1989).

Tableau 10 chronologie de quelques étapes du travail sur fertilité et fertilisation à Madagascar

	Travail effectué	Référence bibliographiques
Bourde, Emery, Prudhomme 1895 - 1910	Création du jardin d'essai de Nanisana essai de différentes plantes susceptibles de s'adapter; introduction des fourrages et de plantes améliorantes; utilisation du fumier	Revue des cultures coloniales 1898.1899 Bulletin de l'office colonial 1908
Müntz et Rousseaux 1901	données analytiques sur la composition des terres Relation entre composition des terres et fertilité Considération sur l'utilisation des engrais et des amendements	Etude sur la valeur agricole des terres à Madagascar 1901 Paris imprimerie nationale
Leroy 1926	Techniques culturales sur rizières Comparaison Italie Madagascar	L'agronomie coloniale 1926
Bonnefoy 1934	Essais sur la nature et la quantité d'engrais à apporter sur le riz	Bulletin économique de Madagascar n°91 juin 1934
Conférence interafricaine de Goma 1949	Travaux de conservation des sols Début de la grande période de cartographie des sols	Ministère belge des colonies (1948) Compte rendu de la conférence africaine des sols
2 <sup>e</sup> conférence interafricaine des sols de Léopoldville 1954	Caractérisation, classification et cartographie des sols, essais fertilisation, les facteurs chimiques de la fertilité la matière organique et l'humus le facteur hydrique	Communications de la 2 <sup>e</sup> conférence 1954
IRSM ORSTOM 1950 1975	Inventaire des sols (genèse, typologie, cartographie) fonctionnement, utilisation du sol	Voir la bibliographie dans la partie Pédologie de MRSID, 1990 et la Carte des conditions géographiques de la mise en valeur à Madagascar
IRAM 1950 1975	Recherches appliquées pour une définition des aptitudes culturales et une amélioration des itinéraires techniques	documents IRAM
Colloque de Tananarive 1967	Utilisation de la fumure minérale Méthode de détermination des carences en vase de végétation Fumure de redressement pour les sols de tanety	Colloque sur la fertilité des sols tropicaux 1967
Cenraderu FOFIFA 1975 1994	Poursuite de l'accumulation de données agronomiques; à la suite du choc pétrolier recherche sur l'économie des engrais importés	Bilan de la recherche agricole à Madagascar et Arrivets (1989)
Programme Engrais malgache 1978 1993	Recherche sur les quantités d'engrais à apporter sur rizières et sur tanety	Pem FAO 1986-1992 Dulcire et Losseaux (1992)
Kobana IRAT	Cartographie morphopédologique Hautes Terres Lac Alaotra	Raunet, 1980, 1981, 1985
ATP bas fond Ambohitrakoho 1987 1991	Structure et Fonctionnement d'un écosystème anthropisé: bas fond et de la plante dans ce bas fond, relation eau-sol-plante-paysan; approche interdisciplinaire	Bas fond et Riziculture Actes du séminaire d'Antananarivo 9-14 décembre 1991
Fifamanor 1973 1993	recherches sur la tolérance des cultures pluviales à l'acidité	Rakotondramana 1990
Projet Riz d'altitude 1985 1993	étude des relation plante, sol, climat en riziculture pluviale et aquatique d'altitude Recherche sur de nouvelles techniques culturales	Chabanne 1985 à 1992 Rapports agrophysiologie
Somadex 1990	Les possibilités d'utilisation de la dolomie à Madagascar	La dolomite pour l'agriculture et l'environnement à Madagascar



Après une histoire de la recherche aussi riche, il ne pouvait être question de recommencer des cartographies ou des expérimentations sur des zones ou des sujets maintes fois étudiées. L'agronomie en tant que production de connaissance sur les systèmes biophysiques pour l'action devait faire place à un approfondissement de la connaissance sur les systèmes de production et les processus de prise de décision. Il était possible d'observer chez les agronomes les carences de toute cette histoire du point de vue de l'analyse des pratiques des paysans pour gérer la fertilité. Les travaux de la recherche développement sur les PPI ont donc concerné l'étude de la gestion de la fertilité: interaction des différents sous systèmes, affectation des ressources disponibles sur l'exploitation, liaison entre le contexte physique et socio-économique d'une part et les pratiques d'autres part. Les possibilités de financer la fumure minérale d'une parcelle donnée dans le cadre d'une rotation ont aussi été recherchées: étude de l'arrière effet de la fumure de contre saison sur le riz qui suit la culture de contre saison, économie des amendements calco-magnésiens par enrobage ou localisation.

### **Conclusion de la troisième partie**

Cette troisième partie caractérise donc les ressources du milieu et l'accès à ces ressources, ces deux éléments permettant d'aboutir aux paysages. A la diversité des paysages correspondent donc une diversité du milieu et une diversité dans l'utilisation de ce milieu qu'il est nécessaire d'expliquer par l'histoire. L'étude de l'exploitation agricole dans son milieu, la compréhension des gestes techniques des paysans pour obtenir une production correspondant à leurs objectifs implique la prise en compte d'un ensemble d'éléments décrivant leurs variations dans l'espace et dans le temps.

L'approche du milieu pour étudier la gestion de la fertilité est nécessairement une approche pluridisciplinaire. La géographie permet de synthétiser dans les paysages des compétences acquises sur des sujets très différents. Les caractéristiques naturelles comme les paramètres humains doivent être pris en compte, chacun apportant sa part d'explication.

La transformation du milieu naturel depuis plusieurs siècles n'a pas visé une homogénéisation du milieu pour pouvoir appliquer partout les mêmes techniques. Il s'agit plutôt d'une recherche d'utilisation, la meilleure possible, de la diversité du milieu pour arriver à des objectifs d'autoconsommation, de revenu monétaire et parfois de pouvoir. Des appréciations du milieu et des techniques culturelles liées à ces appréciations et au risque ont été mises au point de façon empirique avec une finesse d'autant plus grande que l'implantation de la population était ancienne et importante. La recherche agronomique a étudié depuis longtemps ce milieu, regroupant en grandes catégories les unités naturelles sans étudier vraiment les utilisations qu'en faisaient les paysans, en particulier dans les microvariations du milieu.

**Quatrième partie: HOMOGENÉITÉ ET DIVERSITÉ DES EXPLOITATIONS AGRICOLES. La variabilité de la situation des exploitations agricoles est liée à la variété des conditions**

L'agronome et le géographe rejoignent le micro-économiste dans l'étude des ménages exploitant le milieu. Ménage et exploitation sont en effet confondus dans la très grande majorité des cas. En étudiant l'exploitation, niveau de prise de décision essentiel pour l'utilisation des ressources, l'un des buts de ce travail est d'examiner comment la diversité des conditions du milieu est utilisée pour permettre à l'exploitant d'arriver à ses objectifs. Il est possible de poser l'hypothèse de la relation entre la variété des conditions du milieu et la diversité des types d'exploitation.

Les exploitations agricoles de la zone apparaissent tour à tour sous les traits de l'homogénéité puis sous ceux de la diversité. La première impression est homogène avec les parties complémentaires du paysage fait de rizières, de cultures pluviales, de boisements et de zones non cultivées qui servent le plus souvent de parcours.

## 4.1 Les exploitations paraissent homogènes au premier abord

La quasi totalité des exploitants possède des rizières, des tanety, un peu d'élevage et travaille tout ou partie de ses terres avec l'angady, la bêche malgache. Cet outil limite les terres utilisables par l'exploitation aux surfaces cultivables manuellement. Le matériel devient cependant de moins en moins limitant du fait de l'exiguïté croissante des exploitations.

Les principaux facteurs d'homogénéité entre les exploitations concernent les systèmes de culture les plus fréquemment rencontrés, (cultures pratiquées, calage des cycles, matériel végétal, techniques culturales, matériel), la taille de l'exploitation, la complémentarité entre les systèmes de culture et d'élevage.

La gestion de la fertilité a pour objet l'amélioration de la production végétale (cf 2.1.3) qui est le fruit des systèmes de culture. L'homogénéité peut être examinée pour les systèmes de culture irriguée et les systèmes de culture pluviale

### 4.1.1 Le cycle des systèmes de culture irriguée est calé sur l'arrivée des pluies:

Le calendrier culturel du riz sur les Hautes Terres est certainement très ancien. Il était déjà décrit comme traditionnel par les auteurs du début du siècle (Prudhomme, 1908- Carle, 1909). La figure 1 calage du cycle riz culture de contre saison montre la place des principales techniques culturales. Le repiquage du vary be (riz de saison) est dépendant dans une large mesure de la pluie et de la température pour l'ensemble de la zone (cf 3.1.2). Avec l'augmentation des températures liée à la descente en altitude, le calage du cycle devient plus souple. La date de récolte dépend de la variété et de la température. La culture du vary aloha (riz précoce) est pratiquement inconnue au dessus de 1400 mètres d'altitude, la double culture de riz inexistante au dessus de 1200 mètres<sup>164</sup>. Ces pratiques (vary aloha et double culture) nécessitent une bonne maîtrise de l'eau pour pouvoir repiquer sans pluie<sup>165</sup>.

<sup>164</sup> quelques parcelles sont trouvées à Manandona (1350 mètres) mais il s'agit d'exceptions.

<sup>165</sup> contrairement au vary aloha pratiqué dans la plaine d'Antananarivo ou ce calage du cycle correspond surtout à la volonté d'éviter les grandes inondations qui peuvent avoir lieu à partir du mois de janvier.

Lorsque la rizière porte deux cultures (deux cultures de riz ou une culture de riz suivie d'une culture de contre saison), la mise en place de la deuxième culture est bien évidemment déterminée par la récolte de la première et la préparation du sol pour la seconde. Le riz est la culture principale, la culture de contre saison venant en dérobée. De la même façon, la mise en place du riz dépendra de la récolte de la contre saison et de la préparation du sol. L'altitude, le cycle de la culture de contre saison et de la variété de riz utilisée jouent sur la souplesse du système.

Les rotations sont basées sur le riz <sup>166</sup>

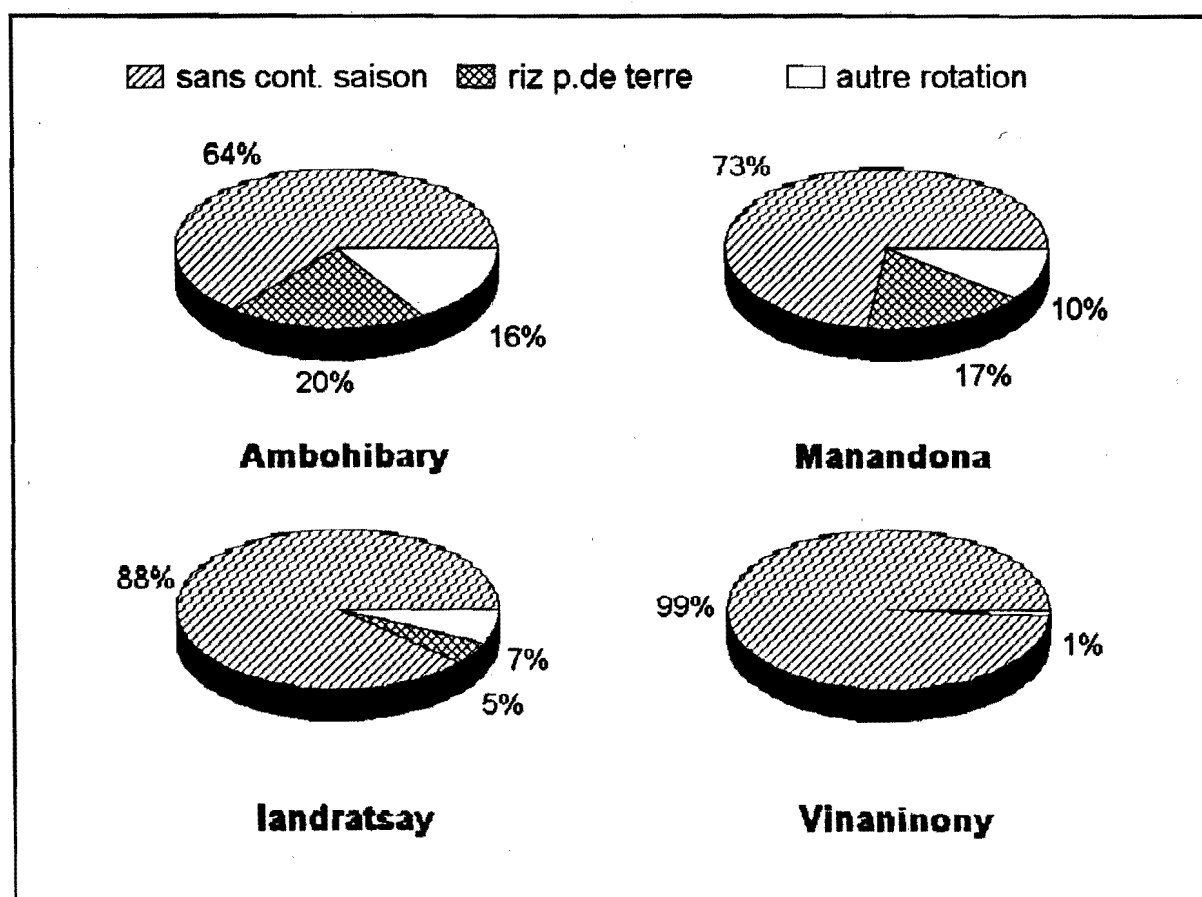


Figure 2 Les principales rotations rencontrées sur rizière en 1987 (données des enquêtes des APS 4 PPI)

L'essentiel des surfaces est constitué par de la riziculture sans contre saison. Lorsqu'il y a introduction de la contre saison, la culture est implantée pour gêner le moins possible le riz, le calage du cycle devenant presque insoluble lorsque l'altitude devient trop élevée comme à Vinaninony.

<sup>166</sup> L'enquête conduite en 1987 par le groupement Gersar Eedr Mamokatra a porté sur 1533 parcelles de rizière et 1734 parcelles de tanety. Chaque parcelle était décrite par 71 variables permettant de comprendre le fonctionnement de ces parcelles et la production.

Figure 1 Calage du cycle Riz culture de contre saison

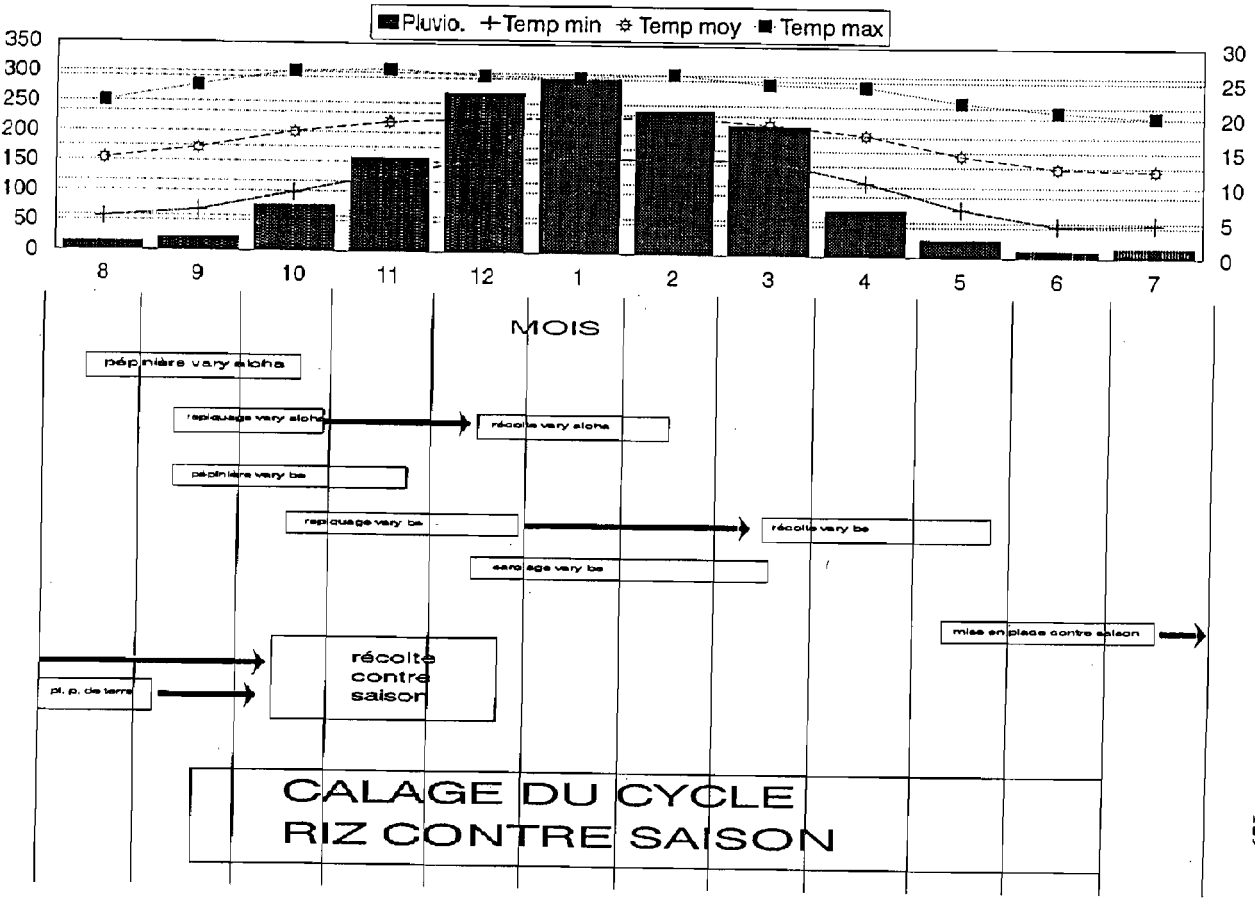
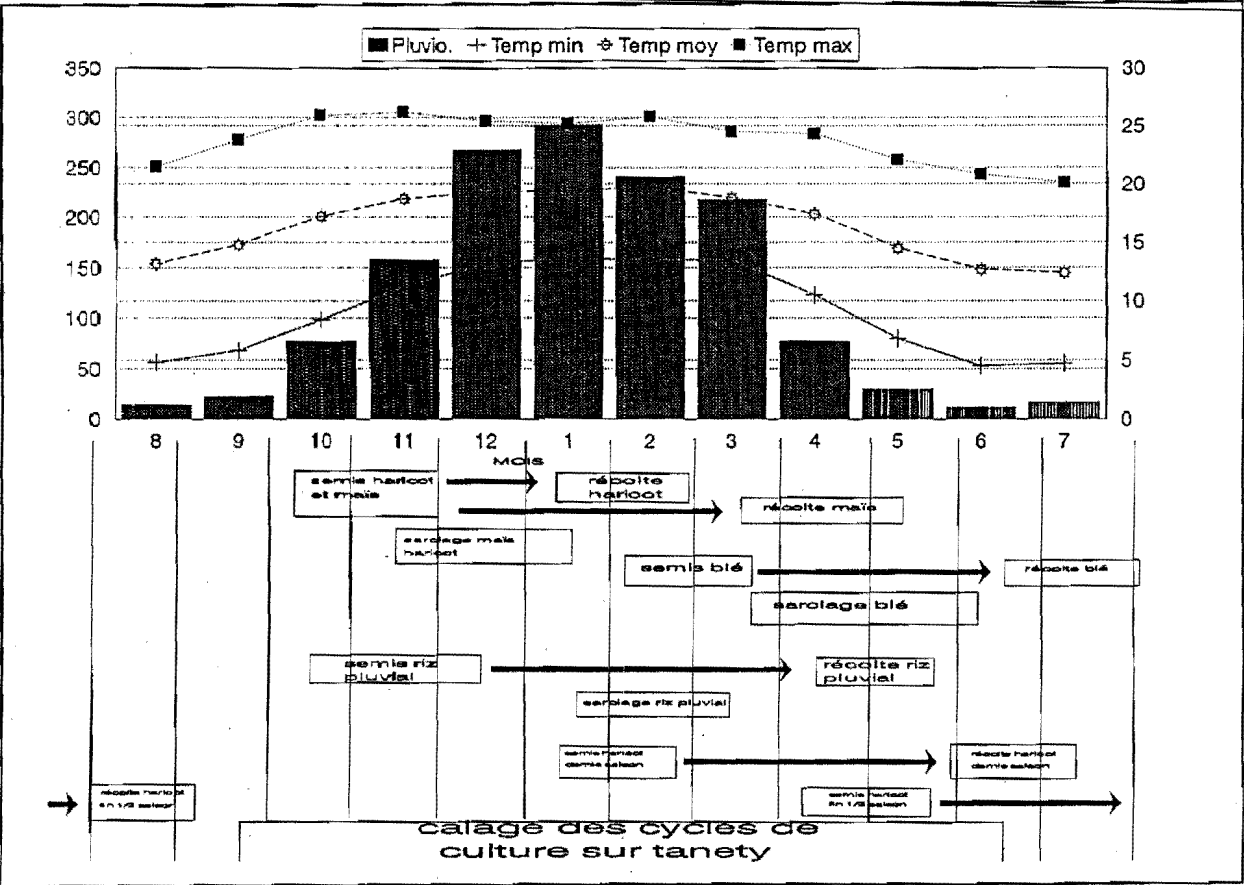


Figure 3 Calage des cycles de culture sur tanety



La liaison entre matériel végétal et gestion de la fertilité est étroite: c'est la rusticité de certaines variétés ou population qui rend possible la persistance de la riziculture dans des conditions difficiles. C'est la productivité de certaines variétés améliorées qui permet de valoriser de bonnes conditions de production. Les variétés de type indica sont généralement plus rustiques, les japonica comme le 1632 répondent mieux à la fertilisation.

Les conditions d'adoption et de rejet des différentes variétés ont été étudiées par l'IRAM, le FOFIFA, l'IRRI, l'ODR. Elles concernent surtout le goût, les propriétés culinaires, l'égrenage au champ ou la difficulté de battage, la résistance aux principales maladies etc...

**Le repiquage est aussi un trait d'homogénéité:** il s'agit d'une pratique d'intensification, retrouvée de façon absolument systématique en riziculture irriguée, qui permet un temps d'occupation moins long de la rizière, un calage du cycle mieux adapté aux conditions climatiques, une avance du riz sur les adventices. Le repiquage représente en compensation le poste de temps de travaux le plus important.

### Les systèmes de cultures pluviales

Certains systèmes de culture pluviale et certaines cultures sont retrouvés systématiquement dans toutes les exploitations. La figure montre le calage de leur cycle. L'association maïs haricot et la patate douce sont observées pratiquement partout.

### La répartition sexuelle du travail

La répartition du travail est à peu près homogène. Le labour est pratiquement toujours l'affaire des hommes, le repiquage et le sarclage manuel celui des femmes. Le sarclage à la houe rotative est réservé aux hommes. Une grande partie de l'alimentation du bétail est à la charge des enfants.

### L'association agriculture élevage

Cette complémentarité est pratiquement systématique. Si l'activité de culture peut être importante et même prédominante, elle n'est que très rarement unique. Tous les paysans possèdent, si ce n'est une vache ou un cochon, un minimum de quelques poules. Cet aspect est trop souvent mésestimé par différents opérateurs qui considèrent seulement la partie culture ou la partie élevage. Leur intégration apparaît tellement intime dès que l'on s'intéresse à l'exploitation agricole que l'on ne peut être que choqué par la dichotomie agriculture élevage<sup>171</sup> de l'administration malgache qui met en place deux systèmes différents d'approche du paysan pour la vulgarisation, le crédit, l'approvisionnement, la commercialisation etc...

<sup>171</sup> il s'agit peut être d'une subsistance d'une rivalité désuète entre agronomes et vétérinaires.

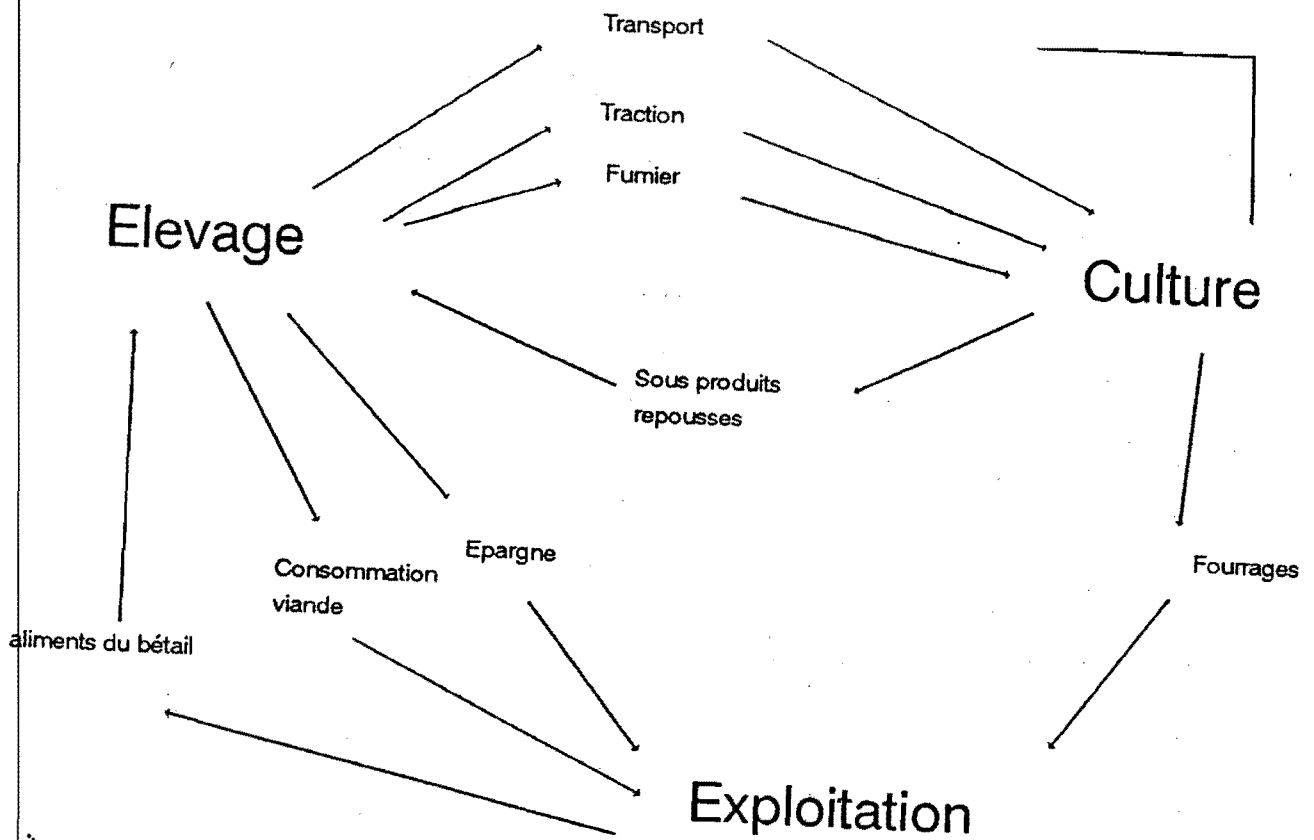


Figure 4 quelques aspects des relations agriculture élevage



## 4.2 DIVERSITÉ DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

C'est après une première impression d'homogénéité que l'hétérogénéité entre exploitation apparaît. Cette hétérogénéité est due non seulement à des variations entre zones ou entre périmètre mais aussi à des disparités à l'intérieur d'une zone, d'un périmètre ou même d'un hameau.

Cette diversité inter ou intra-région s'exprime à travers

- les systèmes de culture tant par les cultures pratiquées que par les techniques utilisées
- les systèmes d'élevage, tant par les spéculations que par les pratiques,
- la taille d'exploitation par l'accès au foncier et au matériel
- le financement des activités de l'exploitation.

### 4.2.1 Les systèmes de culture irriguée et l'inégalité de l'accès à l'eau

La première source d'hétérogénéité sera bien souvent l'accès à l'eau ou plus exactement à la maîtrise de l'eau puisque le drainage est aussi important que l'irrigation. La prise de possession du territoire s'est faite par difficulté croissante de maîtrise d'eau. Lorsque l'on regarde la répartition sociale de l'accès à l'eau, on observe bien souvent une image de la hiérarchie sociale avec la suprématie des descendants des castes supérieures.

Cette domination est parfois remise en question actuellement lorsque de nouveaux aménagements de rizières sont réalisés en amont des prises des réseaux actuels.

Une bonne maîtrise de l'eau autorise un bon calage du cycle du riz ainsi que l'utilisation de toutes les techniques d'intensification. Elle permet une culture de contre saison grâce à un drainage quelques jours avant la récolte du riz, un bon ressuyage du sol et des irrigations périodiques de cette culture. Elle rend aussi possible ce labour de fin de cycle qui est si important pour la réoxydation du profil, l'évolution de la matière organique (autorisée par une augmentation de l'activité microbienne, elle même favorisée par les alternances engorgement - dessiccation) et l'élimination des substances réduites toxiques.

Garder ou éliminer l'eau en fin de saison rizicole est un choix technique important. L'élimination est souhaitable pour les raisons citées ci dessus. La plupart du temps, le drainage de la parcelle ne sera pas fait ou sera incomplet à cause des difficultés pour irriguer la culture de contre saison mais surtout de la quantité nécessaire pour remettre en eau le casier (1000 à 2000 m<sup>3</sup> par hectare). Cette quantité étant rarement disponible au moment opportun (qui correspond à l'étiage des rivières), le paysan choisit le plus souvent de garder l'eau dans sa parcelle quitte à ne pas bénéficier de la réoxydation du profil.

Il peut également être nécessaire de garder l'eau dans le cas de zones tourbeuses (tourbes peu évoluées) où le drainage peut entraîner une dessiccation du matériau qui devient non mouillable irréversiblement<sup>172</sup> ou en zone minérale très argileuse<sup>173</sup>, lorsque l'assèchement

<sup>172</sup> d'où la nécessité de brûler avec les conséquences que cela peut avoir.

<sup>173</sup> à proximité du lit des rivières cf 3.1.3.

entraîne un durcissement très important de l'horizon supérieur qui ne peut être retravaillé facilement qu'après réhumectation.

Le choix ou la possibilité de réaliser une culture de contre saison sur rizière provoque de grandes disparités entre les exploitations. La contre saison intervient comme valorisation d'un espace et d'une main d'oeuvre disponibles comme la possibilité d'obtenir des crédits pour fertiliser certaines parcelles et de mettre en place des cultures dont la production pourra être vendue ou consommée

#### 4.2.2 Diversité dans l'utilisation des techniques de riziculture améliorée

En 1965, le gouvernement malgache constatait l'insuffisance de la production rizicole nationale par rapport à la demande intérieure. Un grand projet de productivité rizicole était mis en place<sup>174</sup> pour augmenter la production en utilisant les résultats de vingt ans de recherche agronomique.

Cette intensification de la riziculture<sup>175</sup> passait par l'emploi combiné de la pépinière améliorée, du repiquage en ligne, du désherbage à la houe rotative, de la fertilisation minérale et d'une amélioration de la maîtrise de l'eau. L'utilisation de l'ensemble de ces techniques ou seulement d'une partie a entraîné des différences importantes entre exploitations ou même entre parcelles d'une même exploitation. A partir de 1983, l'ODR (Opération de Développement rizicole) a repris la promotion de ces techniques d'intensification.

Dès 1976, Pélissier, évaluant les actions de l'OPR soulignait que l'augmentation de la production rizicole d'environ 25 % entre 1965 et 1971 résultait de progrès très inégaux entre les différentes régions et les différents terroirs mais également à l'intérieur des communautés villageoises. Un grand nombre d'exploitants avait beaucoup de difficultés à appliquer correctement les thèmes vulgarisés.

#### Repiquage et sarclages: deux opérations liées:

Il paraît intéressant d'examiner le repiquage et le sarclage. L'intégralité des rizières irriguées étant repiquées, deux systèmes de repiquage co-existent: le repiquage traditionnel en foule et le repiquage en ligne. Cette opération est l'affaire des femmes, les hommes effectuant pendant ce temps la finition du planage de la rizière et parfois l'approvisionnement en *ketsa*<sup>176</sup>. Le passage du repiquage en foule au repiquage en ligne a fait l'objet d'analyses nombreuses sur l'intérêt de cette pratique, les temps de travaux, les conditions d'appropriation de cette innovation. En pratique, il semble que le repiquage en ligne soit lié à la possibilité d'utiliser une houe rotative, seule technique permettant la valorisation de ce type de repiquage.

<sup>174</sup> La structure d'intervention était constituée par trois Unités Régionales d'Expansion Rurale URER -Antsirabe, Ambositra, Fianarantsoa- regroupées au sein du Groupement pour l'Opération de Productivité Rizicole GOPR. Grégoire cité par Cacqueray (1970) explique les raisons de la mise en place du GOPR: "l'idée de manque était insupportable à une population grande consommatrice de riz et pouvant se réclamer d'une véritable civilisation du riz. De par sa place privilégiée, le riz pouvait devenir un élément moteur de l'économie rurale malgache".

<sup>175</sup> passant par l'utilisation de la FN *Fomba Nohatsaraina*: méthode améliorée.

<sup>176</sup> plants de riz à repiquer.

Tableau 2 Mode de repiquage en fonction du périmètre (d'après les données du suivi évaluation ODR 1987, Rollin 1989)

	Soavina	Manandona	Iandratsay	Ambohibary	Vinaninony	Moyenne
foule	90 %	35 %	45 %	15 %	52 %	52.5 %
ligne	10 %	65 %	65 %	85 %	48 %	47.5 %

La variabilité entre périmètres s'explique par de nombreux paramètres comme la densité et la pression de l'encadrement. A Ambohibary cette technique semble acquise car on n'observe pas de diminution de son emploi depuis de nombreuses années. A l'intérieur d'un même périmètre, il est possible de trouver des différences entre hameaux et même à l'intérieur d'un hameau, entre exploitations.

Rasamoelina (1992) étudiant l'intégralité des rizières des deux hameaux test a compté 96 % des rizières repiquées en ligne dans l'un contre 67 % dans l'autre, la moyenne du périmètre se situant à moins de 50 %. Il explique l'absence d'adhésion à cette technique par l'incertitude de la riziculture dans certaines conditions poussant les paysans à repiquer un très grand nombre de touffes. Il existe un variante améliorée du repiquage en ligne: le repiquage en lignes carrées dans lequel chaque plant est aligné selon deux axes. Ce type de repiquage permet un sarclage également dans les deux sens et donc un meilleur contrôle des adventices poussant sur la ligne.

Une autre variante, le système de riziculture intensive (SRI), a connu une grande publicité à Madagascar ces dernières années. Expliquant une augmentation du rendement à partir du modèle de tallage de Katayama<sup>177</sup>, ce système prétend lier de façon très étroite le rendement en riz et le mode de repiquage: en repiquant à un plant très jeune (7 à 15 jours) par touffe à de grands espacement (25cm \* 25cm et plus), le tallage est favorisé et le rendement serait considérablement augmenté (Laulanié, 1992). Cette théorie, tout en liant certaines techniques de riziculture à la physiologie du riz, néglige les stratégies anti-risque des paysans et ne prend pas en compte toute la partie concernant la nutrition minérale du plant de riz. Néanmoins, certains paysans possédant une très bonne maîtrise de l'eau, une main d'oeuvre abondante et des teneurs élevées en éléments minéraux dans leurs rizières ont pu obtenir des augmentations importantes de rendement.

Le désherbage des rizières se présente aussi comme un instrument de différenciation.

<sup>177</sup> ce modèle de tallage est décrit par Moreau (1987).

**Tableau 3 Répartition des rizières en fonction du type d'entretien (d'après les données du Suivi évaluation 1987)**

Entretien/PPI	Soavina	Manandona	landratsay	Ambohibary	Vinaninony	Moyenne
sans sarclage	72.6 %	2.8 %	1.6 %	9 %	1.2 %	17.4 %
désherbage manuel	26.4 %	31 %	58.6 %	13.9 %	49.3 %	35.8 %
Sarclage mécanique	1 %	66.2 %	39.6 %	77.2 %	49.3 %	41.3 %
Herbicide	0	0	0	0	0	0 %

Soavina, périmètre du Moyen Ouest, se distingue nettement des autres périmètres par l'importance des rizières non sarclées. La vitesse et la qualité du sarclage à la houe rotative différencie ce type d'entretien des autres.

Les raisons de ne pas sarcler ont été étudiées sur le périmètre de Soavina sur lequel 73 % des rizières n'étaient pas sarclées en 1987 alors que le sarclage semble une des premières techniques culturales à favoriser pour améliorer le rendement. L'enquête de suivi évaluation 1990-1991 a permis de préciser le phénomène:

**Tableau 4 Surfaces enquêtées et proportion des surfaces selon le nombre de sarclage en rizière à Soavina 1990-1991:**

	0 sarclage		1 sarclage		2 sarclages et plus	
	surface (ares)	% surface	surface (ares)	% surface	surface (ares)	% surface
< 40 ares	138	15 %	934	36 %	462	50 %
> 40 ares	2548	34 %	4225	64 %	81	1 %
total moyenne	2686	32 %	5159	61 %	543	6 %

La distinction entre les rizières des petits exploitants (moins de 40 ares de rizière) et les plus grands a été réalisée. Les paysans possédant moins de 40 ares sont relativement peu nombreux à Soavina (ils représentent 18 % des surfaces en rizières) mais l'enquête porte sur des surfaces suffisantes pour être significative. Les chiffres présentés dans le tableau 4 permettent de noter une forte diminution des surfaces non sarclées entre les données de 1987-1988 et celles de 1990-1991.

Les grands exploitants sarclent beaucoup moins que les petits puisque 15 % seulement des rizières des petits exploitants ne sont pas sarclées et 50 % sont sarclés deux fois alors que 1 % seulement de la surface des grands exploitants est sarclée deux fois.

Les raisons de non sarclage sont les suivantes:

- l'eau est suffisante pour éliminer les adventices; la rizière est drainée 15 jours après le repiquage puis à nouveau remise en eau 15 jours après ce qui réduit la concurrence des adventices avec le riz;
- la main d'oeuvre est insuffisante du fait de la concurrence des travaux sur tanety et de la nécessité pour beaucoup de paysans de se salarier pour acheter de la nourriture

pendant la période de soudure; travaillant sur les champs des autres, le paysan n'a plus le temps de s'occuper des siens;

- le matériel de sarclage est insuffisant; il y a, en moyenne, une houe rotative pour 14 hectares sur le périmètre; 12 % seulement des paysans en possèdent ce qui est nettement insuffisant. L'absence de pièces détachées<sup>178</sup> empêche le bon entretien d'une grande proportion des houes qui existent;
- certaines adventices (telles que le kiatondra -espèce à déterminer) sont considérées comme ayant un effet fertilisant à un point tel que certains paysans les sèment en association dans le riz ou pour leur intérêt en alimentation du bétail pendant l'hiver, le riz étant récolté, la rizière sert alors de pâturage.

Gillain (1984) compare le désherbage à la main et le sarclage à la houe rotative. Le premier est moins efficace car moins précoce (il faut attendre que l'herbe soit assez grande pour être arrachée à la main) et il laisse aux adventices qui n'ont été que cassées la possibilité de repousser. Il nécessite généralement deux passages totalisant 15 à 25 hommes jours par hectare. Le sarclage à la houe rotative peut être beaucoup plus précoce, moins fatigant et exige moins de main d'oeuvre: 7 à 10 hommes jour par hectare en trois passages dont une élimination manuelle sur la ligne. Repiquage et sarclage créent donc deux catégories d'exploitations bien différentes du point de vue de l'investissement en main d'oeuvre pour la riziculture. Il est généralement admis qu'un entretien bien réalisé (3 sarclages dont un précoce) permet d'augmenter les rendements de 20 à 30 % (Gillain, 1984). Les exploitants choisissent en fonction de leurs objectifs et de la tradition de donner une priorité à la productivité de la terre ou à celle du travail.

---

<sup>178</sup> il n'y a pas de fabrication de pièces sur le périmètre par des artisans locaux (contrairement à beaucoup de périmètres) et il n'y a pas non plus d'approvisionnement de l'extérieur.

### 4.2.3 Inégalité du foncier disponible

La surface utilisable pour la riziculture revêt une très grande importance. En liaison avec les techniques d'intensification, c'est cette surface qui détermine le niveau d'autosatisfaction en riz. Un calcul simplifié permet d'établir quelques repères liant la surface en rizière par personne à cette autosatisfaction:

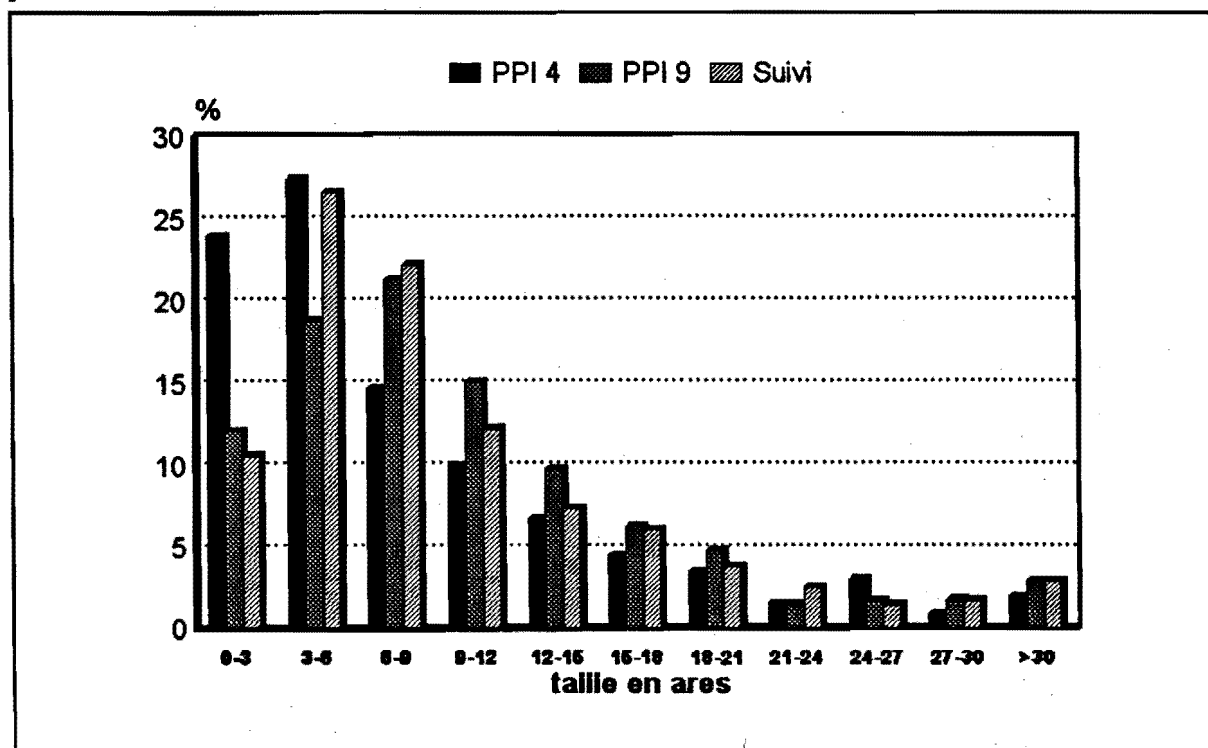


Figure 5 distribution des surfaces de rizière par personne (données APS PPI et suivi évaluation ODR 1987)

Les besoins sont estimés selon les sources de 190 à 230 kg de paddy par personne et par an<sup>179</sup>. Avec un rendement moyen de 2500 Kg/ha il faut donc de 8 à 10 ares par personne (en comptant les pertes et les besoins en semence).

Quels que soient les échantillons d'enquête examinés (avant projets sommaires, suivi évaluation), l'étude de la distribution fait apparaître la diversité des situations

Les moyennes des trois échantillons tournent autour de la surface nécessaire à l'autosuffisance en riz. Ecart type et coefficients de variation (en annexe) montrent bien la variabilité des situations qui est confirmée par l'histogramme.

Les surfaces en rizière par exploitation rendent compte de la même variabilité dans la distribution

<sup>179</sup> Pour Raison (1973) "les paysans malgaches sont, par goût, des mangeurs de riz si ahurissants que l'élasticité de leur consommation est très considérable". La ration idéale serait de 750 grammes de riz sec par jour soit 274 kilogrammes de riz par an ou 391 kilogrammes de paddy par an. Des consommations aussi fortes ne peuvent être observées actuellement que quelques jours dans l'année.

Les comportements par rapport à la consommation, aux achats et aux ventes de riz sont fondamentaux du point de vue des mécanismes de fonctionnement des exploitations.

- Les exploitations possédant de très faibles surfaces en rizière par personne sont condamnées à acheter du riz ou à consommer autre chose.
- Celles possédant des surfaces à peu près suffisantes pour leur autoconsommation sont confrontées aux alternatives suivantes:
  - \* consommer tout ce qu'elles produisent et intensifier la riziculture pour ne pas avoir à acheter du riz (mais comment payer l'intensification?);
  - \* varier le mode de nourriture en utilisant d'autres sources d'alimentation pendant la période de soudure;
  - \* vendre du paddy à certains moment, acheter du riz à d'autres; c'est ce comportement qui est le plus fréquemment observé<sup>180</sup>.

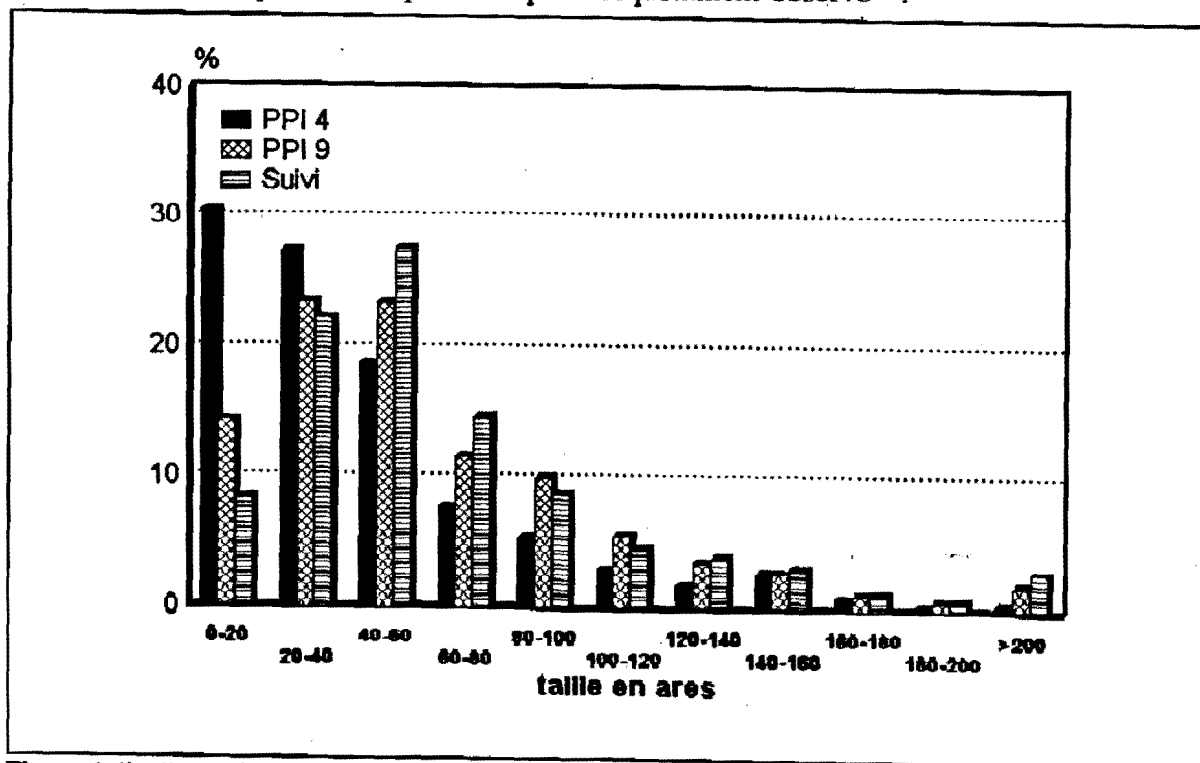


Figure 6 distribution des surfaces en rizière par exploitation d'après les données APS et ODR

- Les exploitations possédant de grandes surfaces par personne peuvent stocker la quantité nécessaire à l'alimentation pendant une année et vendre les excédents de production.

<sup>180</sup> ce comportement qui peut paraître anti-économique sera développé en 4.4 .

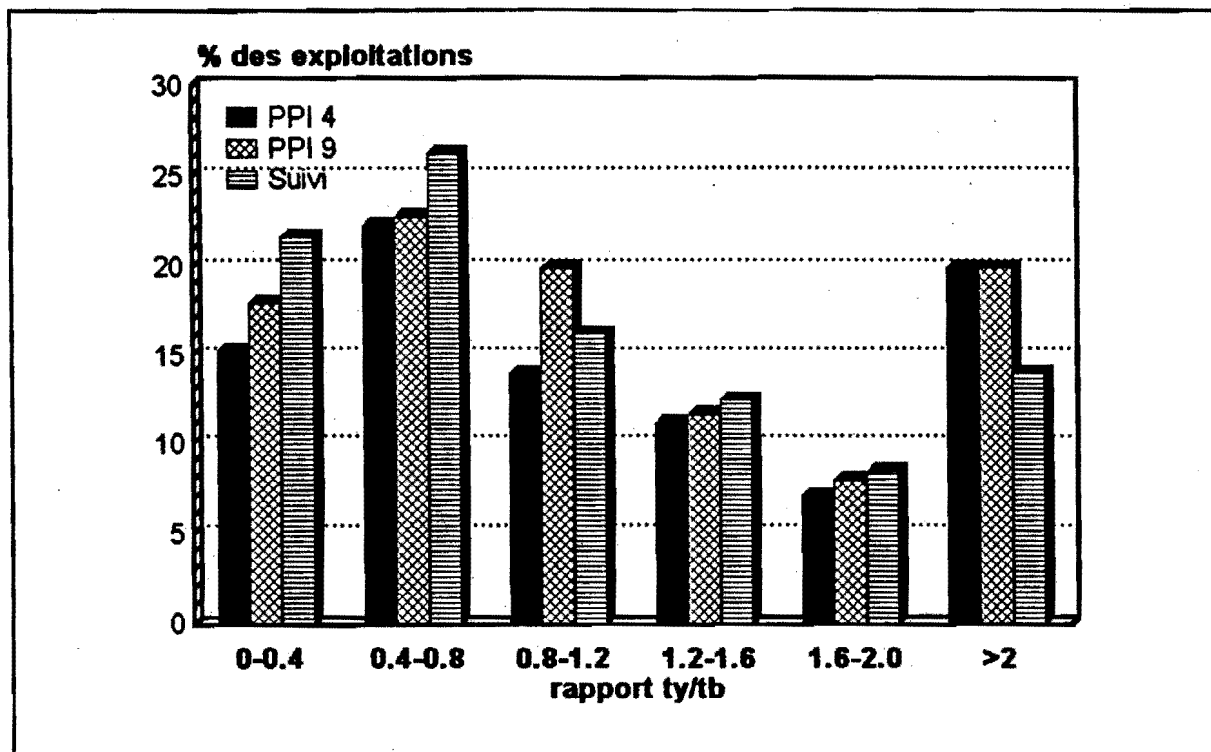


Figure 7 distribution des rapports surface en tanety / surface en rizière par exploitation (données APS PPI et suivi évaluation ODR 1987)

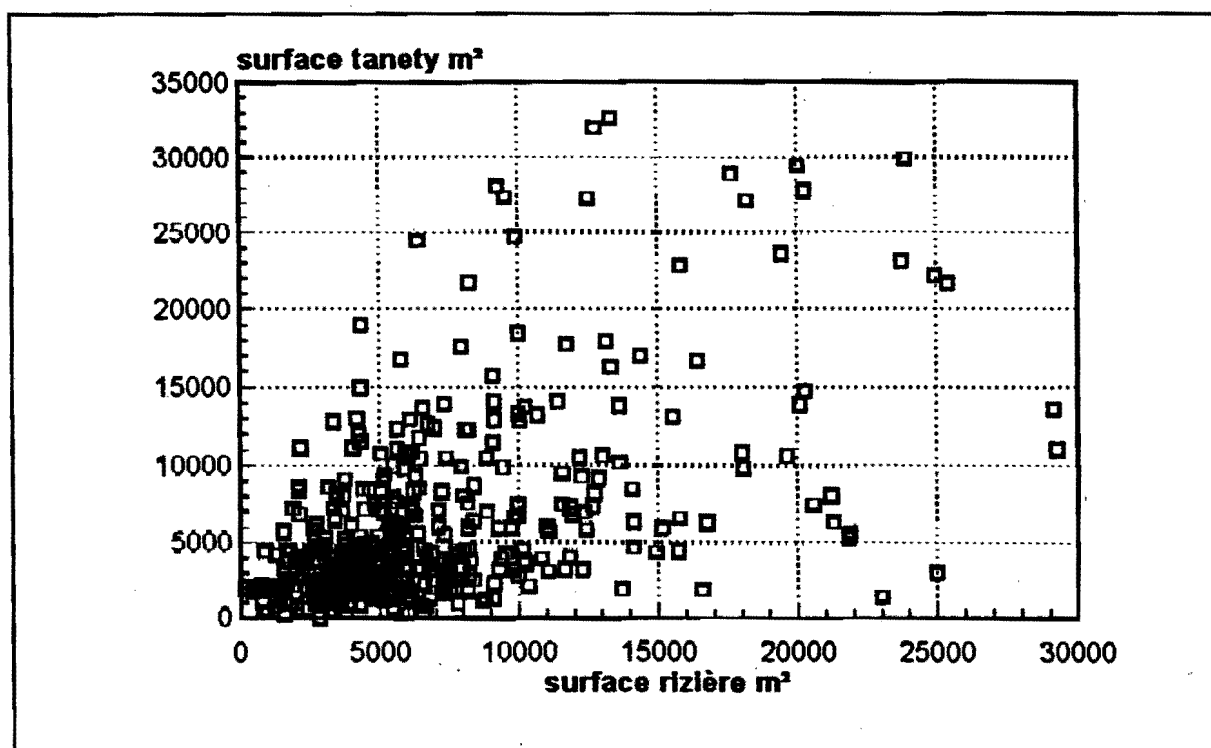


Figure 8 représentation des exploitations dans un plan surface en rizière - surface en tanety (données suivi évaluation ODR 1987)



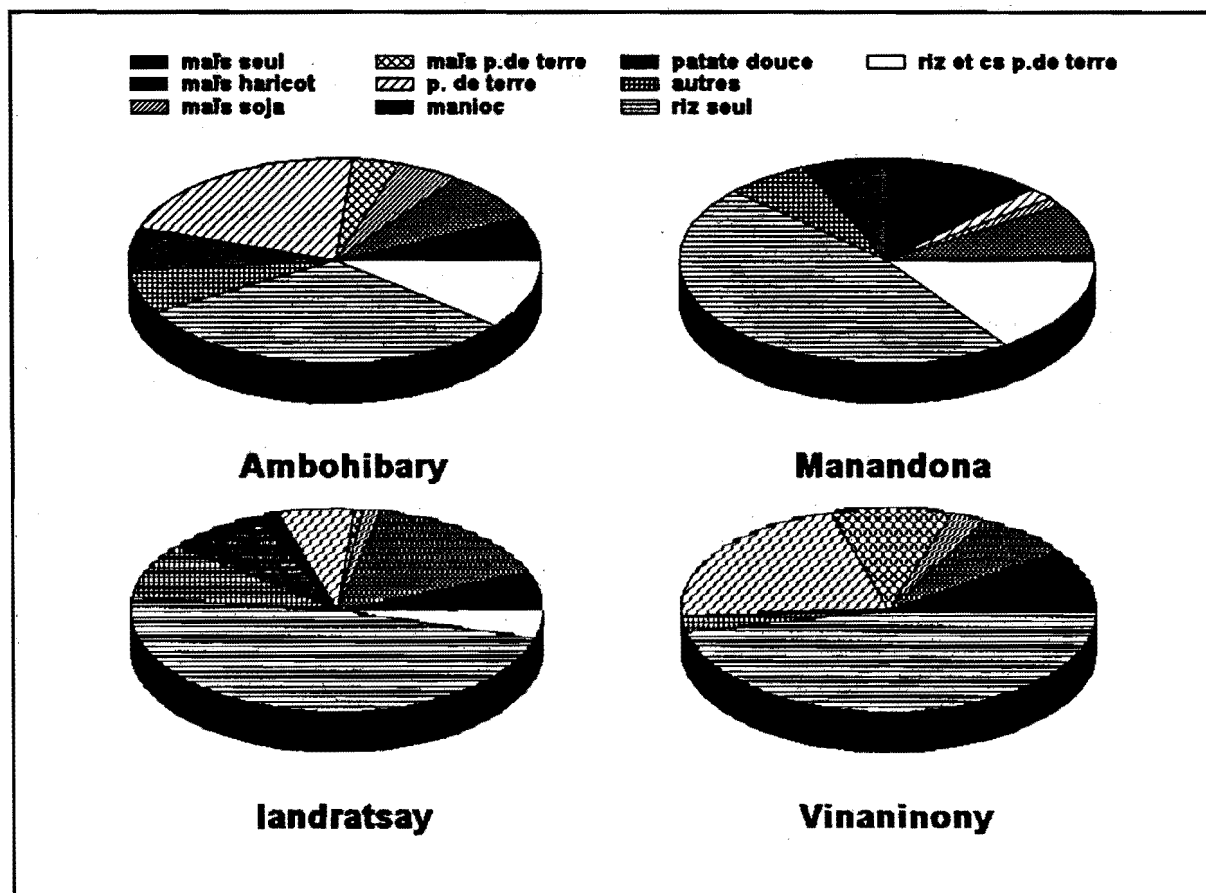
La disponibilité en foncier irrigué par personne expliquera aussi une affectation de la force de travail. Lorsque le foncier irrigué est exigü mais que les surfaces en culture pluviales sont importantes, cette force de travail se reportera sur les cultures pluviales. Si les surfaces exondées sont elles aussi limitées, il faudra vendre cette force de travail, trouver une autre activité ou penser à partir.

L'étude des proportions tanety sur rizière laisse apparaître des différences selon les échantillons. Cette différence tient essentiellement au fait que dans l'échantillon de l'ODR, les parcelles en jachère ou en friche n'ont pas été prises en compte alors qu'elles l'étaient dans les autres échantillons.

Le graphique mettant en relation surface cultivée en rizière et surface cultivée en tanety par exploitation permet de bien comprendre les différences de stratégies qui peuvent exister entre des exploitations à grande surface en rizière - faible surface en tanety, grande surface en tanety - faible surface en rizière. La proportion importante d'exploitations possédant de petites surfaces en rizière et en tanety est aussi mise en évidence.

#### 4.2.4 Diversité des systèmes de culture exondée

Les objectifs assignés à la production de culture exondées peuvent être très différents selon les régions et, à l'intérieur d'une région entre exploitations. Il peut en effet s'agir d'un complément au riz dans l'alimentation humaine, d'une source de revenus monétaires, de ressources pour l'alimentation du bétail ou simplement d'une occupation foncière. Selon l'écologie de la région, la place dans le paysage ou dans la saison, les besoins d'autoconsommation ou de trésorerie, des différences pourront être trouvées.



La diversité est tout d'abord liée à la place des cultures exondées dans le système de production. Il n'existe pas d'exploitation ne cultivant que des terres irriguées pas plus qu'il n'existe des exploitations d'élevage pur. Les variations importantes dans la proportion surface de tanety / surface de rizière sont démontrées (figure). Cette proportion ne semble généralement pas liée à l'appartenance à un périmètre ou à un autre mais plutôt à l'histoire de l'exploitation et des équilibres qui ont été recherchés<sup>181</sup>. Enfermé dans sa gouttière entre le massif quartzitique de l'Ibity et les reliefs migmatitiques, le périmètre de Manandona

<sup>181</sup> Raison (1972) montre pour l'Imerina central qu'en fonction des périodes, les équilibres entre cultures pluviales et cultures irriguées ont été très différents.

représente une exception par la faible possibilité d'extension des cultures de tanety. En moyenne, 38 % des surfaces de l'exploitation sont en tanety contre 56 % à Ambohibary, 54 % à Vinaninony et 48 % à landratsay.

Cette faible disponibilité en tanety cultivables est d'ailleurs une des explications donnée à l'importance du développement des cultures de contre saison à Manandona.

Il s'agit d'une interaction supplémentaire entre cultures pluviales et irriguées.

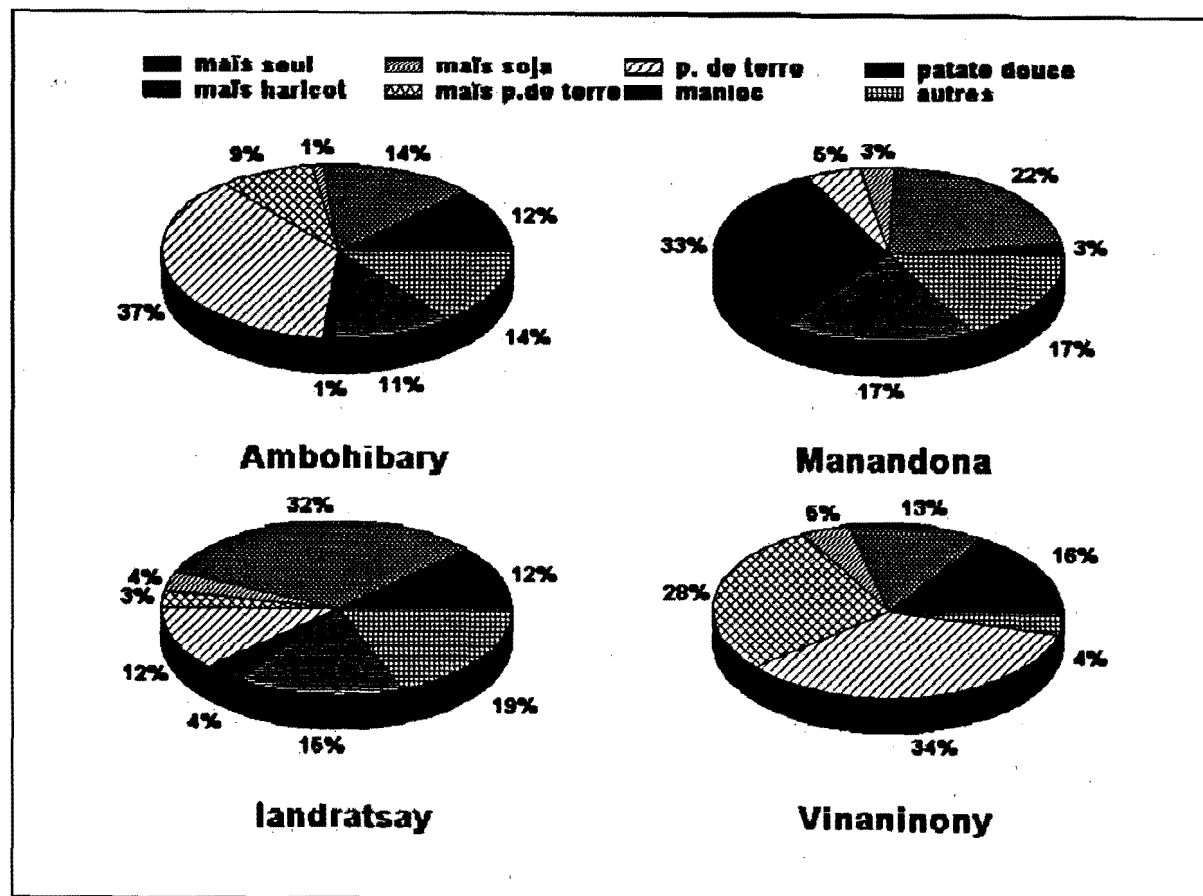


Figure 10 principales associations rencontrées sur tanety en 1987

La diversité entre périmètres est manifeste dans les proportions des associations de cultures pratiquées par les paysans (cf figures). L'examen des principales associations rencontrées sur tanety en 1987 fait apparaître un gradient altitudinal très net notamment pour les tubercules. La pomme de terre remplace le manioc lorsque l'on monte en altitude. En culture pure ou en association avec le maïs, elle représente 62 % des surfaces de tanety à Vinaninony, 46 % à Ambohibary contre 15 % à landratsay et 5 % à Manandona (cf figure). La pomme de terre devient inexistante dans les cultures pluviales des régions d'altitude plus basse telle que Soavina. La relation entre les proportions de manioc et de pomme de terre dans les cultures de tanety s'explique, bien évidemment, par des raisons écologiques.

Le manioc est une plante essentielle des systèmes de production lorsque l'altitude descend en dessous de 1500 mètres ce qui n'empêche pas qu'il soit possible de le rencontrer dans des

conditions écologiques marginales jusqu'à 1700 mètres (Ambohibary). Le cycle devient alors très long et la production très faible.

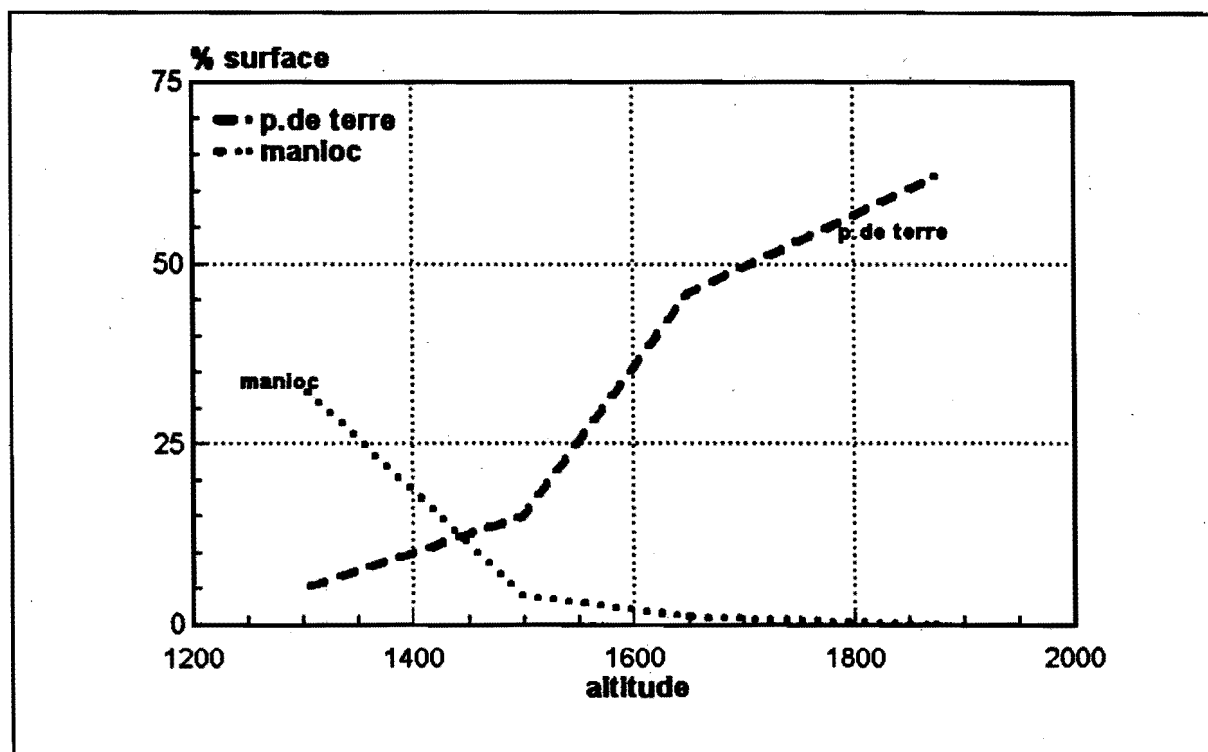


Figure 11 relation entre l'altitude et la proportion de différents tubercules dans les surfaces de culture pluviale (source APS PPI)

Un deuxième facteur de différenciation apparaît avec le maïs<sup>182</sup>, principale culture pluviale dans la plupart des exploitations: cultivé seul ou en association avec le haricot, le soja, la pomme de terre ou encore dans des combinaisons complexes faisant intervenir d'autres cultures il est retrouvé dans des proportions qui peuvent varier de 62 % des surfaces en tanety à Vinaninony à 28 % à Manandona.

Le maïs peut relever de stratégies intensives: certains paysans ont manifesté un grand intérêt lorsque la société AGRICO a proposé des semences de maïs hybride "produisant 10 tonnes par hectares". Ces paysans ont d'ailleurs été déçus lorsqu'ils se sont aperçu de la difficulté de produire ces 10 tonnes dans les conditions du Vakinankaratra. Néanmoins les rendements de 3 tonnes par hectare ne sont pas rares en conditions favorables.

Le maïs peut également relever de stratégies extensives d'occupation foncière sans même rechercher une production. Pour ces maïs qui réalisent tout leur cycle sans produire, c'est comme si, à l'instar des arbres bonsaï, on réunissait toutes les conditions gênant leur développement. Au lieu de leur couper les extrémités des racines, on s'abstient simplement

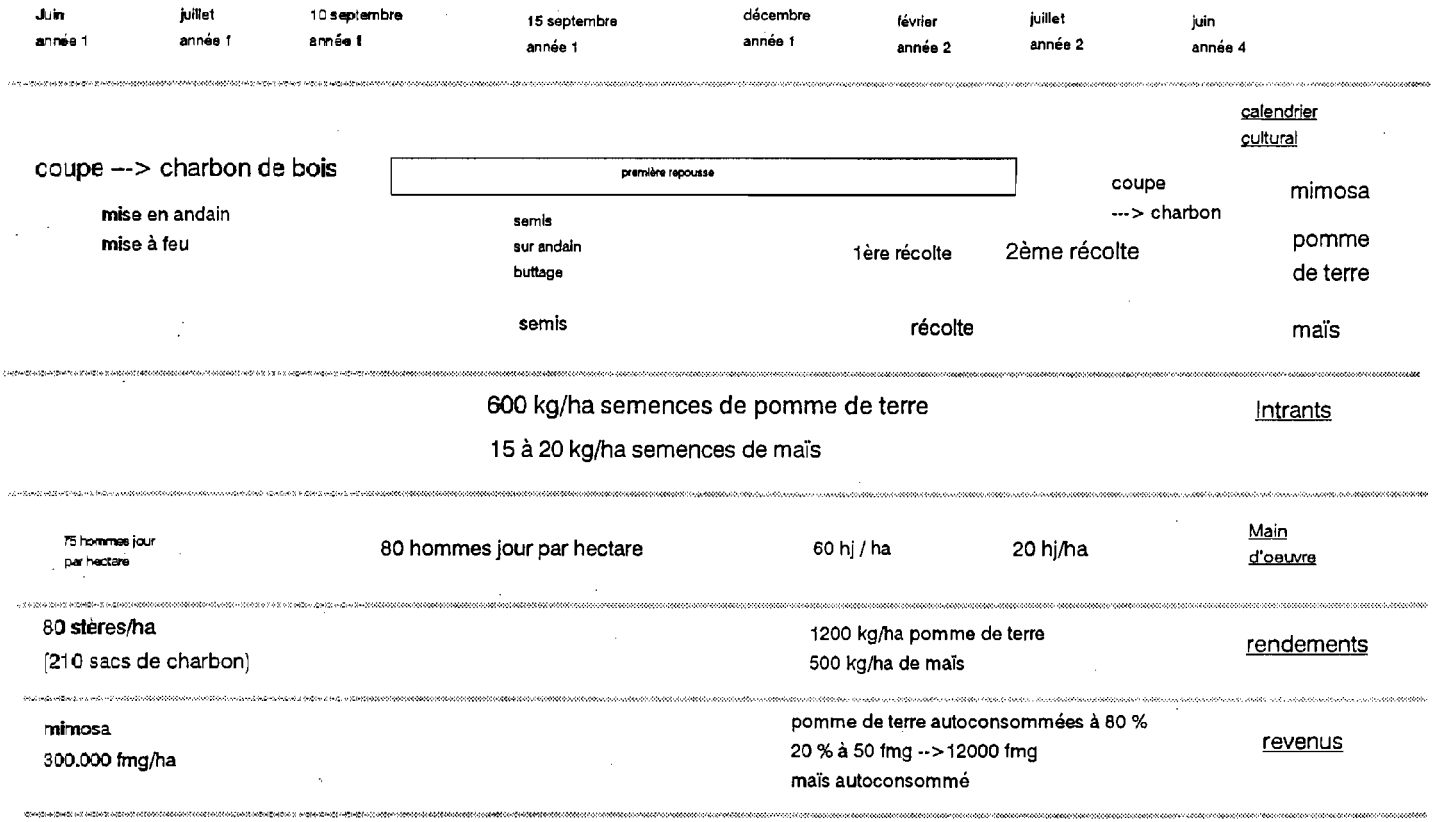
<sup>182</sup> le maïs est cultivé pour l'alimentation humaine (50 %), animale (50 %) et pour la vente si des excédents de production peuvent être dégagés ou si des besoins immédiats apparaissent.

de leur donner les conditions leur permettant d'avoir l'eau et les éléments minéraux nécessaires à leur croissance.

Un autre système extensif "d'abattis brûlis" a été décrit par Borie (1989). Fréquemment rencontré dans l'Ankaratra, il consiste en une culture de pomme de terre et de maïs dans la coupe d'un taillis de mimosa (*Acacia dealbata*) qui sera transformé en charbon de bois. La pomme de terre et le maïs sont semés entre les souches de mimosa sur des billons plus ou moins alignés et bénéficient pour toute fumure des cendres obtenues en brûlant les petites branches et les feuilles de mimosa. Si la pomme de terre et le maïs produits ainsi contribuent, malgré de faibles rendements, à l'alimentation de la famille, c'est le charbon de bois qui procure l'essentiel des revenus de ce système dont la période est généralement de quatre années (cf figure).

La diversité des systèmes de cultures exondées est enfin liée à la place des parcelles dans le paysage: les parcelles situées en bas de versants (sur colluvions) ou à proximité de l'habitat sont généralement plus intensivement cultivées que les autres parcelles qui ne reçoivent que peu de fumures et de soins. Les cultures de tanety servent souvent à l'exploitant pour obtenir l'équilibre alimentaire ou de trésorerie pour sa famille. S'il reste de la force de travail disponible et qu'un de ces deux équilibres n'est pas atteint, il mettra en valeur ou défrichera de nouvelles parcelles qui présenteront bien souvent de plus faibles aptitudes à la production que les parcelles précédentes. C'est ainsi que les comparaisons diachroniques réalisées par Borie (1989) sur des photographies aériennes de 1965 et 1986 montrent une très forte augmentation des surfaces de tanety cultivées alors que les surfaces en rizière n'ont que peu augmenté. C'est aussi ce qui explique l'engouement pour des cultures pluviales lorsque les techniques sont maîtrisées, l'approvisionnement et la commercialisation à un prix rémunérateur assurés.

Figure 12 Système mimosa - pomme de terre - maïs



Système agro forestier traditionnel  
mimosa pomme de terre maïs  
Ankaratra d'après Borie (1989)

### 4.3 DIVERSITÉ LIÉE À L'ÉLEVAGE

Peu de monographies décrivant l'élevage de la région sont utilisables. Les rapports des Circonscriptions de l'élevage sont la plupart du temps incomplets, imprécis et beaucoup plus portés sur la description des interventions curatives que sur l'appréciation du cheptel, de son évolution et de ses problèmes. Des éléments sur une partie de la région concernant le lait peuvent être trouvés dans les rapports de FIFAMANOR, Tombotsoa, SMPL ...

L'élevage, en apportant travail, alimentation, argent, fumier ainsi que les autres sous produits (corne, cuir...) intervient de façon prépondérante sur la gestion de la fertilité comme sur les autres aspects de la vie de l'exploitation.

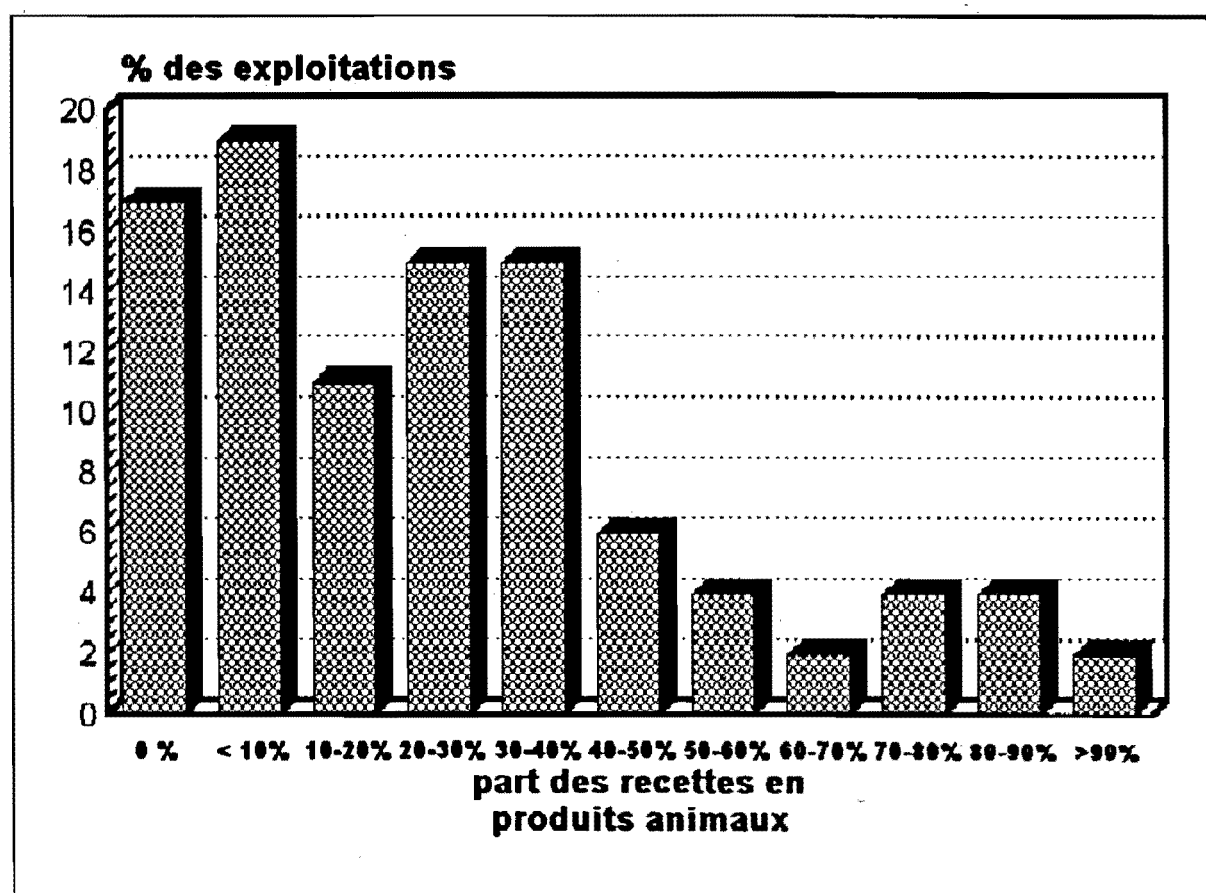


Figure 13 part des recettes constituées par les produits animaux dans les recettes totales de l'exploitation (source RD PPI)

Les aspects financiers, qui sont les plus importants dans beaucoup de cas, seront examinés dans la partie réservée à l'étude du financement des activités de l'exploitation. La diversité de l'importance de l'élevage dans les exploitations peut cependant être présentée par la proportion des recettes de l'élevage dans les recettes totales de l'exploitation:

17 % des exploitations n'ont aucun revenu provenant de l'élevage. Pour une proportion à peu près comparable, l'élevage représente l'essentiel (plus de 50%) des revenus. Il est bien évident que le fonctionnement de ces deux types d'exploitation sera très différent <sup>(183)</sup>. La fonction épargne doit, bien entendu, être aussi considérée.

L'abondance de l'élevage détermine avec le mode de fabrication du fumier les quantités de matière organique disponibles. Les animaux les plus importants pour la production du fumier sur les Hautes Terres sont les bovins et les porcins. Les petits ruminants sont en effet quasiment absents.

**Tableau 5 Répartition des exploitations selon l'élevage des bovins et des porcins**

	APS 4 PPI	APS 9 PPI	Suivi évaluation ODR
<b>Bovins</b>	39 %	48 %	51 %
<b>Bovins et porcins</b>	11 %	7 %	16 %
<b>Porcins seuls</b>	22 %	14 %	8 %
<b>Sans bovins ni porcins</b>	28 %	31 %	25 %

La proportion d'exploitation sans bovin ni porcine est comparable dans les sources d'information (25 à 31%). La non disposition de fumier entraîne des difficultés importantes de gestion de la fertilité, contraignant notamment à trouver d'autres solutions (cf les pratiques paysannes de gestion de la matière organique).

Les exploitations possédant bovins et porcins ont une orientation élevage généralement bien affirmée.

**Quels que soient les élevages pratiqués, des différences très importantes existent entre zone et à l'intérieur des zones, entre exploitation pour l'accès à l'amélioration génétique, aux achats d'aliments concentrés, à la prophylaxie ou aux traitements curatifs.**

#### **Les souhaits exprimés pour le développement de l'élevage**

Des divergences sensibles apparaissent également dans le rôle que les exploitations voudraient donner à l'élevage et dans les activités qu'ils voudraient développer pour cela. Ces questions ont été posées lors des enquêtes des Avant Projets Sommaires avant la réhabilitation des périmètres du Vakinankaratra.

La première information concerne la faible proportion de paysans qui ne veulent pas étendre leur élevage. Ils sont moins de 3 % pour l'ensemble des périmètres. A Ambohibary, comme sur le périmètre d'Iandratsay, c'est l'élevage porcine que les paysans souhaitent développer (respectivement 34 et 39 % des souhaits exprimés). La proportion est seulement de 20 % à Vinaninony car c'est surtout les bovins que concernent les souhaits des habitants, en partie

<sup>183</sup> Pelissier (1976) avait compris l'importance que pouvait revêtir l'élevage pour l'intensification des systèmes de production. Dans son analyse sur "les riziculteurs des Hautes Terres malgaches et l'innovation technique", il conclut: "A moyen terme, ce sont sans nul doute ses produits (de l'élevage) qui sont en mesure d'assurer les revenus les plus substantiels".



pour l'élevage laitier (plus de 39 % des souhaits) et en partie pour le travail et la viande (21 %). A Ambohibary, si l'on ajoute l'élevage pour le lait (8 % des souhaits) aux 36 % des souhaits qui concernent le reste de l'élevage bovin, l'élevage porcin rétrograde en deuxième position.

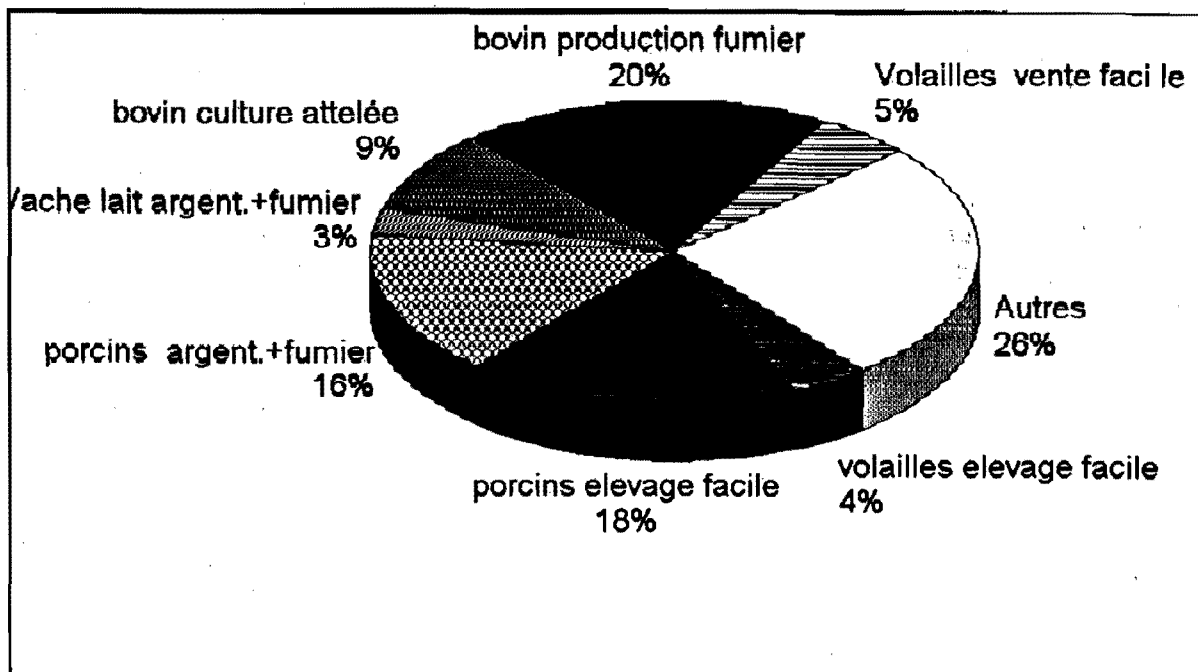


Figure 14 Elevages que les paysans d'Ambohibary souhaitent développer et raison de ce choix (données APS PPI)

Les souhaits de développement de l'élevage de basse cour (poules pondeuses, poules et poulets de chair, autres volailles ne recueillent que des valeurs allant de 9 % à Ambohibary jusqu'à 25 % à Iandratsay. Pour expliquer ses vœux, le paysan évoque surtout le fumier<sup>184</sup> (52 % des réponses à Ambohibary, 30 % à Vinaninony) et l'argent (56 % des réponses à Iandratsay). La facilité de l'élevage est souvent évoquée en particulier pour les porcins et les volailles.

Les pages suivantes pourraient donner l'impression d'un catalogue où sont décrites, les unes après les autres, les espèces animales. Cette présentation reste la seule opérationnelle à cause de l'importance des différents types d'élevage cités, de leur incidence sur le mode de gestion de la fertilité et de la forte déconnexion existant entre types d'élevage<sup>185</sup>.

<sup>184</sup> ce qui n'est pas sans rappeler les paysans du Rwanda qui, convaincus de la nécessité du fumier pour l'agriculture ou sensible à la propagande nationale, répondaient invariablement qu'ils pratiquaient l'élevage pour avoir ce fumier. A Madagascar, la pression exercée par les autorités gouvernementales sur ce sujet est quasi inexistante.

<sup>185</sup> mise à part l'opposition entre bovins laitiers et embouche extensive .

### 4.3.1 L'élevage bovin

Le boeuf a toujours été vénéré par les malgaches comme la principale richesse et la victime indispensable pour tous les rites religieux: naissance circoncision, mariage, enterrement "famadihana", pour apaiser la fureur des esprits et se concilier la faveur de tous ces êtres invisibles qui se plaisent à tourmenter l'être vivant, à lui jeter des sorts, des maladies, à contrecarrer la bonne réussite de ses projets, de ses voyages... Les cérémonies s'accompagnent de consommation impressionnante de viande. Certaines hécatombes<sup>186</sup> restent dans les mémoires. Les vols de boeufs constituent dans certains endroits une véritable institution handicapant grandement toute possibilité de développement. Le rôle essentiel des bovins pour le piétinage des rizières a fortement diminué au cours des dernières décennies pour évoluer vers la production laitière et la traction des charrettes, charrues et herses<sup>187</sup>.

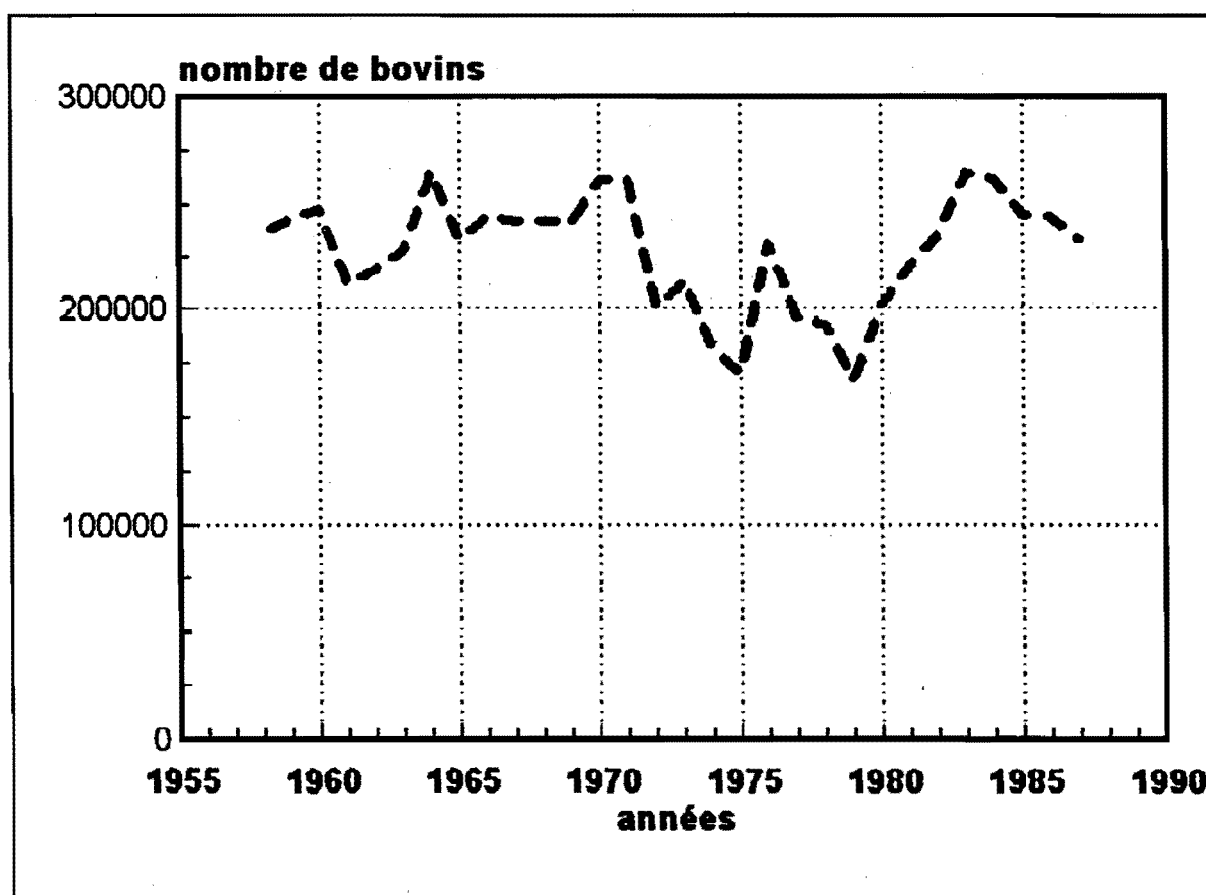


Figure 15 évolution de l'effectif bovin dans le Vakinankaratra

<sup>186</sup> au sens étymologique du mot.

<sup>187</sup> Gillain (1984) tout en précisant que le piétinage fatigue beaucoup les boeufs et n'est pas recommandé décrit l'exception rencontrée à Ambatolampy alors que le labour à l'angady ou à la charrue est devenu la règle générale: "En 1970 - 1975, il (le piétinage) se maintenait à Ambatolampy (...) sur le passage des boeufs venant du sud pour l'abattoir de la capitale. Les paysans achetaient ces boeufs et les mettaient immédiatement au piétinage: ils revendaient immédiatement ceux qui se fatiguaient vite; ils épuisaient les autres au piétinage puis les mettaient à l'engrais (boeuf de fosse) et bénéficiaient d'une rapide croissance compensatrice".

## Evolution dans le temps

En 1909, les statistiques du nombre de bovin dans le Vakinankaratra annonçaient 157 845 (73 589 en 1901 source rapport annuel de Madagascar) alors que les valeurs actuelles varient de 180 000 à 250 000. L'évolution de l'effectif dans le temps peut être appréciée grâce à la figure: le nombre de bovins est globalement stable au cours de 35 dernières années avec deux baisses d'effectif marquées en 1975 et 1979. Le coefficient de variation de 12 % masque mal une variabilité interannuelle qui peut être relativement forte<sup>188</sup>.

Il est possible d'apprécier avec les cartes les évolutions dans le temps et dans l'espace de la possession de bovins. Il existe des différences importantes entre les Fivondronana du point de vue du nombre initial de bovin par personne (de 0.13 à 1.8 bovin par personne) mais également du point de vue de l'évolution qui va tantôt vers l'accroissement (Antanifotsy) tantôt vers une diminution (particulièrement visible à Ambatofinandrahana 1.78 en 1973, 0.76 en 1984, 0.70 en 1990). Certaines raisons sont connues: la diminution observée dans le moyen ouest est due aux vols (*dahalo*) ainsi qu'aux problèmes de santé animales. Les augmentations sont dues au développement de l'élevage laitier.<sup>189</sup>

La situation semble devenir moins inégalitaire avec un accès pour plus d'exploitations à l'élevage bovin. Les troupeaux deviennent moins importants en effectif par exploitation mais plus nombreuses sont les exploitations qui en possèdent. Rasoloarimalala explique que le creux remarqué surtout dans la circonscription d'Ambositra en 1984-1985 est expliqué par la désorganisation du système judiciaire face aux vols de boeufs dans le faritany de Fianarantsoa à cette époque. Il ne semble pas que les mesures prises à partir de 1985 aient été suffisantes pour permettre une remontée des effectifs. L'usine Hodima<sup>190</sup> (*hoditra malagasy*) n'a jamais fonctionné et n'a donc jamais pu jouer de rôle pour développer l'élevage bovin.

## Evolution dans l'espace: Coexistence de systèmes intensifs et extensifs

La carte "bovins dans le Vakinankaratra" montre une répartition plus équilibrée que la densité de population (cf carte de densité de population). Cette répartition égalitaire dans l'espace résulte en fait de combinaisons de systèmes d'élevage bien différents.

<sup>188</sup> Dans cette partie, une comparaison diachronique sera réalisée avec les sources d'information disponible sur l'élevage (cf 2.2 les méthodes). Données en annexe.

<sup>189</sup> Il faut noter la qualité de l'approximation des enquêtes 1973-1974 et du recensement national de 1984-1985: lorsque les données sont comparées aux recensements de la Circonscription de l'élevage, les résultats suivants apparaissent: à Antsirabe en 1974  $0.36 * 525\ 000$  habitants ruraux = 189 000 bovins contre 182 000 (Cirelva) en 1984  $0.37 * 704\ 000$  habitants ruraux = 267 500 bovins contre 261 500 (Cirelva) L'écart est seulement de 4 % dans le premier cas, de 2.3 % dans le second.

<sup>190</sup> Production de cuir pour l'exportation: "éléphant blanc" installé à Ambositra en 1979.

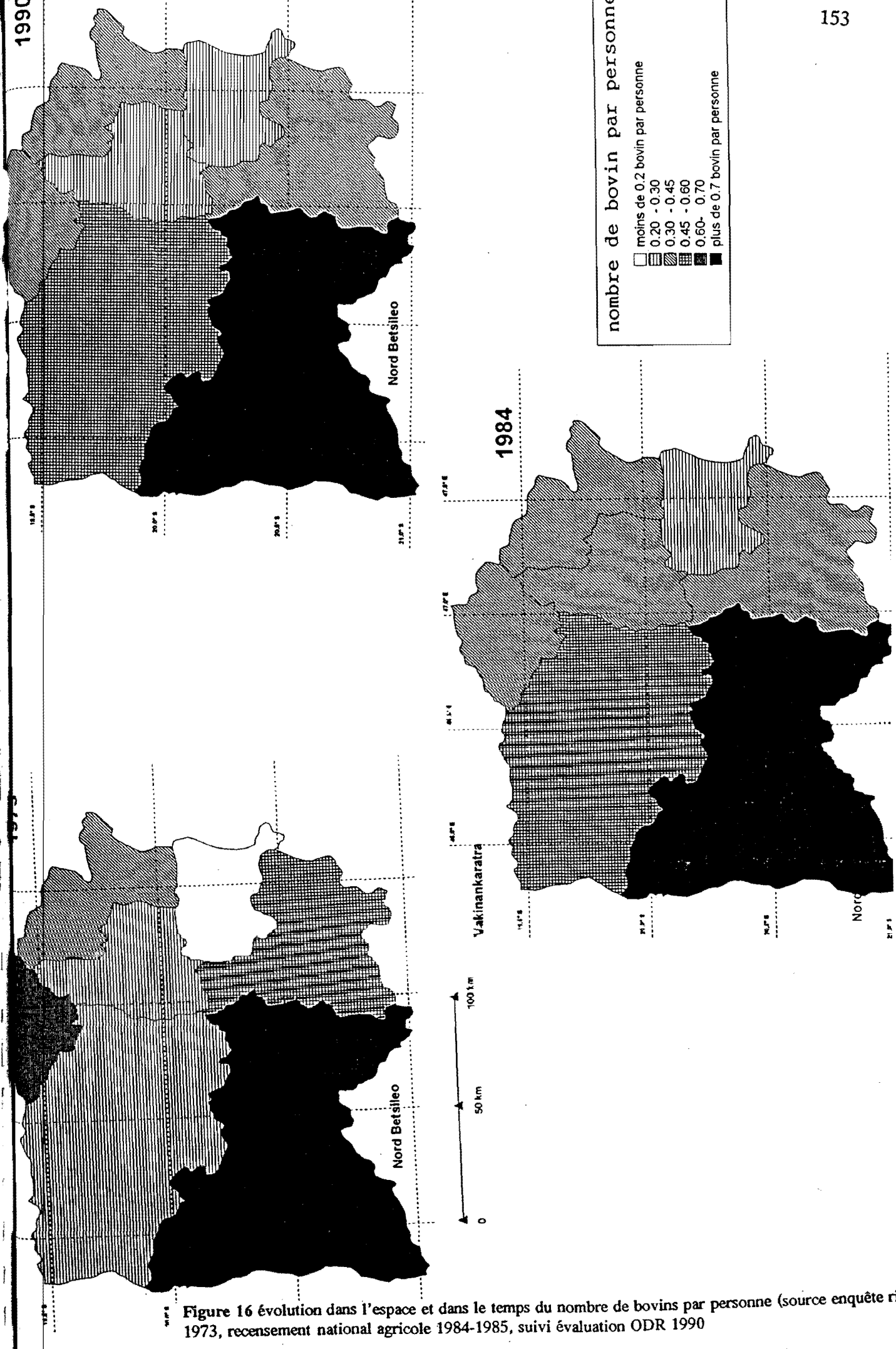


Figure 16 évolution dans l'espace et dans le temps du nombre de bovins par personne (source enquête ri 1973, recensement national agricole 1984-1985, suivi évaluation ODR 1990)

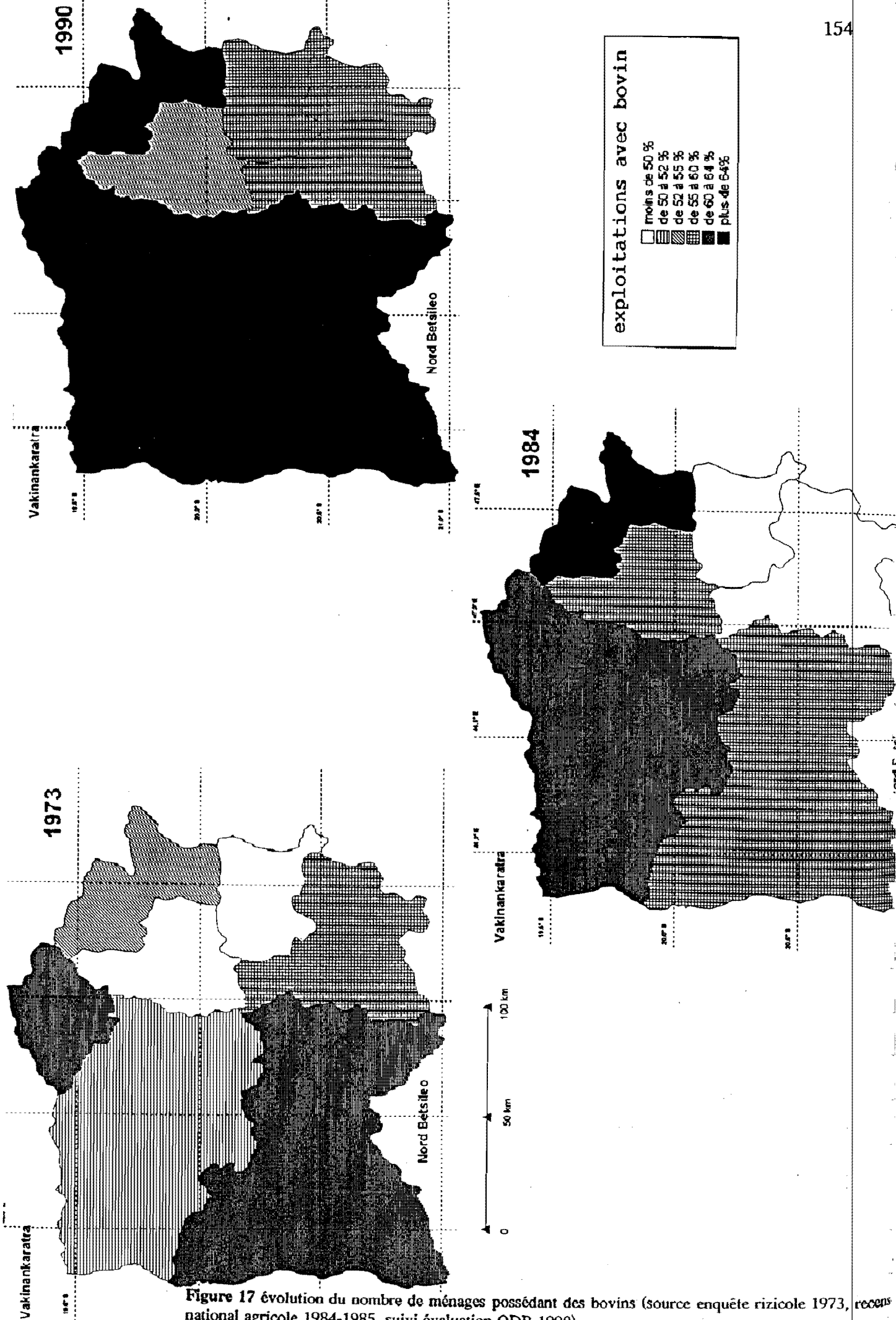


Figure 17 évolution du nombre de ménages possédant des bovins (source enquête rizicole 1973, recensement national agricole 1984-1985, suivi évaluation ODP 1990)

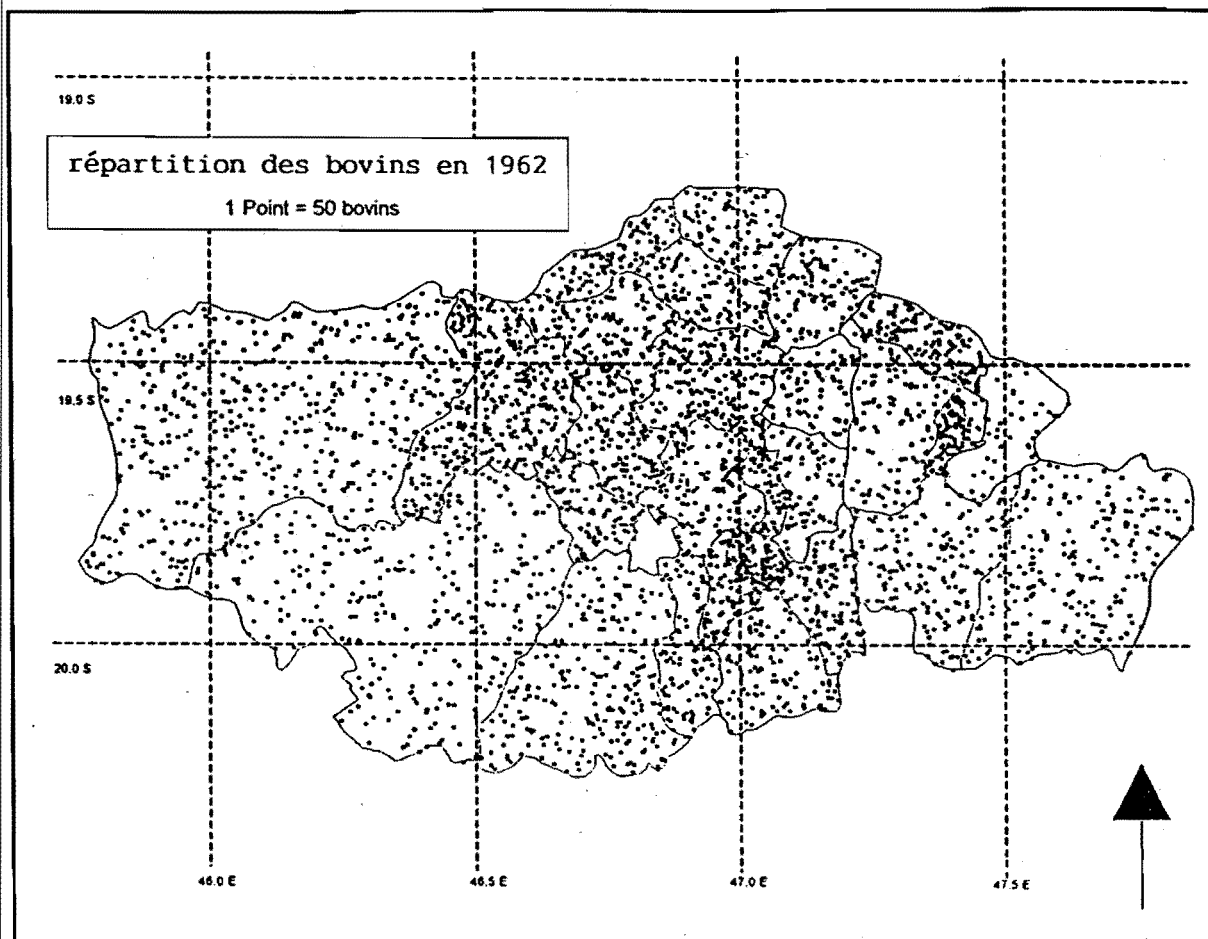


Figure 18 Carte de répartition des Bovins dans le Vakinankaratra

L'élevage extensif du Moyen Ouest où la faible présence humaine permet de disposer de surfaces importantes de pâturages (de qualités souvent médiocre<sup>191</sup>). Cet élevage n'a pas beaucoup évolué par rapport à l'élevage traditionnel qui était ainsi décrit par les services vétérinaires à la fin de la deuxième guerre mondiale:

*Aucun soin ne préside à leur entretien. Aucune sélection n'est jamais pratiquée dans les troupeaux. Ceux ci vivent en mélange: taureaux, vaches mères, vaches nourrices, boeufs castrés, génisses, taurillons et veaux. La reproduction s'effectue au hasard des rencontres, en liberté au pâturage; elle est d'ailleurs aussi fréquemment le fait des saillies des jeunes taurillons que de celles du taureau spécialement choisi par le propriétaire comme le chef du troupeau. La faute primordiale est due, le plus souvent à la routine de l'éleveur qui s'obstine, contre toute donnée zootechnique à ne pratiquer la castration des mâles qu'à partir de 2.5 ans, 3 ans, 3.5 ans, 4 ans même.*

<sup>191</sup> La savane des tanety (...) n'est d'une part d'aucune valeur en saison sèche, souvent pendant six mois et pour quatre mois au minimum, lorsque des feux ont été pratiqués en juillet août. Mais d'autre part, même en saison des pluies, l'herbe des plateaux, bien suffisante en quantité puisque soixante ares assureraient l'alimentation d'un bovin adulte, n'est pas de qualité satisfaisante: les bêtes ont besoin d'un complément d'herbes plus riches qu'elles trouvent dans les bas fonds. Le pâturage des tanety a en effet un taux trop faible de matières azotées par U.F., tandis que, de surcroît, son coefficient d'encombrement ne permet pas au bétail de brouter pour équilibrer sa ration" Raïson, 1984 p 339.

*Aux âges avancés, il y a longtemps que les facultés génésiques se sont éveillées et traduites par des fécondations intempestives, alors que les qualités individuelles de ces géniteurs ne les qualifiaient nullement pour ce rôle important de procréateurs.*

*Le chef du troupeau lui même n'est pas toujours choisi d'après les principes les plus rigoureux de la sélection et trop souvent, son propriétaire l'élève à ce haut rang simplement parce que la couleur d'une robe, la forme des cornes ou de la bosse, un son de voix lui plaisent plus particulièrement." (Service vétérinaire, 1946)*

Un élevage plus intensif consacré à la production laitière, aux boeufs dressés ou à l'engraissement en fosse.

Il n'existe pas de cassure brutale entre l'intensif et l'extensif. Même la différence entre zébu<sup>192</sup> et taurin passe par tous les degrés de métissage<sup>193</sup> et l'on est parfois surpris par un caractère normand, frison ou brun des alpes chez un zébu proche de la race pure.

Les métings<sup>194</sup> se sont faits au moyen des migrations régulières des troupeaux qui alimentent Ambositra, Antsirabe et Tananarive à partir du Moyen Ouest et du Sud Ouest (Cf carte des circuits de transaction). Ces circuits existaient autrefois pour l'approvisionnement des grands notables merina qui habitaient à Tananarive puis pour les usines de corned beef qui ont joué un rôle important pendant les deux guerres mondiales. On peut toujours voir ces troupeaux, qui comptent souvent plusieurs centaines de têtes, remonter vers le Nord. D'autres animaux sont transportés en camion.

C'est un des moyens courant d'approvisionnement et de renouvellement du cheptel pour les exploitations. Les habitants de Soavina profitent des passages réguliers de ces troupeaux en provenance de l'ouest pour recevoir deux taurillons en échange d'un boeuf de labour bien amorti qu'ils auront pris soin de "remettre en état" auparavant. Les taurillons seront castrés et dressés avant d'être mis au travail.

<sup>192</sup> La race "zébu malgache" est ainsi décrite: "animal eumétrique, rectiligne, brachycéphale, aux cornes à section circulaire en forme de lyre. Sa bosse volumineuse lui donne un silhouette caractéristique. Sa taille maximum est d'environ 1.35 mètre à 1.40 mètre pour les mâles et 1.3 mètre pour les femelles. Musculature développée mais avec prédominance de l'avant train par rapport au train extérieur qui est court et étiré. Le poids vif atteint, dans les conditions naturelles d'élevage 350 à 400 kg chez le taureau et 250 à 300 kg chez la vache. La robe est foncée en général noire ou pie noire, parfois rouge ou pie rouge". (Scherer, 1966).

<sup>193</sup> Les sanga sont les intermédiaires résultant du croisement entre zébus pourvus de bosse et taurins sans bosse (Pagot, 1985). Dans certains périmètres comme Ambohibary, les caractères taurins dominent très largement les caractères zébus. Le zébu malgache a été introduit par les immigrants venus d'Indonésie via les Indes, l'Arabie et l'Afrique Orientale. Le mot malgache désignant le boeuf "omby" est cependant d'origine bantoue et non asiatique (Pagot, 1985).

Les animaux issus de croisement avec des races européennes pour améliorer la production laitière sont appelés "omby rana".

<sup>194</sup> Il faut aussi citer la race "renitelo" (trois mères) originaire du centre de Recherche Zootechnique de Kianjaosa. Il s'agit d'une race fixée constituée approximativement de 50 % Afrikander, 25 % zébu malgache et 25 % limousin nettement supérieure au zébu pour le format (150 à 200 %), la croissance (180 % à 1 an, 155 % à 36 mois) et la conformation (culotte bien rebondie) avec une aptitude laitière de 600 à 900 kg, très recherchée par les paysans pour la traction, cf tableau puissance des attelages source CEEMAT cité par Pagot, 1985

paire	poids	âge	effort moyen	effort max	vitesse	puissance	travail H/J
zébu malgache	650	4-5 ans	80 kg	150 kg	2.5 km/h	56 kg/m/s	4h45
renitelo	1110	5.5 ans	150	360	2,9	120	3h40

Fsiromandiky

vers Antananarivo

Soavinandriana

46.0° E

46.5° E

47.0° E

47.5° E

Vakinankaratra

19.0° S

Mandoto

de Mlandrivazo

Faratsiho

Vinatinony

Antsirabe

vers Marolambo  
Nosy Vavika  
Mahanoro  
Vatomandry

20.0° S

Soavina

Ambositra

de Mahabo  
Andilrazo  
Malalambady

Nord

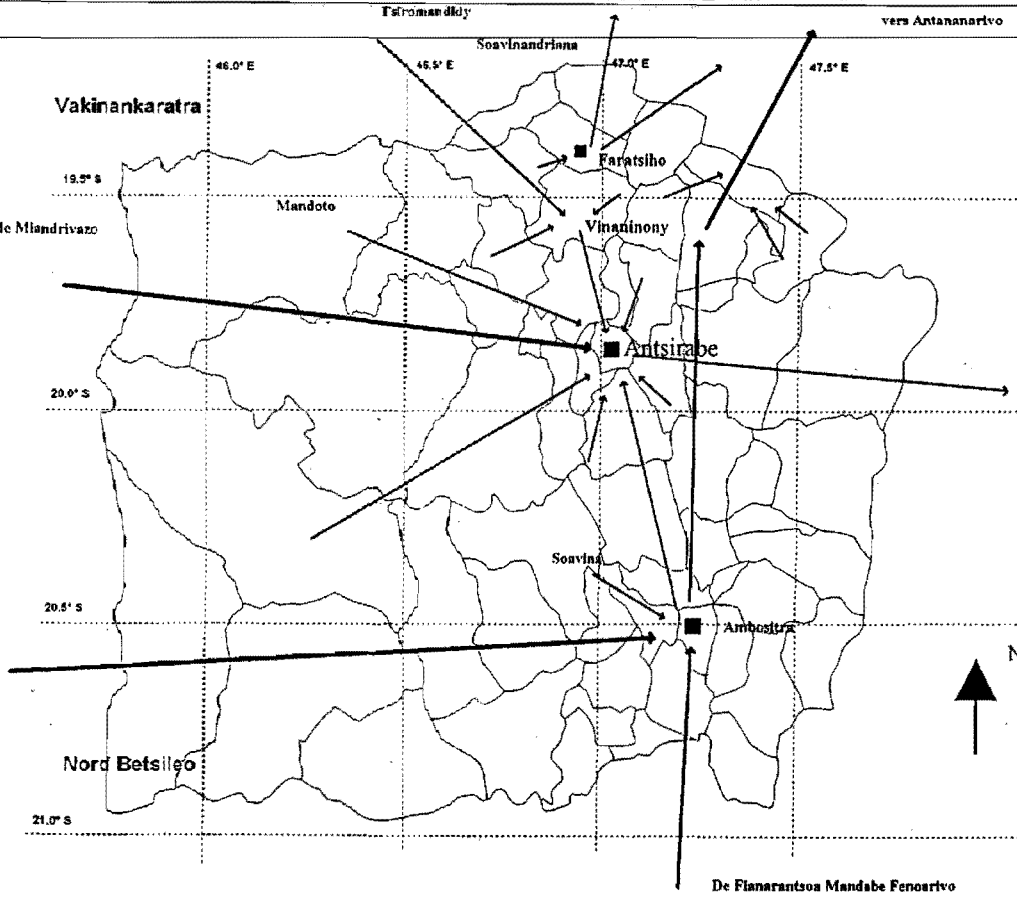
Nord Betsileo

21.0° S

De Fianarantsoa Mandabe Fenoarivo

0 50 km 100 km

Figure 18 Carte des circuits de transaction des bovins





Un circuit comparable est retrouvé à Vinaninony: les habitants du sud-est de Madagascar vont travailler dans la région du lac Itasy ou même jusqu'à Majunga et ne concevraient pas de redescendre sans une épargne transformée en un troupeau bovin qui subit des modifications (achats, échanges) tout au long de la route.

Les marchés aux bestiaux sur les périmètres sont d'ailleurs très actifs: à Vinaninony, une moyenne de 1000 veaux et velles, 800 vaches laitières, 2500 boeufs dressés ou à dresser s'échange chaque année.

Les chiffres sont encore plus important à Ambohibary et, bien entendu, à Antsirabe:

Tableau 6 Bovins présentés au marché de Tsarazafy (Vinaninony)

	1990	1991	1992
Veaux et velles	1043	828	940
Vaches laitières	713	783	836
Bovin boucherie	50	50	125
Boeufs dressés	2263	2446	2685

Par opposition, le caractère taurin progresse surtout par les centres de monte<sup>195</sup> mis en place par les projets de développement de l'élevage laitier.

De 1950 à 1966, les races utilisées étaient la frisonne, la brun suisse et la normande (BCL bureau central laitier). La brune des Alpes a été ajoutée en 1966, la FFPN<sup>196</sup> en 1968 et la charolaise en 1970. La pie rouge Norvégienne a fait son apparition en 1974 alors que la SMPL (Société Malgache des Produits Laitiers) maintenait seulement la FFPN. Depuis 1984, seule la Pie rouge norvégienne est utilisée par FIFAMANOR et TOMBOTSOA, seuls organismes s'occupant de l'amélioration génétique bovine pour le lait.

### Les techniques d'élevage et types de production

La traite n'était pas pratiquée de façon traditionnelle. Les objectifs principaux étaient la viande et le travail (piétinage des rizières puis traction).

La possession de tel ou tel type de bovin participera de façon importante à la détermination d'un type de fonctionnement. L'analyse des données des différentes sources d'information donne les résultats suivants:

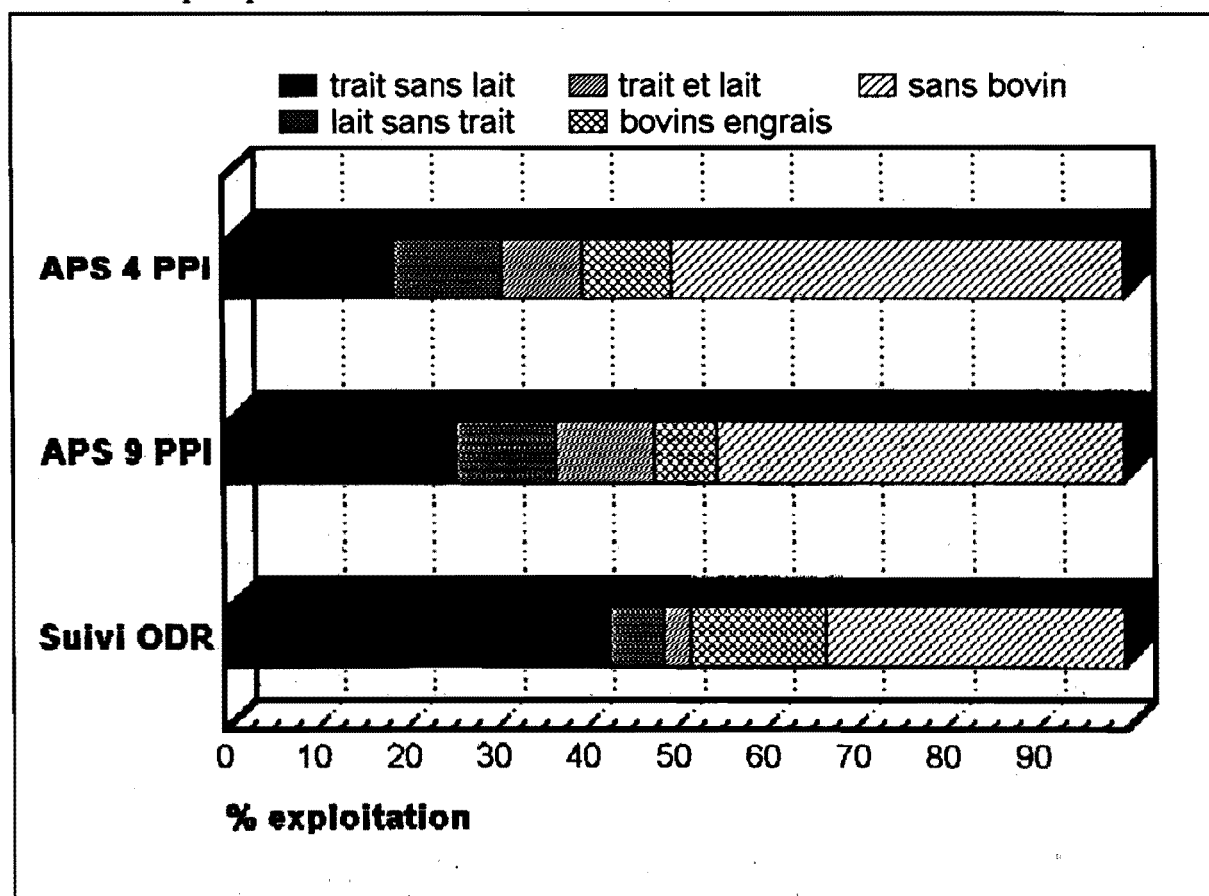
<sup>195</sup> L'insémination artificielle a été relativement peu utilisée: Le BCL a procédé à des inséminations de Normandes et de Frisonnes. De 1973 à 1986, seulement 1758 inséminations ont été enregistrées (Vea 1991 p 63).

<sup>196</sup> Frisonne Française Pie Noire.

Tableau 7 Répartition des exploitations selon l'élevage des bovins

	APS 4 PPI	APS 9 PPI	Suivi évaluation ODR
Trait sans lait	19 %	26 %	43 %
Lait sans trait	12 %	11 %	6 %
Trait et lait	9 %	11 %	3 %
bovins engrais	10 %	7 %	15 %
Sans bovins	50 %	45 %	33 %

Les animaux d'attelage constituent une part importante du troupeau bovin. Introduits dès le début de la colonisation française, la charrette puis la charrue et la herse ont entraîné petit à petit le remplacement des troupeaux aux effectifs abondants mais à la productivité faible par des animaux plus productifs en viande, travail ou lait.



La possession de boeufs de trait et du matériel qui y est lié est un critère essentiel de différenciation entre zones (la proportion d'exploitation possédant des attelages est très variable d'une zone à l'autre) et, à l'intérieur d'une zone, entre exploitation.

Des différences apparaissent entre les PPI (19 à 26 %) et l'ensemble de la zone (43 %) dont le suivi évaluation donne une représentation en prenant en compte le Moyen Ouest: le nombre d'exploitations sans bovins y est inférieur mais les exploitations avec du cheptel laitier sont plus concentrées sur les PPI.

La diversité entre zones peut être étudiée à travers les données du suivi évaluation de l'ODR sur la CIRVA d'Ambositra:

Tableau 8 Comparaison entre zone de la composition du cheptel bovin par exploitation (suivi évaluation 1987) Ambositra

Type bovin/ZDR	abs	sud	Fdr	nord	Fdr	sud	Soa		Atf		Abs	nord
		%tot		%tot		%tot		%tot		%tot		%tot
Total bovin	2,01		3,09		1,96		5,07		4,23		1,67	
total mâle	1,57	78%	1,61	52%	1,60	82%	3,28	65%	2,96	70%	0,99	59%
boeufs dressés	0,55	27%	0,76	25%	1,01	52%	2,01	40%	1,17	28%	0,24	14%
boeufs non dressés	1,01	50%	0,85	28%	0,60	31%	1,27	25%	1,76	42%	0,72	43%
Total femelle	0,44	18%	1,49	48%	0,35	17%	1,64	34%	1,19	29%	0,68	41%
vaches améliorées	0,13	06%	0,57	18%	0,04	02%	0,03	01%	0,00	00%	0,03	02%
vaches locales	0,19	09%	0,29	09%	0,20	10%	0,89	18%	0,68	16%	0,51	31%

Des différences relativement importantes apparaissent du point de vue nombre de bovins totaux dans l'exploitation (de 1.6 à plus de 5, opposition entre les Hautes Terres où la moyenne est inférieure à 3 bovins par exploitation et le Moyen Ouest où elle est supérieure à 4) mais surtout dans la répartition entre type de bovins: dans certaines zones (Fandriana Sud, Soavina) les boeufs dressés<sup>197</sup> constituent l'essentiel des bovins. Dans d'autres, ce sont les vaches laitières qui, en liaison avec les réseaux de vente de génisses améliorées et les réseaux de collecte de lait, représentent une grande part de ce cheptel.

Lorsque l'on a un grand nombre de bovin (en particulier dans le Moyen Ouest), le nombre de bovins élevés de façon plus ou moins extensive augmente aux dépens de la proportion de vaches laitières et de boeufs dressés.

Le sex ratio est généralement déséquilibré en faveur des mâles. Ce déséquilibre peut varier de façon importante selon les zones (de 52 à 81%).

Les différences existant entre zones sont retrouvées entre périmètres: à Soavina, caractéristique du Moyen Ouest, plus de deux exploitations sur trois possède des bovins; La possession d'une vingtaine de bovins n'est pas un cas isolé. Sur les Hautes Terres, plus de

<sup>197</sup> le classement dans la catégorie boeufs dressés ne concerne sans doute pas seulement les boeufs utilisés pour la traction.

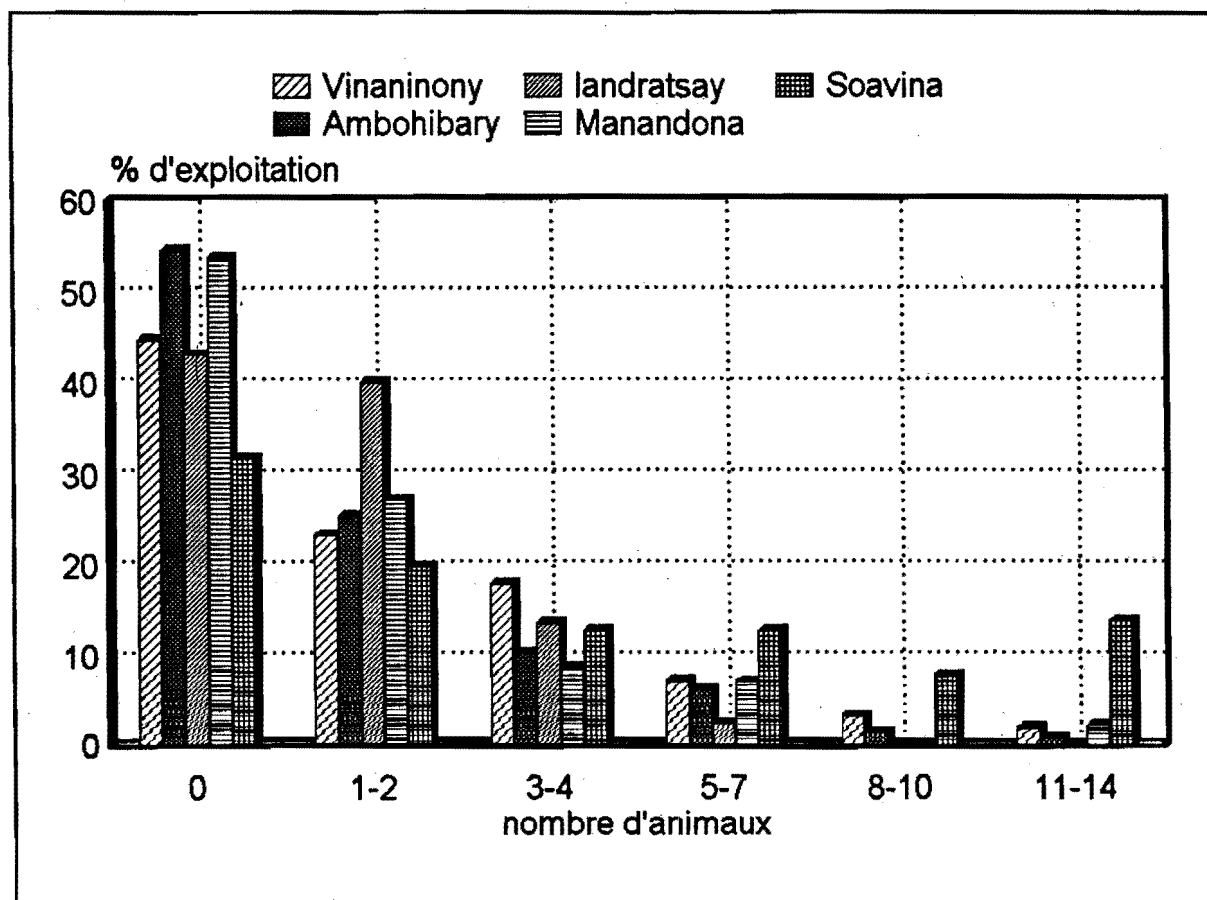


Figure 21 répartition des exploitations selon le nombre de bovin en fonction du périmètre

45% ne possèdent pas de bovin; les troupeaux de plus de huit têtes deviennent exceptionnels.

La différence entre zone ne doit pas faire oublier la différence à l'intérieur des zones. A Soavina, dans une zone considérée comme à dominance "élevage bovin", près du tiers des exploitations ne procède pas à ces types d'élevage.

Les différents types d'élevage bovins sont généralement liés à de grandes surfaces en culture pluviale comme en culture irriguée ce qui se conçoit bien lorsque l'on connaît les difficultés pour alimenter le bétail. A Tsarahonenana (Ambohibary), par exemple, 83 % des exploitations de plus de 50 ares de rizières possèdent des boeufs de trait contre moins de 50% pour les exploitations possédant moins de 50 ares. La possession de boeufs de trait est pourtant liée à une activité indépendante de la riziculture. Il s'agit en effet de ces convois de charrettes rencontrés dans l'Ankaratra pour le transport de pommes de terre, de pommes et de bois. A Ampetsapetsa, ce sont les grands maraîchers qui en possèdent pour transporter fumier et récolte ainsi que pour réaliser labour et hersage.

A l'intérieur d'un même périmètre, il est possible de constater les mêmes différences: à Vinaninony, un tiers des exploitations ne pratique aucun type d'élevage bovin sur un hameau-test, deux tiers sur l'autre.

## Le lait

Les incidences de l'élevage laitier sur la gestion de la fertilité pourraient occuper une partie entière.

D'après Vea (1991), 17% des exploitations du Vakinankaratra produisent du lait, la concentration étant plus forte autour d'Antsirabe<sup>198</sup>. Il existe un développement important du cheptel laitier amélioré<sup>199</sup> (frisonnes, normandes, montbéliardes diffusées par le BCL (bureau central laitier) puis pie rouge norvégienne (diffusée par FIFAMANOR et par Tombotsoa), de la quantité de lait commercialisé et des demandes d'acquisition de vaches laitières améliorées.

Tableau 9 évolution des quantités de lait commercialisé dans le Vakinankaratra (d'après Vea 1991) en 1000 litres

	1967	1970	1975	1980	1985	1987
<b>Grands collecteurs</b> <sup>200</sup>	187	222	1138	1665	2881	4223
<b>petite collecte privée</b>	813	1143	700	900	1000	1315

Veas estime la production totale de lait à 11 millions de litres par an dans le Vakinankaratra (1990) dont un peu moins d'un dixième en provenance des grandes fermes (Tombotsoa, Fifamanor...).

Comme dans beaucoup d'endroits du monde, la production de lait est perçue comme un moyen de désaisonnaliser les revenus (si possible en les augmentant) et de se rapprocher d'un fonctionnement de type salarié. Cela semble justifié par les résultats de l'enquête de Veas (1991) qui obtient un revenu moyen de 700.000 fmg<sup>201</sup> pour les producteurs de lait contre 400.000fmg<sup>202</sup> pour les exploitations qui ne produisent pas de lait. Les revenus du lait sont utilisés pour tous les postes de dépenses de l'exploitation et du ménage à commencer par les besoins courants de la famille (achat de nourriture, de vêtements ...cf figure 23).

<sup>198</sup> 26 % des exploitants dans le FVP d'Antsirabe 2.

<sup>199</sup> La vache malgache est considérée par certains comme ayant un mauvais caractère, ne donnant son lait qu'à son veau. Les mesures réalisées par Chabeuf à Kianjasoa ont donné 6 litres en 12 jours en moyenne (in Pagot 1985).

<sup>200</sup> SMPL Société Malgache des Produits Laitiers, BCL Bureau Central Laitier, ROMANOR Ronono Malagasy Norveziana, ELVAK élevage et laiterie du Vakinankaratra, Tombotsoa, Antsahasoa.

<sup>201</sup> 706.967fmg moyenne sur 61 exploitations.

<sup>202</sup> 400.262 fmg moyenne sur 310 exploitations.

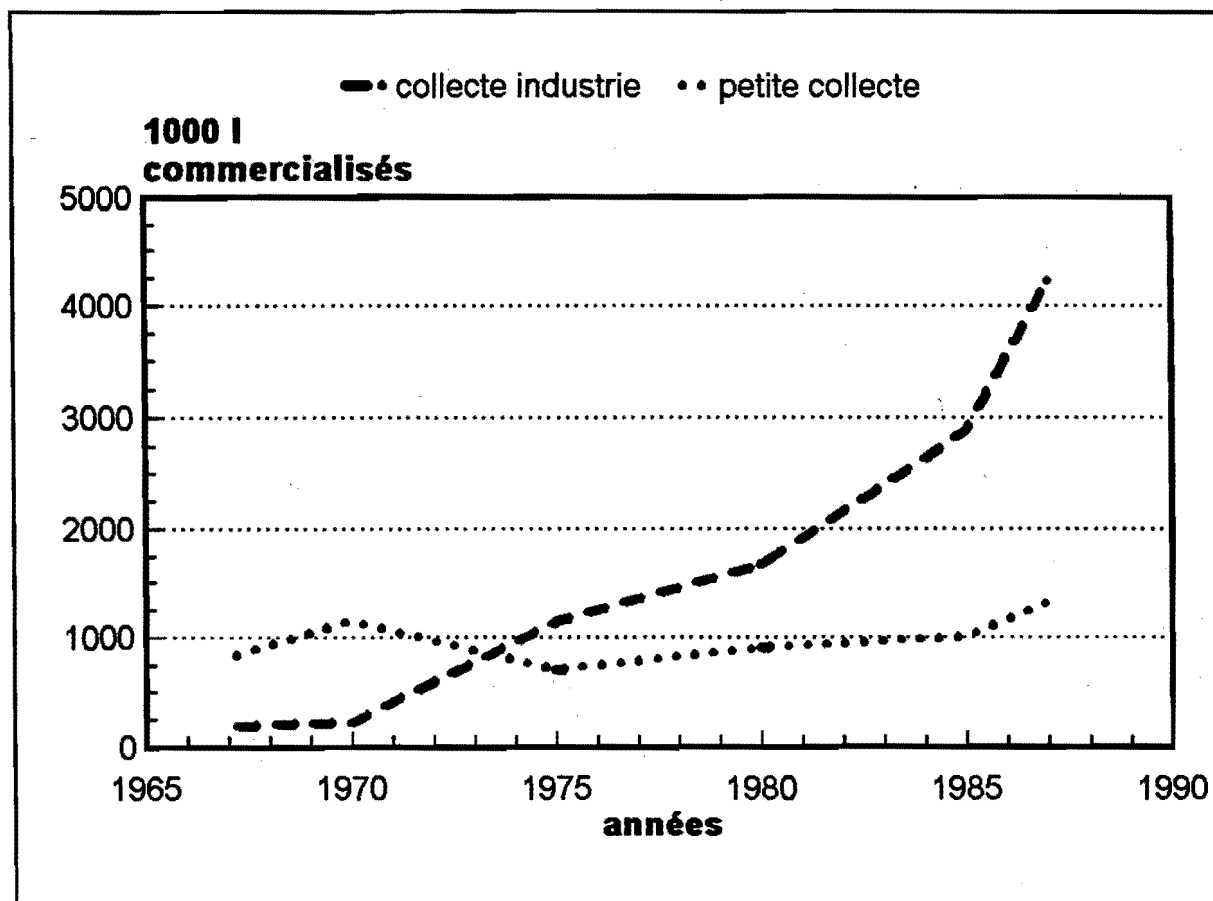


Figure 22 évolution des quantités de lait commercialisées selon le type de collecte (d'après Veà, 1991)

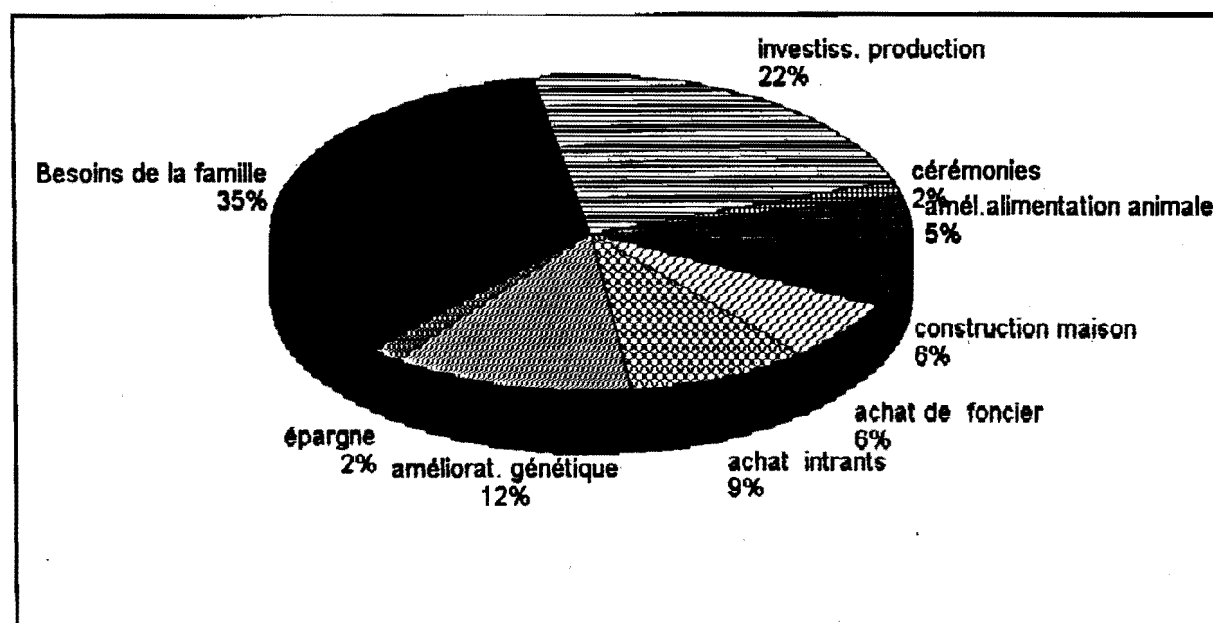


Figure 23 utilisation des revenus du lait dans le Vakinankaratra (d'après Veà, 1991)

Dans toutes les régions où la production laitière est connue et où existent des réseaux de collecte, les paysans qui ne se sont pas encore livrés à cette activité considèrent l'achat à

crédit d'une vache laitière comme l'évolution souhaitable de leur exploitation<sup>203</sup>. 9 % des paysans d'Ambohibary, 20 % des paysans d'Iandratsay et 40 % des paysans de Vinaninony voudraient développer ce type d'élevage. Lorsque l'on demande aux paysans qui souhaitent un développement basé sur l'acquisition de vache laitière et sur la production de lait pourquoi ils veulent développer cet élevage, leurs réponses sont les suivantes:

Tableau 10 Raisons avancées par les paysans de Vinaninony pour le développement de l'élevage laitier sur leur exploitation (APS 4 PPI)

	Vinaninony 59 exp.	Iandratsay 31 exp.	Ambohibary 28 exp.
Fumier	47 %	-	42 %
Argent	15 %	64 %	35 %
Facilité de vendre les produits	14 %	-	-
Amélioration de la race	-	30 %	10 %
Autre	24 %	6 %	13 %

La facilité de vendre les produits est importante à Vinaninony où existe un réseau de collecte et la proximité de la fromagerie d'Antsohontany. Des désillusions ont conduit certains éleveurs à vendre des animaux lorsque la collecte n'a plus été assurée (problème de la piste Ambano Vinaninony) ou que des retards de paiement trop importants sont apparus. Les contraintes de cette production (alimentation, santé et logement des animaux, irrégularité du paiement des collecteurs) sont souvent sous-estimées.

Les projets de développement de l'élevage laitier créent des modifications des systèmes de production non seulement en jouant sur le système d'élevage mais également par transformation du système de culture en y intégrant les productions fourragères. Mises à part quelques complémentations lors des grands travaux des animaux de trait ou l'apport de quelques "bozaka"<sup>204</sup> par les enfants, l'alimentation des animaux n'a rien de traditionnel. L'animal est considéré comme intéressant lorsqu'il se débrouille seul pour cette alimentation. La compétition pour l'espace, les espoirs de revenu avec la production de lait, les efforts des sociétés de développement ont réussi à changer les mentalités: non seulement, il est possible de travailler pour alimenter les animaux (cueillette) mais encore il est nécessaire dans certaines conditions de cultiver pour pouvoir les nourrir. On assiste même depuis quelques années à une compétition intense pour tous les aliments concentrés (son de riz, de blé, farines, concentrés etc).

<sup>203</sup> permettant une bonne production de fumier en même temps que des facilités de trésorerie.

<sup>204</sup> aristide sp.

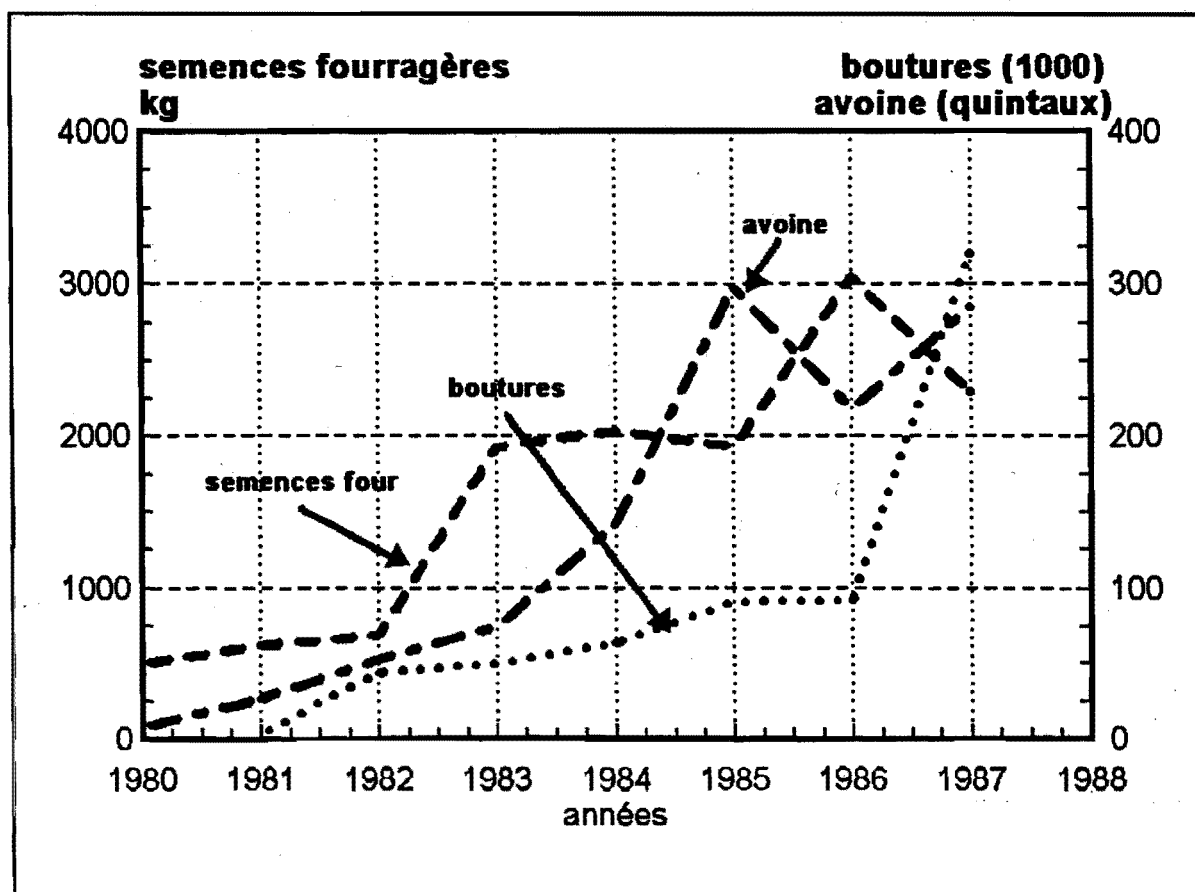


Figure 24 évolution annuelle des quantités de semences et boutures fourragères distribuées et vendues par FIFAMANOR (d'après Vea, 1991)

Tableau 11 distribution de semences<sup>205</sup> et boutures de plantes fourragères par Fifamanor entre 1980 et 1987

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
semences four. kg	492	613	682	1926	1035	1924	3048	2293
boutures (1000)		2.4	43.4	48.8	62.9	90.2	91.4	320
avoine (tonnes)	0.8	2.6	5.2	7.4	14.1	29.8	21.8	28.5

Les semences fourragères concernent le chloris, le ray-grass, le brachiaria et le setaria, les boutures le pennisetum purpureum var. kisozi et collet rouge, un peu de setaria de brachiaria, de desmodium et de trypsacum.

SMPL, Fifamanor ainsi que le BCL auparavant ont participé à la promotion de ces cultures fourragères par l'installation de parcelles de démonstration, la distribution de semences ou de boutures et même d'engrais.

<sup>205</sup> la transformation en surface nécessite de reprendre les calculs espèce par espèce. Il faut en effet un poids de semence beaucoup plus élevé pour un hectare de maïs que pour du chloris.



Une des grandes transformations des dernières années avec le développement des cultures de contre saison consiste dans le développement des cultures d'avoine et de ray-grass sur rizière. Craignant moins le gel que le blé, le triticale, l'orge ou la pomme de terre, produisant une biomasse importante et de qualité lorsque les autres sources d'alimentation du bétail ne sont plus guère utilisables, permettant de libérer la parcelle tôt pour repiquer le riz, ces fourrages présentent un grand intérêt pour les zones d'altitude où l'élevage laitier est le plus développé.

### La traction

La charrette a modifié de façon considérable la gestion de la fertilité par la possibilité de déplacer des quantités bien supérieures de matière organique sur des distances beaucoup plus importantes que lorsque le transport est assuré avec des sobika sur la tête.

Son utilisation est aussi primordiale pour le transport des récoltes et d'une gamme étendue de produit à un point tel que pour certains l'agriculture devient une activité secondaire.

La charrue et la herse ont également beaucoup modifié la préparation des terrains de culture rendant le travail beaucoup plus efficace que le piétinage traditionnel<sup>206</sup> ou que le labour à l'angady. Les surfaces cultivables et la rapidité du travail sont multipliés par un coefficient estimé généralement vers 7 ou 8.

L'acquisition de ces matériels a été favorisée par les "opérations charrue" de la Première République qui avaient connu un réel succès populaire ce qui a incité certains hommes politiques à proposer le renouvellement de ces actions de promotion. Malgré les conditions avantageuses, l'absence de liquidité dans les ménages n'a permis qu'aux exploitations qui pouvaient décapitaliser (vente de rizière, de bovins...) ou aux artisans d'acheter ces matériels (Laconde et Roudaut, 1991). Le prêt ou la location permettent, dans certaines conditions, l'utilisation de ces matériels pour ceux qui ne les possèdent pas. D'une façon générale, la possession d'animaux de trait et de matériel de culture attelée renforce les différences sociales.

Le suivi évaluation de l'ODR en intégrant le Moyen ouest présente une fréquence plus importante d'exploitations utilisant la traction. Les attelages à 4, 6 ou 8 rencontrés fréquemment au lac Alaotra n'existent pas dans la région de même que les attelages à un boeuf parfois aperçu autour de Tananarive. Le fait que l'on ne retrouve qu'un boeuf (ou trois) dans certaines exploitation est du à la mort d'un boeuf de la paire avant l'enquête et non à la traction monobovine préconisée, sans grands succès jusqu'à présent, par certaines ONG.

Les animaux reçoivent généralement des compléments d'alimentation en période de travaux (manioc, paille de riz, maïs). La disposition des bâtiments dans l'exploitation surprend lors des premières visites : tous les animaux ont droit à leur abri, la charrette elle même est protégée mais les boeufs de trait restent dehors "pour s'endurcir".

<sup>206</sup> Certains paysans reprochent au labour un remaniement trop important des horizons alors que le piétinage permettait plus facilement la constitution d'un horizon imperméable à quelques centimètres de profondeur ce qui permettait des économies d'eau.

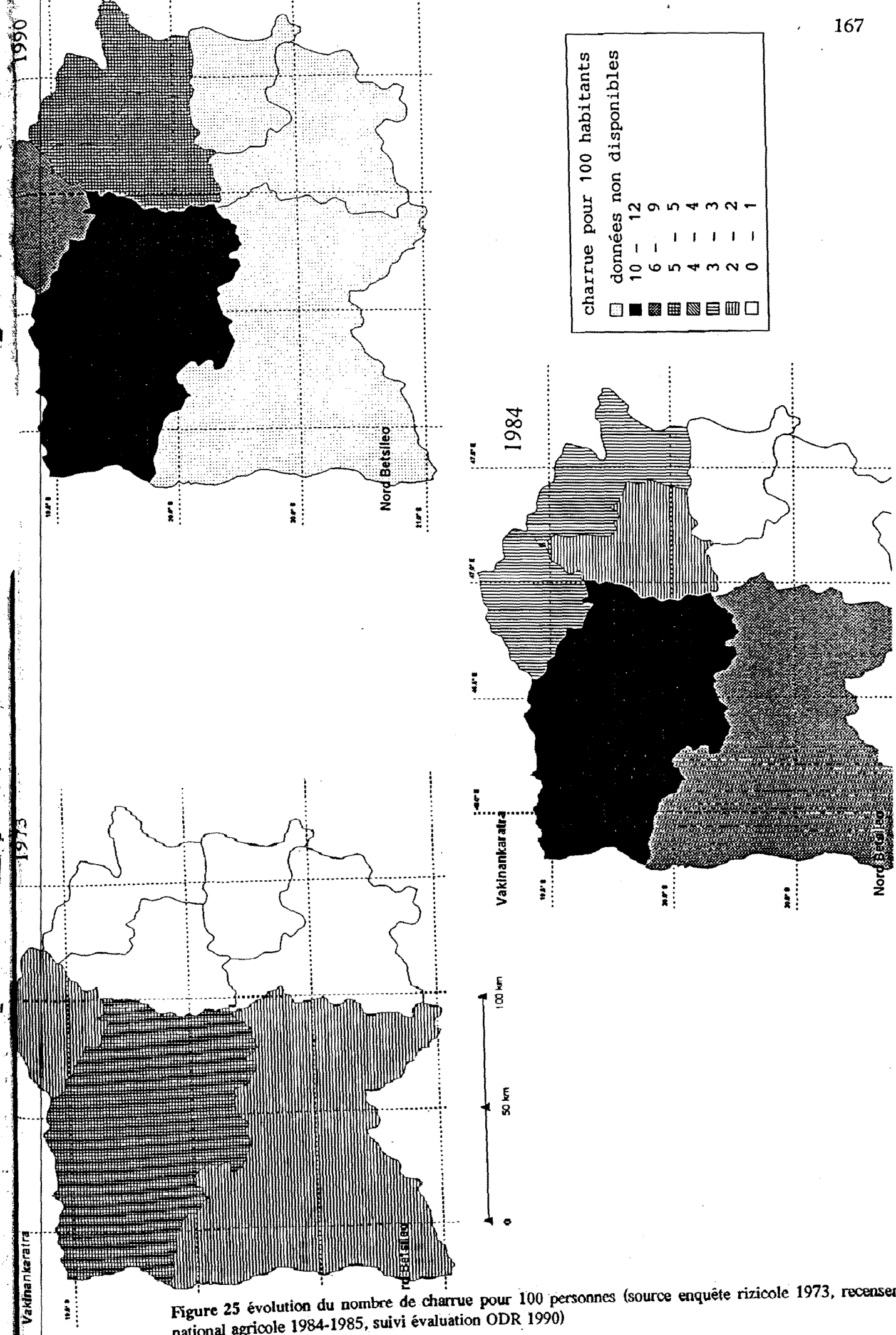


Figure 25 évolution du nombre de charrue pour 100 personnes (source enquête rizicole 1973, recenseur national agricole 1984-1985, suivi évaluation ODR 1990)



Figure 26 évolution du nombre de herses pour 100 personnes (source enquête rizicole 1973, recensement national agricole 1984-1985 suivi évaluation ODP 1990)

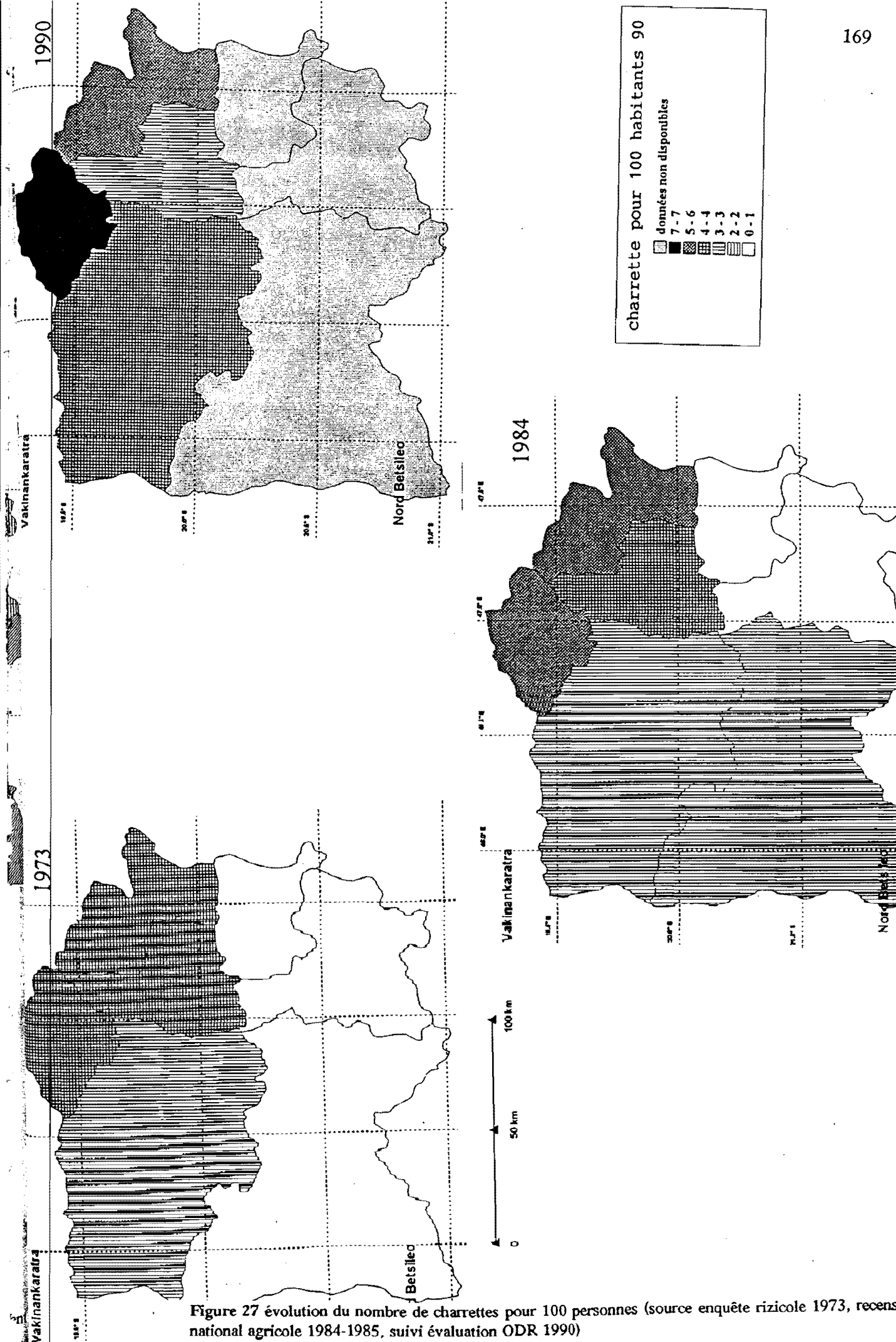


Figure 27 évolution du nombre de charrettes pour 100 personnes (source enquête rizicole 1973, recense national agricole 1984-1985, suivi évaluation ODR 1990)

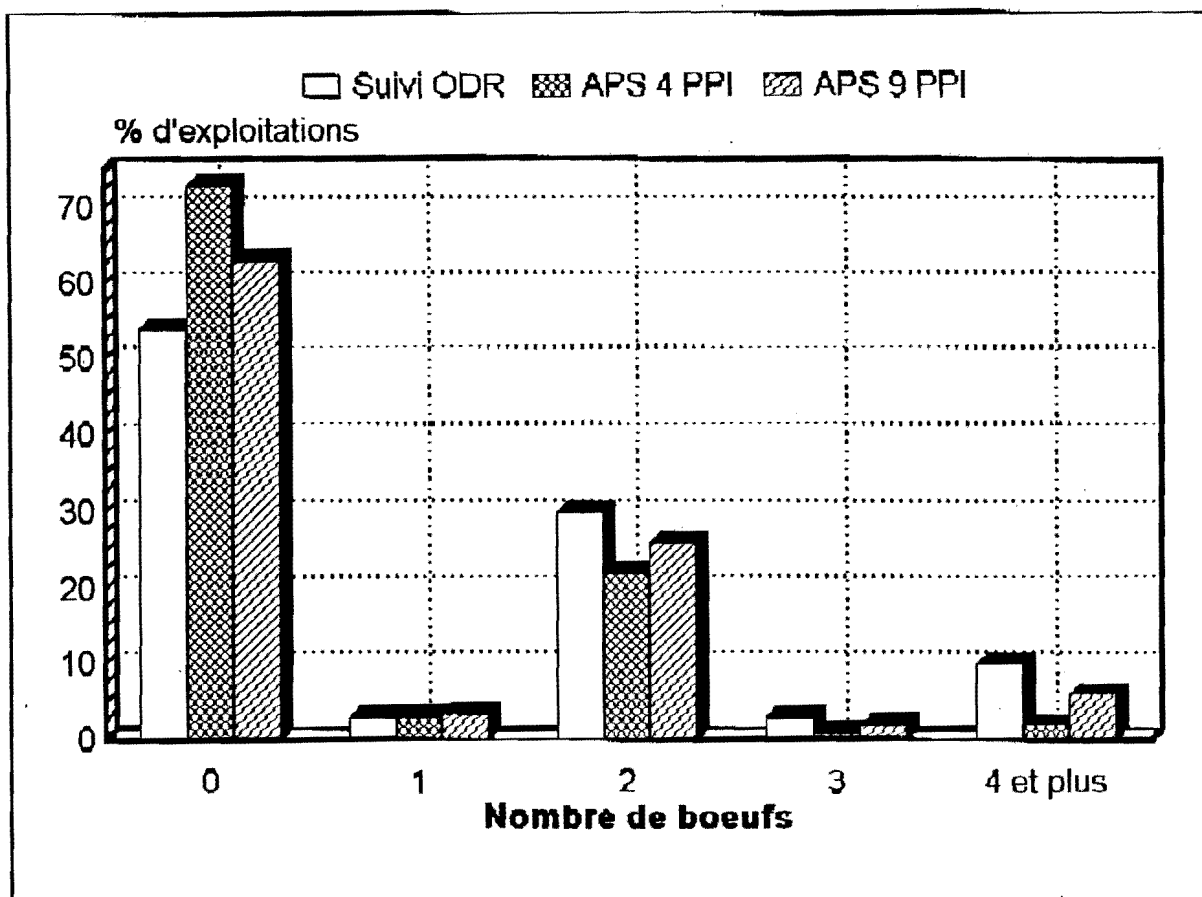


Figure 28 nombre de boeufs dressés par exploitation

### Les boeufs de fosse

Ce type d'élevage traditionnel a beaucoup impressionné tous ceux qui décrivaient les systèmes d'élevage: " en six mois, ils font d'un boeuf malgache osseux et à peine en état, un être fin gras, un monstre de graisse portant manèments jusqu'aux épaules et atteignant les poids de 650 à 700 kg (...) fournissant du 60, 63 et même 67 % de rendement " (Service vétérinaire, 1946). Comme son nom l'indique, un boeuf en fin de carrière est placé dans une fosse, entravé et n'utilise plus que son métabolisme digestif. Il n'est plus retrouvé que rarement, au maximum dans une exploitation ou deux par hameau. Il s'agit souvent de contrats particuliers ou l'acheteur et l'engraisseur sont deux personnes différentes se répartissant les charges (achat, nourriture) et les produits (viande mais aussi fumier).

### 4.3.2 L'élevage porcin

Le Nord Betsileo et surtout le Vakinankaratra ont toujours été considérés comme de grandes régions d'embouche porcine et sont particulièrement propice à cet élevage en raison de la quantité et de la diversité des productions agricoles, ainsi que de la proximité des grands centres de consommation.

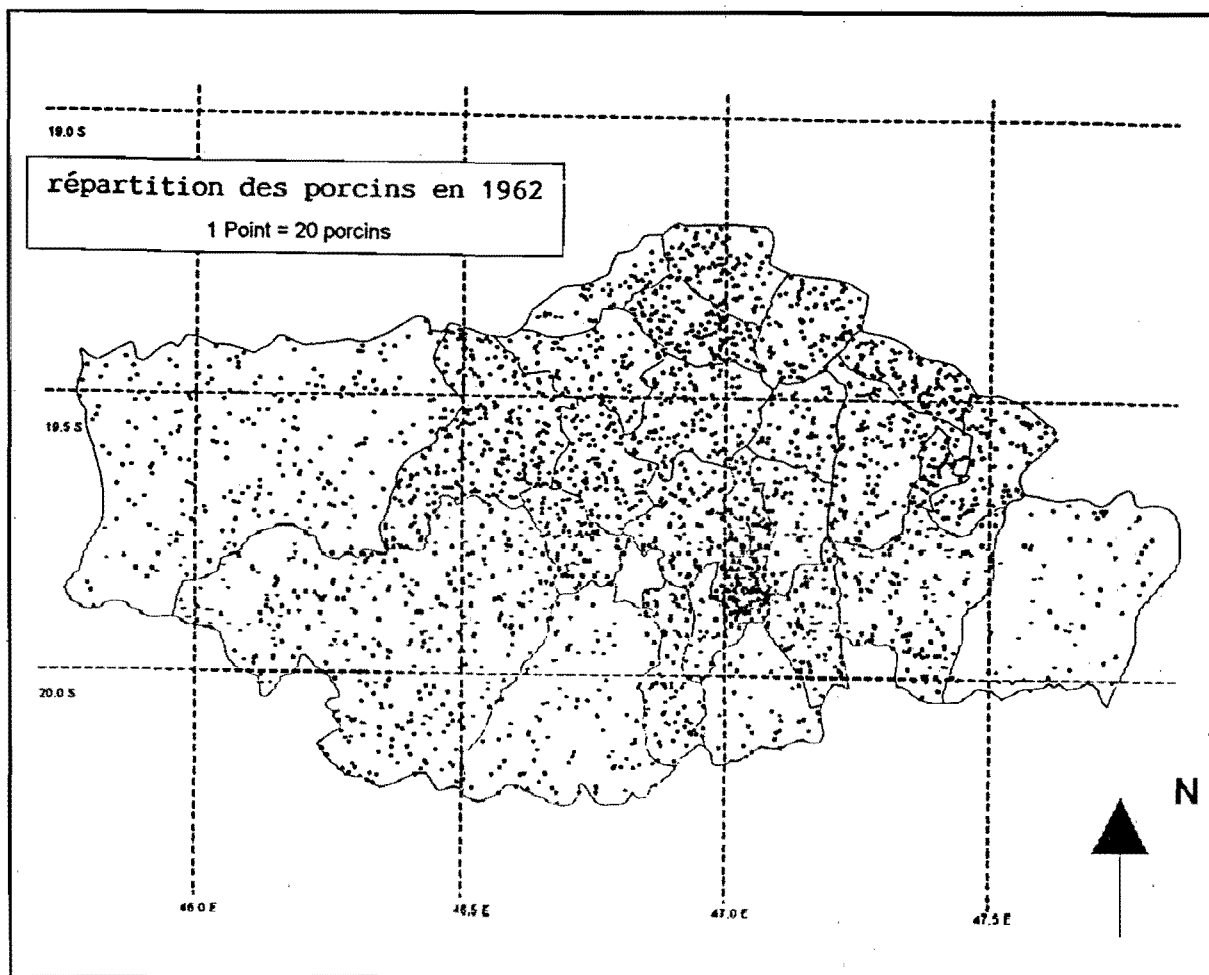


Figure 29 Carte de répartition des porcins dans le Vakinankaratra en 1962 (Woillet, 1962)

La carte de répartition des porcins dans le Vakinankaratra en 1962 montre une répartition équilibrée avec deux régions où la densité est légèrement supérieure: Faratsiho et Antsirabe.

Les planches présentant l'évolution dans l'espace et dans le temps du nombre de porcins par personne et du nombre de ménages élevant des porcins montrent une homogénéisation et une augmentation de cet élevage au cours de 20 dernières années, le Nord Betsileo rejoignant, en moyenne, le Vakinankaratra.

Cette activité vise à la fois l'autoconsommation et la commercialisation de la viande en valorisant de façon intéressante certains produits végétaux et déchets de l'exploitation lorsque

les porcs n'ont pas à subvenir eux même à leur alimentation. Il s'agit d'un élevage très apprécié car, en un cycle court, il permet d'espérer un revenu important. De ce fait la majorité des ménages tente au moins une fois par an l'élevage d'un ou deux porcelets. Il s'agit bien de tentatives que Raison (1984) décrit comme une loterie: "*l'embouche porcine est très prisée et tous souhaitent la pratiquer ... (mais) .. tous n'y gagnent pas et plusieurs y perdent en raison de la fréquence persistante de la maladie de Teschen. L'engraissement est fonction du sort: qui a la chance de garder des bêtes saines gagne le gros lot et une bonne dizaine de milliers de francs, qui voit sa porcherie frappée par la maladie récupère à peine sa mise en vendant aux voisins la viande de l'animal mort*".

Comme pour les bovins il est possible de distinguer les types traditionnels des races introduites (*Kisoa vazaha*). Bien que le sanglier soit abondant dans les forêts, il ne semble pas que le porc autochtone provienne de la domestication de cette espèce sauvage mais plutôt d'introduction par les premiers navigateurs portugais.<sup>207</sup> (Service vétérinaire, 1946).

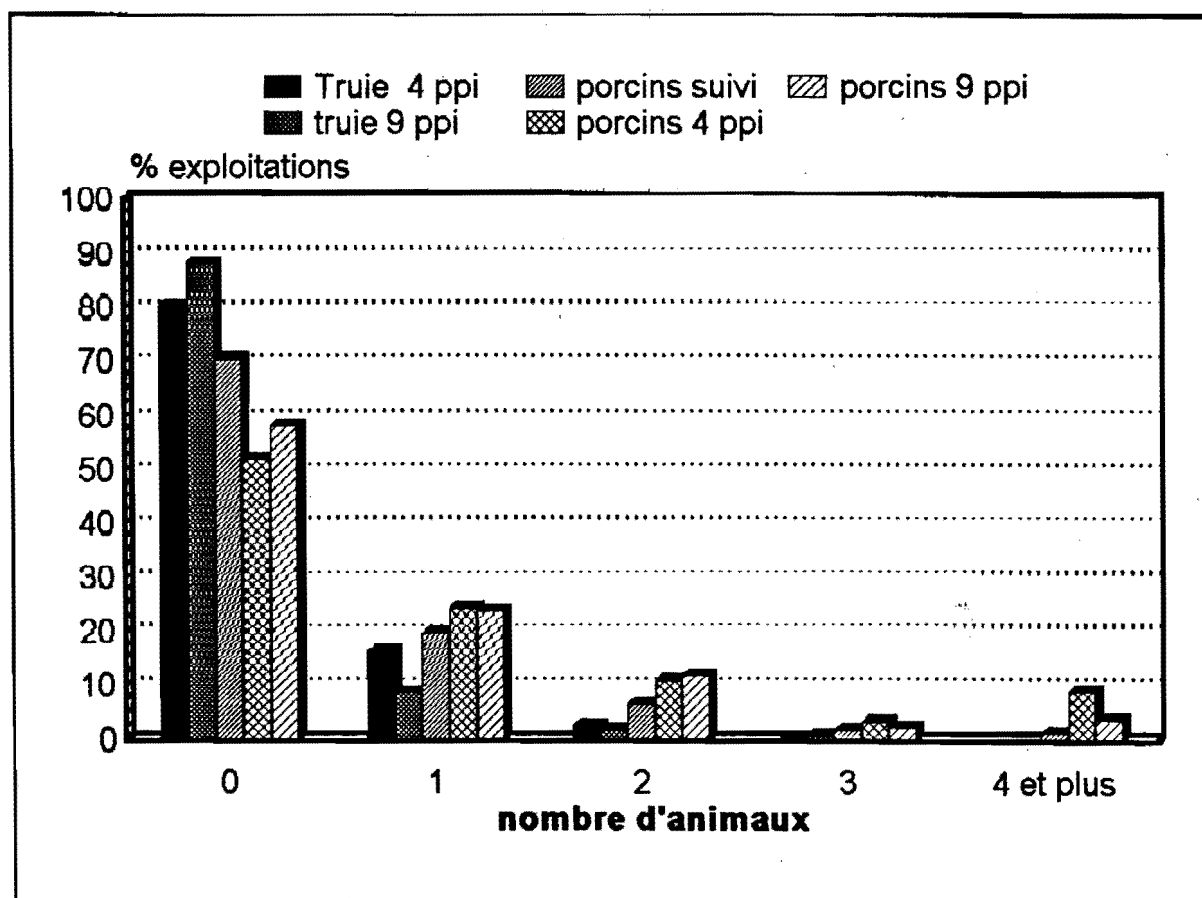


Figure 32 répartition des exploitations en fonction du nombre de porcs et de truies selon différentes sources

<sup>207</sup> La race la plus répandue se rattache au type ibérique avec sa robe noire, ses oreilles semi tombantes son long groin, son dos arrondi, ses côtes et ses cuisses plates, ses longues jambes.

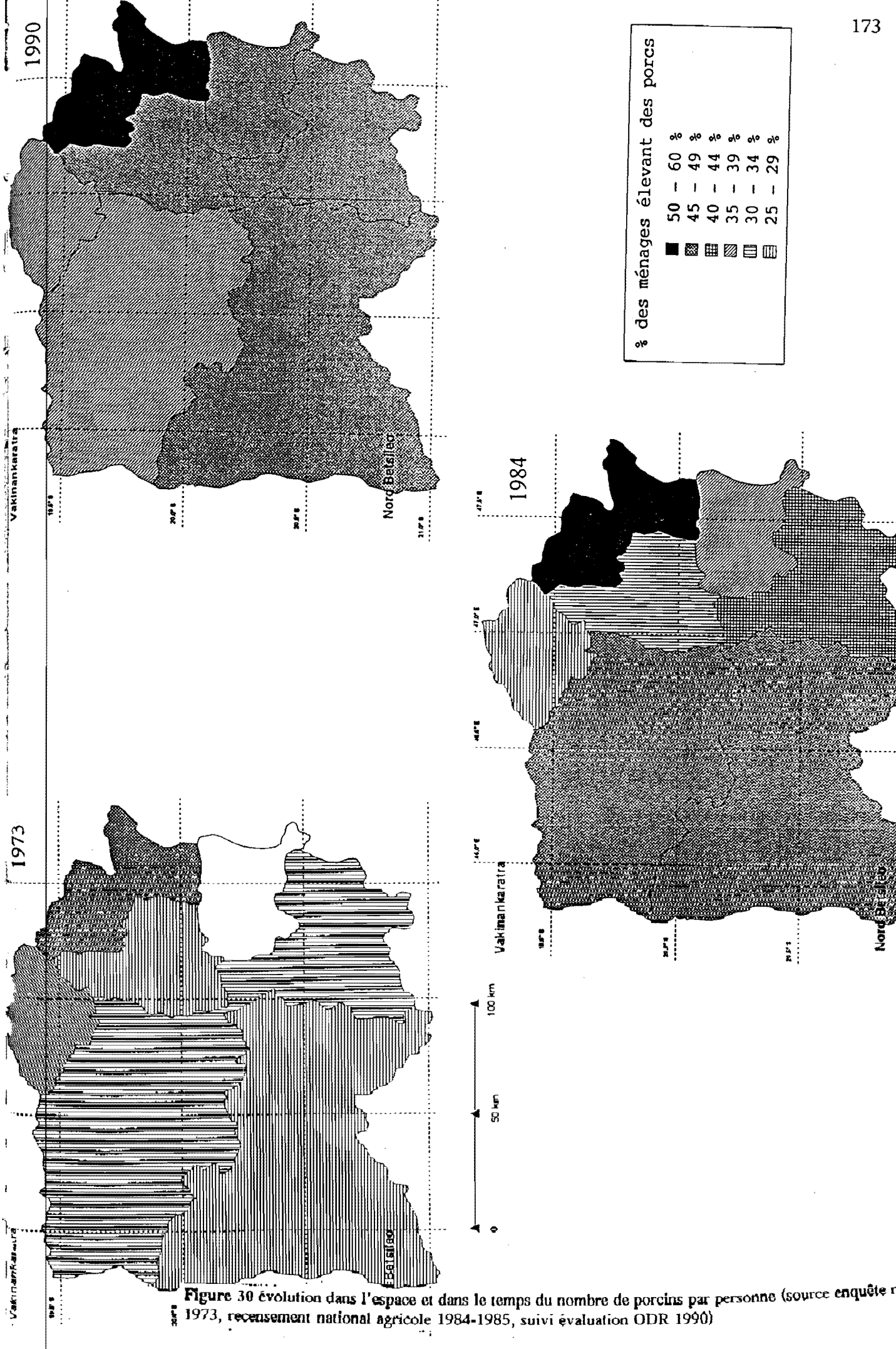
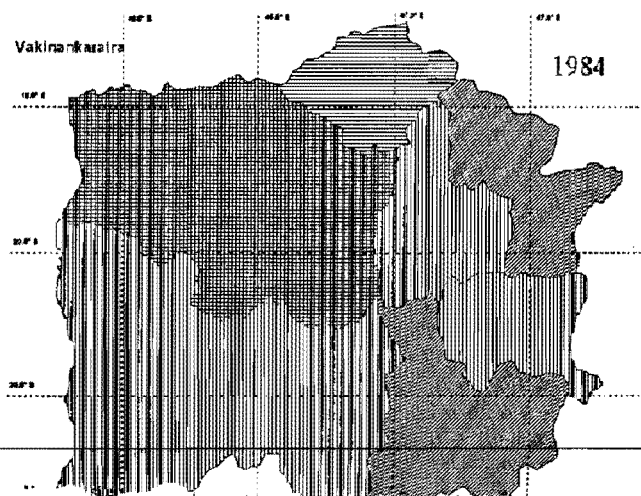
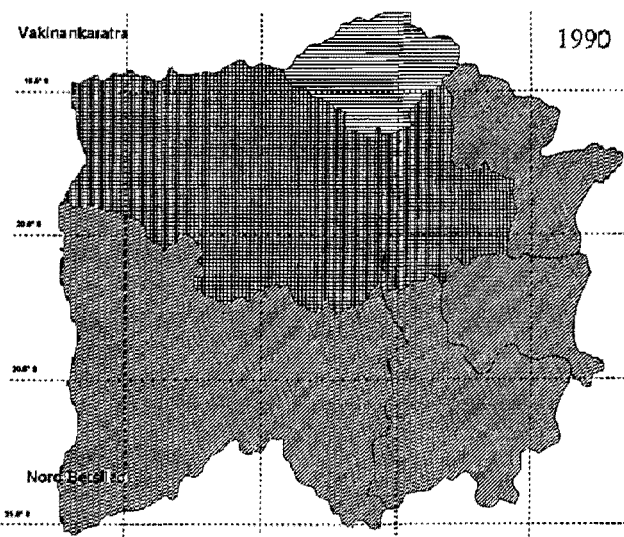
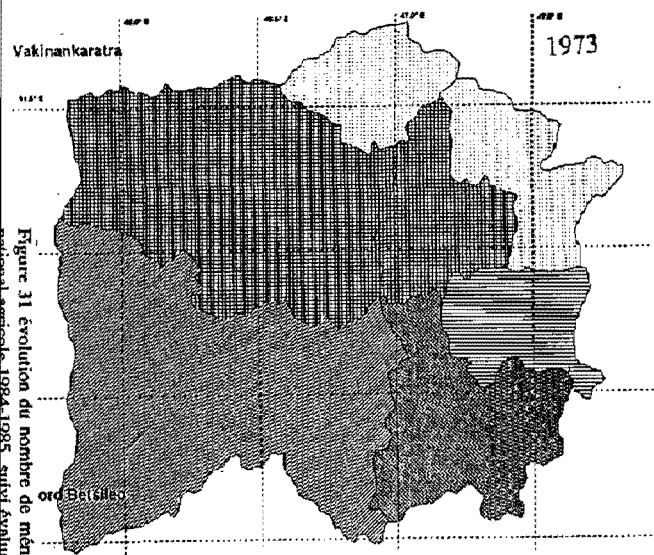


Figure 30 évolution dans l'espace et dans le temps du nombre de porcins par personne (source enquête ri 1973, recensement national agricole 1984-1985, suivi évaluation ODR 1990)





porcin par habitant 90

	0.05 - 0.09
	0.10 - 0.14
	0.15 - 0.19
	0.20 - 0.24
	0.25 - 0.30
	données non disponibles

Figure 31 évolution du nombre de ménages élevant des porcs (source enquête rizicole 1973, Recen agricole 1984-1985, suivi évaluation OR 1990)

Dès le début du 19<sup>e</sup> siècle des races européennes furent introduites: Middle White Yorkshire, Craonnaise, Large White, Berkshire. Les porcs recherchés doivent posséder une viande grasse: plus la couche de lard est épaisse, meilleur est l'animal.

La plupart du temps, l'élevage est très simplifié: un logement en torchis près de la maison, le vagabondage des truies et des jeunes qui cherchent leur nourriture dans les épluchures de manioc, de patate, de son de riz provenant du pilonnage. Du fait de castrations trop tardives, la reproduction se fait surtout au hasard des rencontres entraînant une consanguinité étroite.

Il est possible de trouver des porcs à l'engrais dans des enclos faits de murs en terre ou en pierre. Ils reçoivent des épluchures de légumes et une pâtée à base de maïs de manioc ou de patate et de son de riz ou de blé.

Il convient de bien différencier les élevages qui ne sont qu'engraisers de ceux qui sont à la fois naisseurs et engraisseurs: il existe de 10 à 20 % d'exploitants naisseurs et engraisseurs, de 30 à 40 % d'exploitants seulement engraisseurs. La forte proportion d'exploitation sans porcin (50 à 70 %) est sans doute en liaison avec la brièveté relative du cycle d'engraissement. Cette proportion ne correspond pas au nombre d'exploitations n'élevant jamais des porcins.

Tous les types de contraintes zootechniques affectent l'élevage porcin. La possibilité de résoudre une ou plusieurs de ces contraintes place les exploitations dans une situation qui peut être très favorable.

La première contrainte est d'ordre sanitaire. La maladie de Teschen<sup>208</sup> et la peste porcine<sup>209</sup> ordinaire affectent chaque année des milliers d'élevage. Des vaccins existent pourtant et sont même fabriqués à Madagascar. La maîtrise de la prophylaxie en assurant approvisionnement, chaîne du froid et vaccination permet de supprimer le côté aléatoire de la production.

La deuxième contrainte est d'ordre génétique. Les méteissages entre races locales et races européennes sont nombreux mais l'absence de nouveau géniteurs et de contrôle de la reproduction entraîne parfois une consanguinité trop élevée. Une fois les problèmes sanitaires résolus, une amélioration du système de reproduction (insémination artificielle, verrats améliorés villageois) devrait permettre des gains de productivité très importants.

La résolution des problèmes d'alimentation place également les exploitations dans des positions très différentes: l'accès aux aliments concentrés tels que tourteaux, son de riz<sup>210</sup> et

<sup>208</sup> ou paralysie contagieuse du porc. Cette maladie grave, dont la contamination est essentiellement par voie aérienne, observée pour la première fois en 1942 est endémique seulement en Tchécoslovaquie et à Madagascar. Un vaccin est produit au laboratoire du DRZV (Département des Recherches Zootechnique et Vétérinaires du FOFIFA). La sélection d'un mutant avirulent en vue d'obtenir un vaccin vivant et les essais de lyophilisation du vaccin actuel n'ont pas été couronnés de succès (MRSTD, 1990). Le type du vaccin actuel est très contraignant pour l'approvisionnement. Selon certains vétérinaires, il devrait être possible d'éradiquer de façon définitive la maladie de Teschen de Madagascar à condition d'y consacrer des moyens suffisants.

<sup>209</sup> identifiée pour la première fois en 1965, elle est du type européen (classique). Le vaccin lyophilisé (souche atténuée par passages sur culture cellulaire) est efficace pour toute la vie économique de l'animal. Peu nombreux cependant sont les élevages paysans vaccinés.

<sup>210</sup> Dans certains centres (Antsirabe, Ambohibary), des éleveurs aisés s'équipent avec une décortiqueuse et ne font pas payer le travail à condition de garder le son pour leur porcs.

de blé<sup>211</sup>, farines, tubercules est inégal selon la proximité des centres de production, des axes de communication et des systèmes d'organisation des producteurs pour l'approvisionnement<sup>212</sup>. Borriello (1991) étudiant les périmètres d'Ambohibary, Manandona et Soavina du point de vue de l'alimentation des animaux a montré des différences importantes entre périmètres et entre exploitations pour l'utilisation des produits de l'exploitation, les calendriers alimentaires, la dépendance vis à vis de l'extérieur pour les achats de tubercules de grains ou d'aliments concentrés. L'augmentation de la production de tubercules sur l'exploitation pour l'alimentation des porcs ainsi que des améliorations du logement devraient se faire assez facilement quand les autres contraintes seront levées et qu'un conseil en élevage sera donné.

---

<sup>211</sup> La compétition pour le son de blé de la minoterie d'Andranomanelatra est intense.

<sup>212</sup> organisation qui est généralement utilisée aussi pour la commercialisation.

### 4.3.3 Les autres élevages

Les chèvres sont pratiquement inexistantes: on en comptait 1411 en 1962 dans le Vakinankaratra essentiellement dans la région de Soanindrariny et de Mahaiza. La viande caprine n'est pas prisée car elle est considérée comme sentant trop fort. L'élevage caprin est "fady"<sup>213</sup> dans de nombreuses régions. Le lait de chèvre est cependant souvent considéré comme une panacée contre les maladies de dénutrition. Des tentatives de production laitière caprine ont existé: le service vétérinaire avait créé une ferme en plein massif de l'Ankaratra. On y avait introduit des chèvres alpines et cet élevage s'annonçait prospère mais par mesure d'économie cette ferme a été fermée en 1937 (Service vétérinaire, 1946).

Les moutons sont un peu plus nombreux. Estimés à près de 18000 en 1962 dans le Vakinankaratra (17745 dans Woillet, 1962), ils n'étaient plus que 8275 en 1985 et 5383 en 1990. La carte de répartition des ovins dans le Vakinankaratra en 1962 montre une présence très faible dans le moyen ouest où J.P. Raison signale le problème majeur de blessures due à Hétéropogon contortus s'accrochant dans leur laine et les blessant.

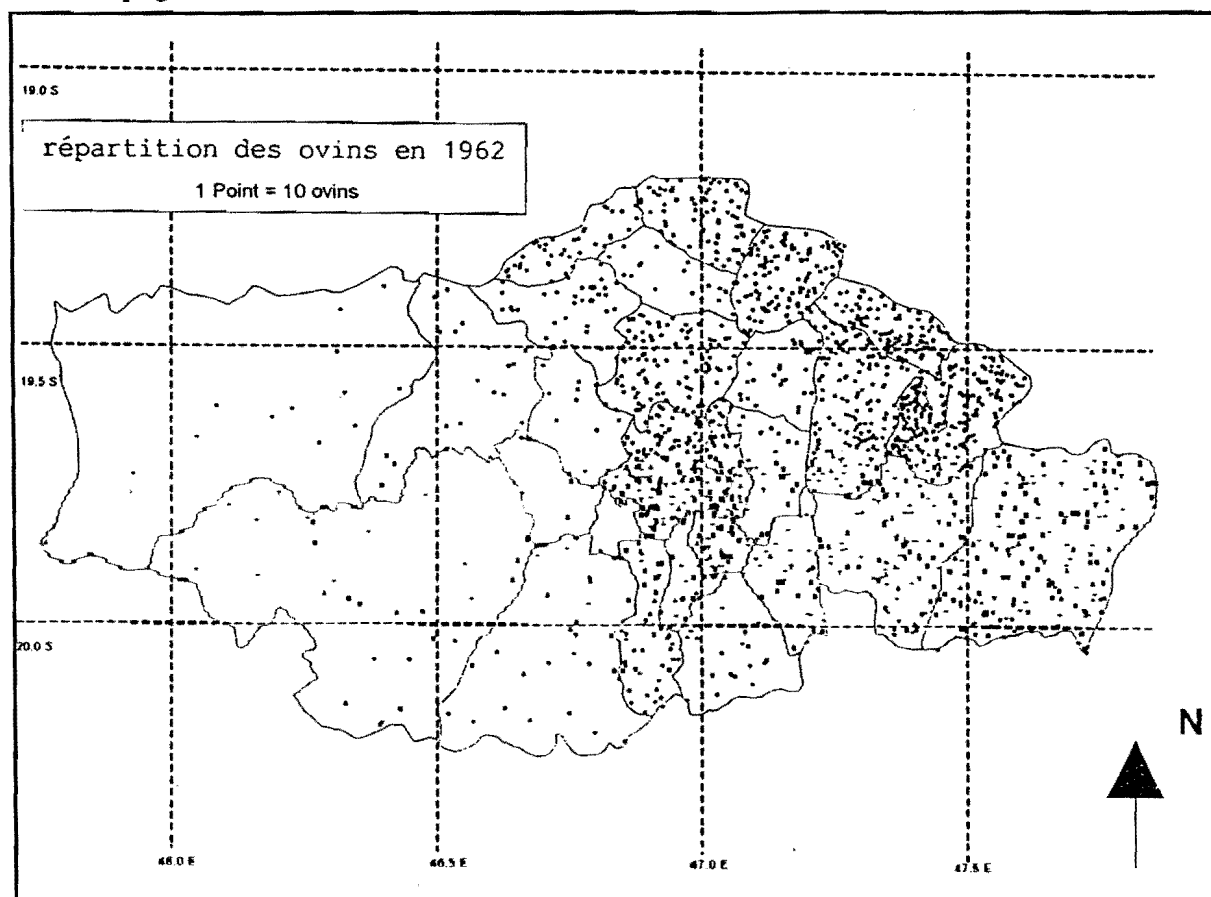


Figure 33 Carte de répartition des ovins dans le Vakinankaratra en 1962

<sup>213</sup> tabou.

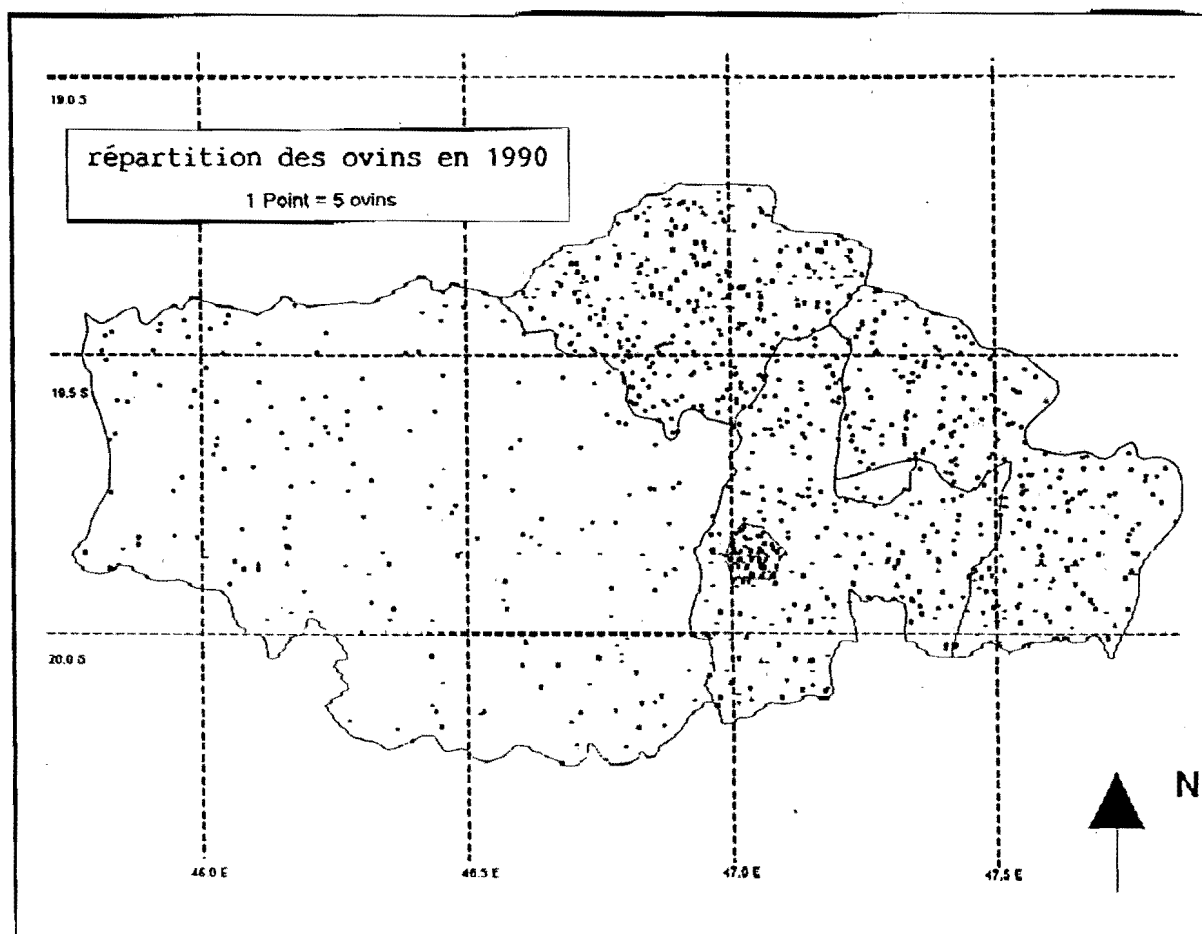


Figure 34 Répartition du cheptel ovin dans le Vakinankaratra en 1990 (source CIRELVA)

En 1946 le recensement plaçait les ovins pour plus de la moitié sur les Hautes Terres alors qu'ils sont maintenant réputés être concentrés sur la côte Ouest. L'élevage du mouton est connu depuis longtemps puisque Mayeur dans son voyage au pays d'Ancove (Imerina) en 1785 écrit "ils logent avec eux leurs moutons, volailles et autres animaux domestiques dont ils ramassent soigneusement le fumier dans un coin de la maison pour servir d'engrais à leur terres" et "les boeufs sont rares et introduits par les Séclaves et autres voisins d'Ancove. Le mouton y est fort commun et ne vaut tout au plus qu'une demie piastre. Son espèce diffère de celle du Cap de Bonne Espérance. A l'exception de la queue qui est fort grasse, il n'a point de laine mais un poil long et dur. La viande en est très goûtée" (Mayeur rédaction Dumaine, 1913). Grandidier cité par Raison (1972) note que les merina sont, avec les habitants du Sud, les seuls vrais éleveurs de moutons. L'origine de la race locale est inconnue. On la croit cependant aussi ancienne que le boeuf autochtone et les premiers explorateurs de la Grande Ile ont toujours décrit la pratique de cet élevage<sup>214</sup>.

<sup>214</sup> Selon le Service Vétérinaire (1946), elle appartient au type "*Ovis dolichura*" intermédiaire entre la race d'Asie à queue courte et grosse "*Ovis statovskyi*" et celle du Soudan à queue longue et tombante "*Ovis africanus*". "Le mouton malgache est caractérisé par une queue grasse fauciforme, longue, tombant sur les jarrets, dans laquelle l'accumulation adipeuse se fait aussi bien près de la pointe qu'à la base, près du sacrum".

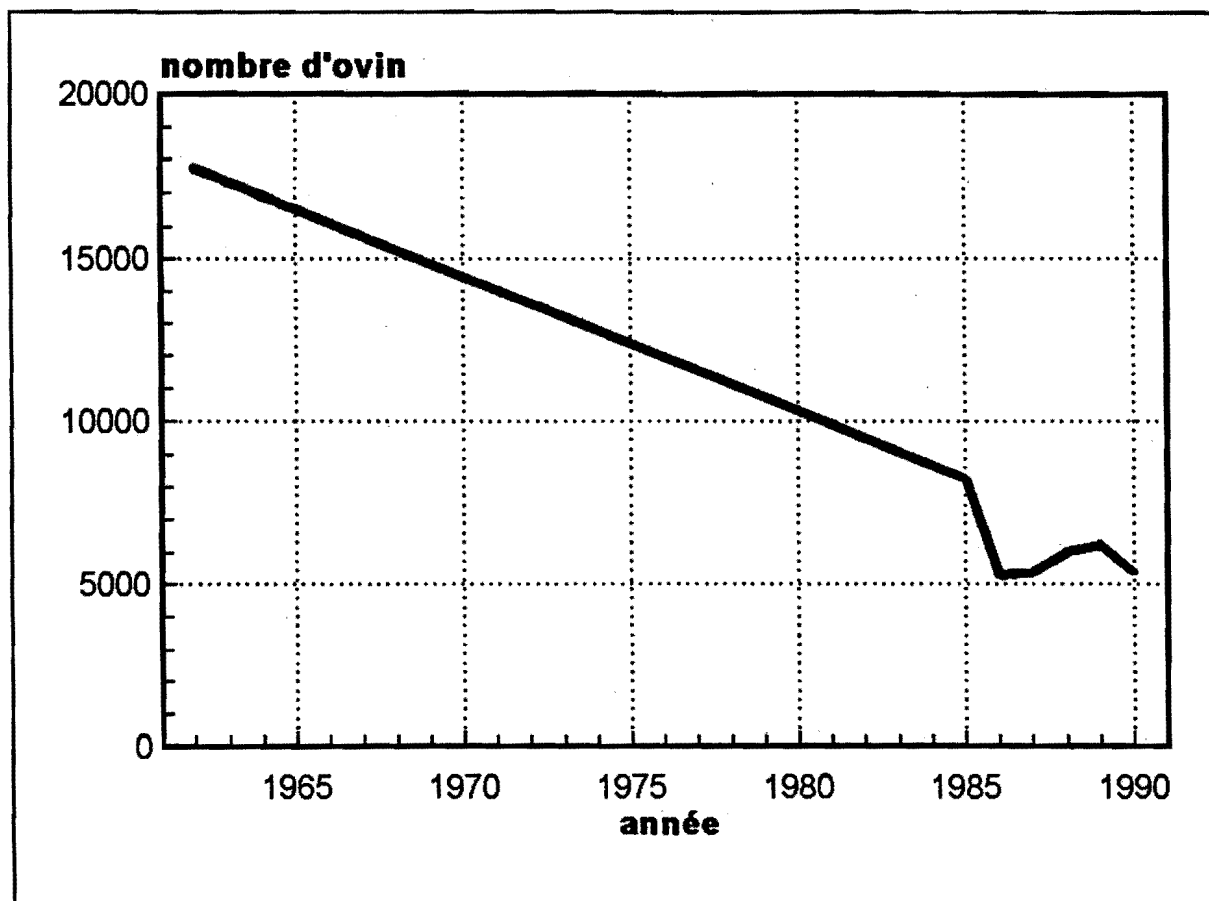


Figure 35 évolution du nombre d'ovin dans le Vakinankaratra (source Woillet, 1962 - CIRELVA)

Des tentatives sporadiques<sup>215</sup> d'amélioration de l'élevage ont eu lieu mais sans étude préalable ni persévérance suffisante pour obtenir des résultats probants. Il a généralement été estimé que l'amélioration ne pouvait pas provenir de sélection de la race locale mais de croisement avec des races exotiques. Les services vétérinaires citent en 1946 les introductions réalisées<sup>216</sup> pour conclure sur l'intérêt du mérinos de Provence. Les éleveurs malgaches ont accueilli avec réserve les introductions de moutons "vazaha" auxquels ils reprochaient la finesse de la queue leur donnant le sobriquet méprisant de "moutons à queue de chien".

Les introductions du début du siècle visaient d'ailleurs beaucoup plus la production de laine fine pour les industries du Nord de la France que des productions mixtes (laine et viande) adaptées aux besoins locaux.

Qu'ils le pratiquent ou non, les paysans parlent toujours avec nostalgie de l'élevage ovin citant la qualité du fumier, le goût de la viande, la prolificité. Il semble que la réduction des

<sup>215</sup> La politique de l'élevage en 1967 et 1971 évoque le développement de l'élevage des petits ruminants pour la consommation locale, l'élevage des bovins étant surtout réservé à l'exportation. Dans la politique de l'élevage de 1981, il n'est plus question des petits ruminants.

<sup>216</sup> Le mérinos de Rambouillet a été introduit dès 1896, suivi par le barbarin, le solognot, le mérinos de Provence puis celui de l'Ariège, le Southdown, le Dishley Mérinos et celui d'Afrique du Sud. Un paysan de Nanokely nous a raconté que le Président Tsiranana y avait fait transporter des moutons par hélicoptère.

effectifs provienne de la fasciolose<sup>217</sup> (douve-*dinta*) qui a été décrit pour la première fois à Kianjasoa en 1966. Le vétérinaire de Fandriana attribue le développement de la fasciolose au déplacement de Kianjasoa à Fianarantsoa d'un taureau qui laissait la douve sur son passage en même temps que son caractère exotique.

Le mouton est pourtant un agent très intéressant dans les transferts de fertilité des zones à faible productivité (voire à productivité négative lorsque l'érosion entraîne des pertes de productivité sur rizière) vers les zones sur lesquelles une intensification est recherchée. Moins sensible que le porc aux épizooties, plus plastique que les bovins par son format et son cycle d'élevage, le mouton joue un rôle très important dans la gestion de la fertilité des exploitations qui l'élèvent. Son rôle dans l'entretien des boisements ou des plantations fruitières, dans la lutte contre les feux de brousse<sup>218</sup>, dans la régénération des pâturages<sup>219</sup> peut être capital.

### L'élevage des animaux de basse cour

L'élevage des volailles est des plus importants depuis fort longtemps. Cet élevage concerne surtout les poulets et les canards mais aussi les dindes et les oies. Il se pratique encore très souvent en semi liberté, les canards s'élevant très facilement dans les rizières et les marais. Le déclin de l'élevage des canards et des oies dans certains PPI s'explique en partie par la disparition de grands marécages transformés en rizière notamment par la réhabilitation des infrastructures (Rasamoelina, 1992). L'élevage de dinde<sup>220</sup>, impossible sans grands espaces a disparu de beaucoup d'endroits.

Utilisée pour les sacrifices puis pour le combat, l'espèce galline est devenue un point commun de la plupart des exploitations pour valoriser les égrenages, se nourrir des vers, débris, grains divers trouvés autour des hameaux. Si quelques élevages intensifs de poules pondeuses avec achat de provende peuvent être rencontrés, les formes extensives subsistent le plus souvent.

Les élevages extensifs permettent d'obtenir sans grand effort des revenus appréciables et de faire face à des besoins imprévus. Les poules locales sont de médiocres pondeuses mais de

<sup>217</sup> même avant le développement de la douve les effectifs étaient peu élevés.

<sup>218</sup> Les feux de régénération de pâturage interviennent surtout quand les refus des bovins sèchent et se lignifient. Si les moutons, peu exigeants du point de vue alimentaire, consomment les refus des bovins, le besoin de brûler pour régénérer les pâturages se fera beaucoup moins sentir.

On a noté dans le Sud Est de la France une recrudescence importante des feux de forêt lorsque l'élevage des petits ruminants a diminué à cause d'une faible rentabilité économique (concurrence des élevages de plaine). Les petits ruminants avaient en effet un rôle très important d'entretien des sous bois et des garrigues.

<sup>219</sup> Les feux réalisent une sélection monospécifique d'*Aristida*. Le mouton peut être un bon régénérateur de pâturages par les semences qu'il transporte dans sa laine et dans ses fèces

<sup>220</sup> "*voronjiloza*" l'oiseau qui ne porte pas malheur; introduit au 19<sup>e</sup> siècle, il est devenu dès le début le cadeau d'hommage favori que tout sujet doit faire à son maître, tout protégé à son protecteur aux jours d'anniversaire ou de réjouissance nationale (service vétérinaire, 1946).

très bonnes couveuses. Une amélioration de la race a été recherchée par l'introduction d'animaux européens<sup>221</sup>.

La sélection traditionnelle porte surtout sur les coqs pour en faire des bêtes de combat.

Le nombre de volaille par personne a baissé dans le moyen ouest d'Ambositra et, globalement, dans la Circonscription d'Antsirabe. Les<sup>222</sup> problèmes de santé ne sont pas résolus alors que la prophylaxie (cholera, maladie de Newcastle<sup>223</sup>, variole aviaire<sup>224</sup>, peste aviaire -barika) est disponible au laboratoire du DRZV du Fofifa. Les approvisionnements ne sont pas réalisés.

## Des analyses multivariées

Il est tentant, lorsque des bases de données sur les exploitations sont disponibles, d'extraire les informations concernant l'élevage pour réaliser des analyses multivariées et examiner si se dessinent des systèmes d'élevage particuliers.

Les trois sources d'information sur les exploitations sont utilisées. Les données sur les bovins (boeufs dressés, vaches laitières, veaux et velles, boeufs d'embouche), sur les porcins (troues, porcs à l'engrais, porcelets, verrats), sur le matériel de culture attelée et sur les charrettes, sont extraites des fichiers principaux. Les hypothèses de liaison entre l'élevage et la surface de l'exploitation (tanety ou rizière, important pour l'alimentation), avec l'âge du chef d'exploitation (le cheptel est une forme de capitalisation susceptible d'augmenter avec l'âge) peuvent être vérifiées.

Les différences de méthode d'enquête, d'élaboration des variables ne permettent pas de fabriquer un seul fichier avec les trois bases de données<sup>225</sup>. Elles sont donc traitées séparément.

Les données sur les volailles sont considérées comme non discriminantes entre les exploitations et ne sont donc pas introduites dans l'analyse pour éviter une cause de brouillard supplémentaire.

Les informations obtenues à partir des trois analyses en composante principale apportent des messages cohérents ainsi que des différences liées aux populations enquêtées.

<sup>221</sup> Les races améliorées les plus abondamment introduites sont la Bressane grise et noire, la Faveroles et la Houdan dans les races françaises, l'Orpington noire et fauve, la Plymouth-Rock, la Livournaise dans les races étrangères. La Bressane noire, la Bressane blanche, la Gâtinaise, la Rhode Island rouge, la Wyandotte blanche, la Leghorn blanche ont dominé ensuite dans la sélection (service vétérinaire, 1946).

<sup>222</sup> ces chiffres compris entre 1,5 et 3 volailles par personne doivent être utilisés avec la plus grande prudence.

<sup>223</sup> Cette virose aviaire introduite à Madagascar après la seconde guerre mondiale. Un vaccin mixte Newcastle - cholera est utilisable dès l'âge de 21 jours.

<sup>224</sup> bien que cette maladie soit répandue, peu de recherches lui sont consacrées. La vaccination se fait à l'âge de trois jours.

<sup>225</sup> Avant Projets Sommaire sur les 4 PPI, sur les 9 PPI, données du suivi évaluation de l'ODR cf 22.



Le premier axe résultant de l'analyse en composantes principales, expliquant de 18 à 27 % de l'information, est toujours lié à la traction animale (boeufs de trait). Dans une analyse, les variables contribuant à cet axe décrivent l'élevage bovin dans son ensemble (PPI 4), dans une autre, il est possible d'observer la liaison avec les surfaces en rizières et en tanety, dans la troisième (PPI 9) c'est le matériel de traction (charrue, charrette et herse) qui est très naturellement lié aux boeufs dressés ( $r$  varie de 0.5 à 0.7).

Le deuxième axe, expliquant de 8 à 14 % de l'information, voit une contribution importante des variables de surface pour l'analyse de deux bases de données (PPI 4- avant projets sommaires sur les 4 PPI et suivi-évaluation de l'ODR 1987), des variables de l'élevage porcin pour l'analyse de PPI 9 (avant projets sommaires sur les 9 PPI).

Le troisième axe (8 à 12 % de l'information) est fortement corrélé aux variables décrivant l'élevage porcin (PPI 4 et suivi), à celles décrivant l'élevage laitier (vaches de race améliorées, jeunes) dans la troisième base de donnée.

Comme dans toute analyse multivariée, il n'est possible de découvrir que des phénomènes présumés qui sont fonction des variables introduites et de la façon de traiter l'information.

Les axes dans ces analyses en composantes principales sont, par construction, orthogonaux et indépendants. Lorsque le premier axe est bâti avec les variables décrivant l'élevage bovin pour le trait, le deuxième avec l'élevage porcin, le troisième avec l'élevage pour le lait, il est possible de dire qu'il n'existe pas d'exploitation véritablement spécialisée dans des systèmes d'élevage mais que l'on peut rencontrer un, deux, trois (ou plus) systèmes co-existants.

Certaines hypothèses peuvent être confirmées: il n'y a pas de types bien différenciés dans les systèmes d'élevage, d'oppositions manifestes entre intensif et extensif, entre dominance porcine ou bovine. Les exploitations se répartissent dans tout l'espace décrit par les axes (premier et deuxième ou premier et troisième) sans qu'il soit possible d'isoler un nuage regroupant, par exemple, les grandes exploitations utilisant la traction animale, un autre rassemblant les petites exploitations qui intensifient l'élevage porcin ou la production laitière.

L'observation de l'analyse des données du suivi évaluation de l'ODR permet cependant de remarquer la concentration des exploitations du Moyen Ouest (zones 14, 15 et 25) dans la partie gauche du graphique correspondant à des surfaces plus importantes et à un nombre élevé de bovin (ce qui ne surprendra personne). En revanche, ces exploitations sont aussi présentes tout le long de l'axe 3 auquel contribuent les variables de l'élevage porcin.

Si la présence d'un élevage est un trait commun de la plupart des systèmes de production, les exploitations se trouvent dans des situations extrêmement variables. Selon les espèces possédées, à l'intérieur des espèces selon les aptitudes des races utilisées, selon les accès aux soins ou aux débouchés, les situations seront bien différentes, le rôle d'épargne, de force de traction, de production de fumier ou de viande sera plus ou moins bien assuré.

La caractérisation du système d'élevage de l'exploitation est cependant capitale pour comprendre les pratiques de gestion de la fertilité. Les caractères de différenciation ne s'excluent pas mutuellement (une exploitation avec élevage laitier peut très bien avoir ou ne

pas avoir une activité d'engraissement de porcins par exemple) mais apportent des éléments supplémentaires dans la description pour la compréhension.

Les questions que l'on doit se poser pour la compréhension du système d'élevage sont les suivantes:

- L'exploitant a-t'il accès aux bovins de trait, au matériel de traction?
- Existe t'il un élevage laitier? Quelle est la race utilisée? Quel est l'accès aux soins vétérinaires? aux circuits de commercialisation?
- Existe t'il une embouche bovine? Selon quels contrats?
- Existe-t-il un élevage porcine naisseur? Engraisseeur? Quel est l'accès aux soins vétérinaires? Quels sont les moyens de commercialisation?
- Quelle est la part des petits élevages dans le système? Comment assure-t'il sa fonction d'épargne et de trésorerie?

## 4.4 Diversité dans la gestion financière des exploitations

La monétarisation des échanges des exploitations agricoles est ancienne sans avoir cependant jamais fait disparaître les échanges en nature (cf 323). Cette monétarisation des échanges est liée, dans les régions étudiées, à la fiscalité établie dès le temps de la monarchie merina et reprise lors de la colonisation française. La fiscalité, relativement lourde, a toujours obligé les paysans à vendre une partie de leur récolte ou à trouver des solutions pour se procurer de l'argent.

### Pourquoi étudier le fonctionnement de la trésorerie des exploitations?

L'exploitation des Hautes Terres est un système complexe dans lequel un nombre important d'activités coexistent, s'articulent et se complètent. L'estimation de leur performances respectives peut difficilement se faire en dehors d'une comparaison monétaire qui n'en donne cependant qu'une image.

L'intensification en agriculture passe le plus souvent par la possibilité d'acquérir sur le marché les intrants nécessaires. L'étude de l'accès aux intrants ainsi que celle du financement général de l'exploitation sont particulièrement importantes pour comprendre la gestion de la fertilité. Les hypothèses qui étaient à l'origine de certains modèles de développement basés sur un redressement de la fertilité ont parfois négligé les contraintes de trésorerie.

Lorsque dans les années 1960, 1970, le concept de fumure de redressement à base d'engrais subventionné prédomine, la complémentarité entre cultures irriguées et cultures exondées est envisagée mais peu la complémentarité agriculture élevage si ce n'est dans des modèles de développement à base d'élevage laitier ou de culture attelée. Les appoints procurés par les autres activités des ménages ne sont pas envisagés.

Lorsque certaines ONG cherchent à tout prix à éviter l'utilisation de la fumure minérale pour ne pas faire rentrer les exploitations agricoles dans un système de dépendance vis à vis de l'extérieur, elles négligent la nécessité pour ces exploitations de produire un surplus commercialisable qui permet à la fois de nourrir les villes et de faire face à certaines dépenses.

Les revenus et les dépenses des ménages ont pourtant été très étudiées depuis plusieurs décennies. La première étude servant de référence a été réalisée par François (s.d.) sur les budgets et l'alimentation des ménages ruraux en 1962.

Les enquêtes Satec Sedes de 1971, l'enquête rizicole de 1973, le recensement national agricole de 1984, les enquêtes de l'ODR ainsi que plus récemment celle de l'IFPRI apportent des renseignements quantitatifs et qualitatifs complémentaires dans le temps et dans l'espace.

Les études statistiques, enquêtes et inventaires agro-économiques effectués par les sociétés d'étude ou les organismes de recherche constituent des photographies instantanées permettant plus la description de situation que la compréhension de mécanismes. En revanche, certains suivis notamment ceux de l'IRAM (Haut de Sigy, 1969-1970-1988) et de l'ODR PPI permettent d'appréhender ces mécanismes.

#### 4.4.1 Diversité des types de recettes

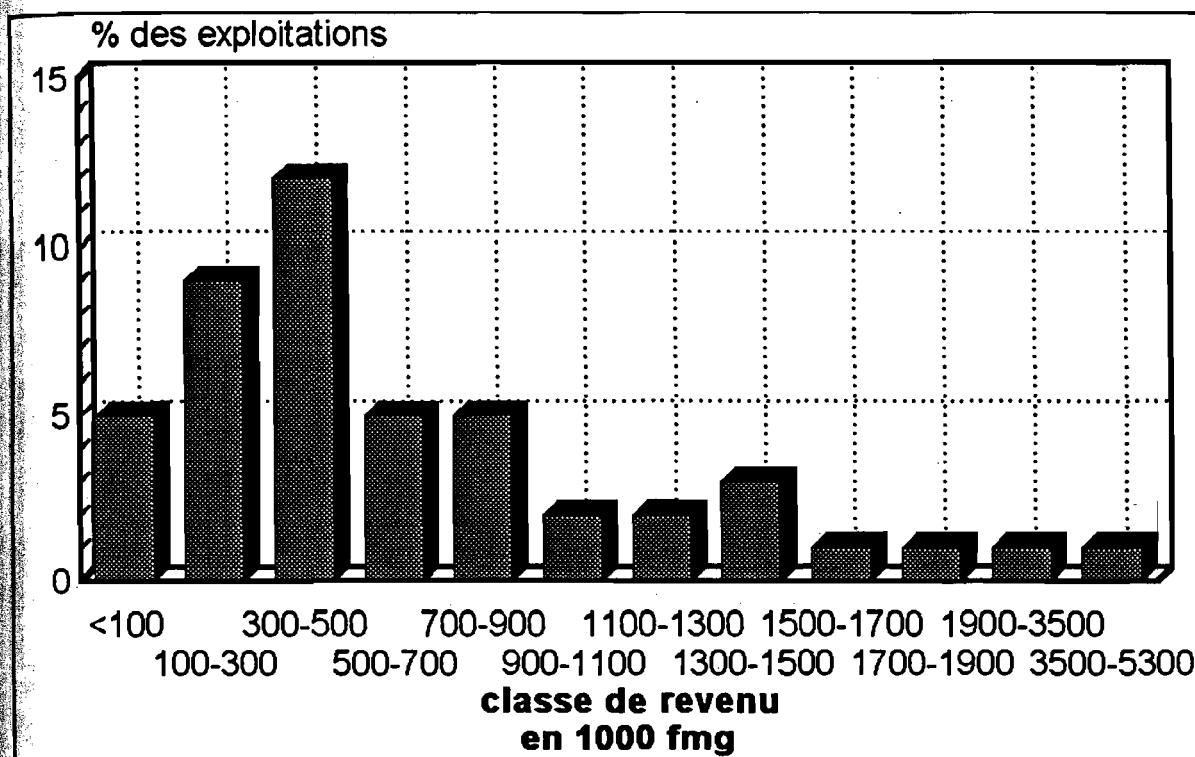


Figure 36 distribution des exploitations en fonction du revenu total

Pour faire face aux dépenses, l'exploitant est donc tenu de réaliser quelques recettes. Les agronomes, géographes et économistes qui étudient le financement de la production agricole sur les Hautes Terres sont toujours frappés par la faiblesse de la proportion des revenus provenant de la vente des productions végétales. Andrianantenaina (1992) étudiant le Fokontany d'Ambohidrano dans une zone proche d'Antsirabe à forte densité de population pense qu'il s'agit d'un phénomène lié à la réduction des surfaces cultivables mais qu'auparavant, "l'agriculture assurait l'essentiel des revenus monétaires des ménages tout en procurant les denrées suffisantes à leur subsistance".

Le montant de ces recettes est très variables selon les exploitations: de celles en autosubsistance quasi totale (quelques dizaines de milliers de fmg par an) à celles dont le produit brut s'exprime en millions de fmg, les exploitations se distribuent dans une large gamme de revenu (cf figure 36).

La comparaison réalisée par Bigot (1992) sur les résultats de l'enquête sur les budgets de 1962 et sur l'enquête rizicole de 1973, remettant en forme les données pour obtenir une cohérence montre bien la similitude des différents postes dont l'importance n'évolue pas dans le temps. (cf figure 37).

La répartition des revenus entre les activités d'élevage, d'agriculture et les activités extra-agricoles est très stable mais représente mal la diversité des situations.

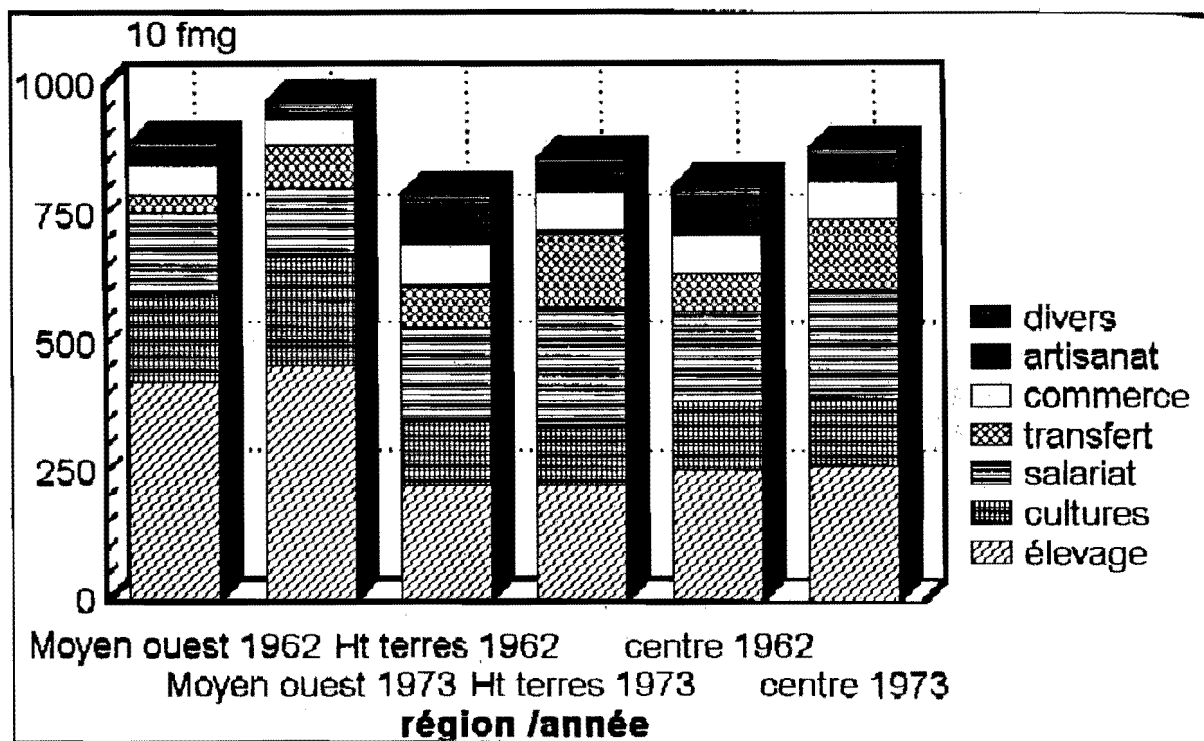


Figure 37 sources de revenus monétaires des ménages ruraux (fmg constants) sur les Hautes Terres et dans le Moyenne Ouest- comparaison 1962 - 1973 d'après Bigot, 1992

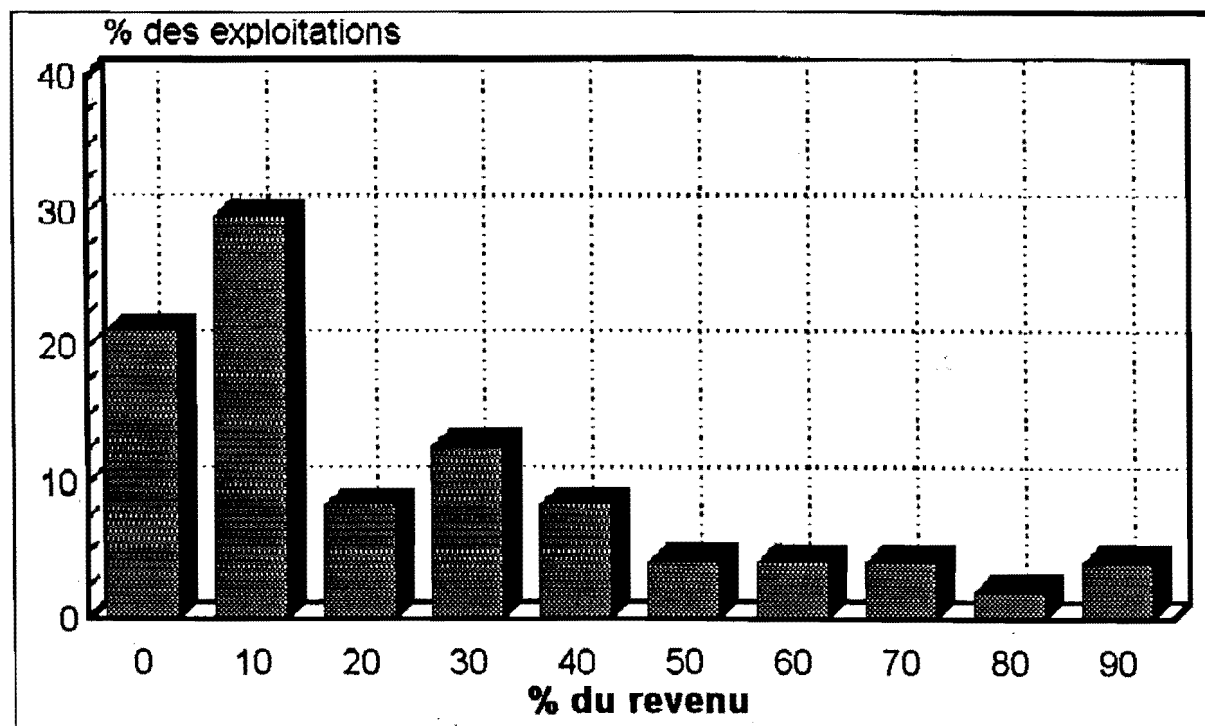


Figure 39 distribution des exploitations en fonction de la part du riz et du paddy dans le revenu (source RD PPI)

Lorsque la répartition des exploitations est examinée poste par poste, une gamme très étendue de situations apparaît: les recettes en riz et paddy représentent 20 % des recettes en moyenne mais 20 % des exploitations ne vendent jamais de paddy alors que pour d'autres, ces ventes

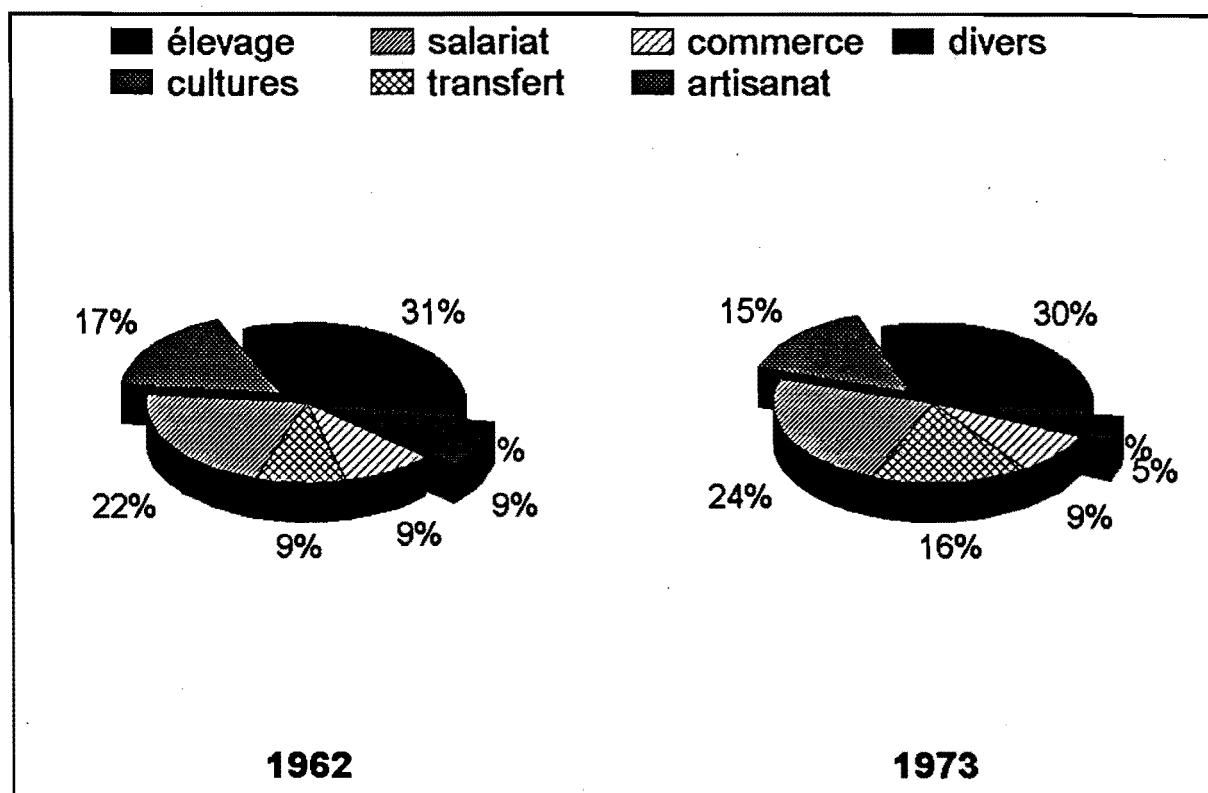


Figure 38 répartition des revenus monétaires des ménages ruraux du centre comparaison 1962 et 1973- fmg courants- d'après Bigot, 1992

représentent 80 % des recettes<sup>226</sup> (figure 39).

Il en va de même pour les produits végétaux autres que le riz (figure 40), les produits animaux (figure 41) et dans une moindre mesure pour les revenus des salaires ou les revenus extra-agricoles (figure 42) ce qui faisait écrire à Marnay cité par Raison (1984) que 49 % des enquêtés<sup>227</sup> n'étaient pas de purs agriculteurs.

Pour Haut de Sigy (1969), l'élément fondamental de l'économie rurale sur les Hautes Terres malgaches n'est pas, un système de production, une combinaison de production et de moyens de production. *"La fonction économique du paysan de ces régions se situe, en effet, au niveau de la combinaison d'activités agricoles et non agricoles pour répondre à deux types de besoins: besoins alimentaires et besoins monétaires"*.

Il paraît évident pour les personnes connaissant bien le fonctionnement des exploitations agricoles de Hautes Terres malgaches que, dans bien des cas, ce n'est pas la vente de productions agricoles qui va permettre de financer la mise en place d'une intensification des cultures.

<sup>226</sup> les exploitations pour les quelles le riz représente une part très importante des recettes se trouvent généralement dans le Moyen Ouest

<sup>227</sup> enquête SATEC SEDES de 1971

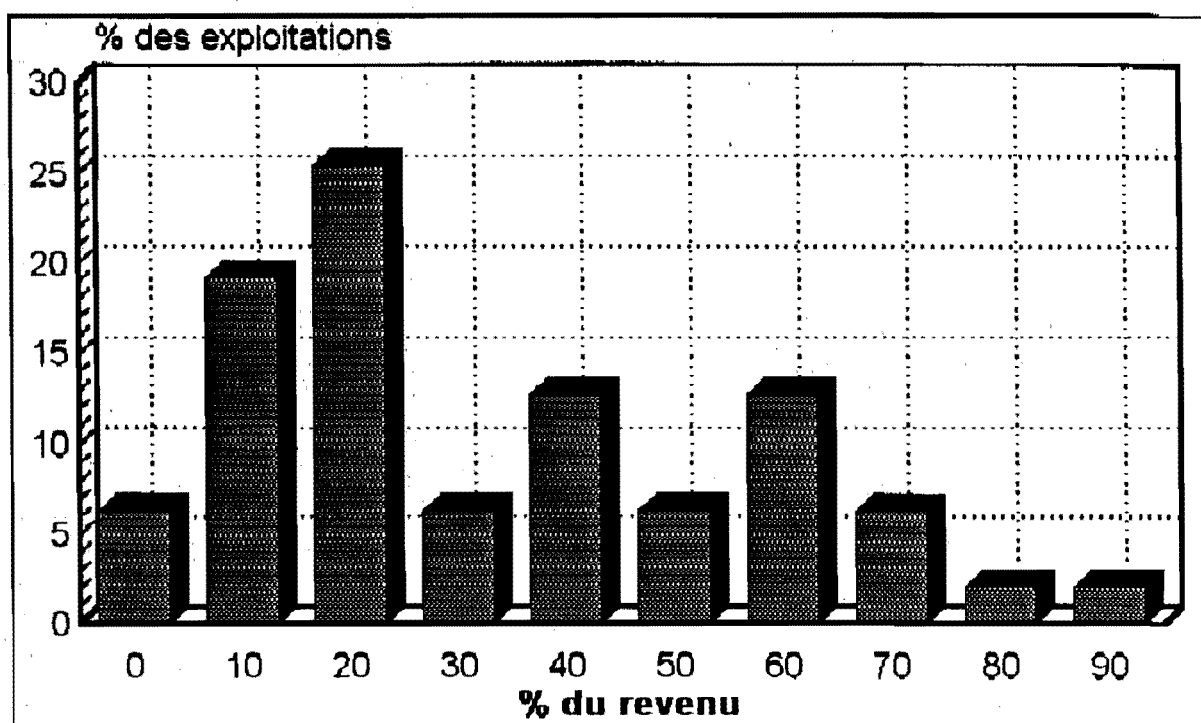


Figure 40 distribution des exploitations en fonction de la part des produits végétaux autres que le riz et le bois dans le revenu (source RD PPI)

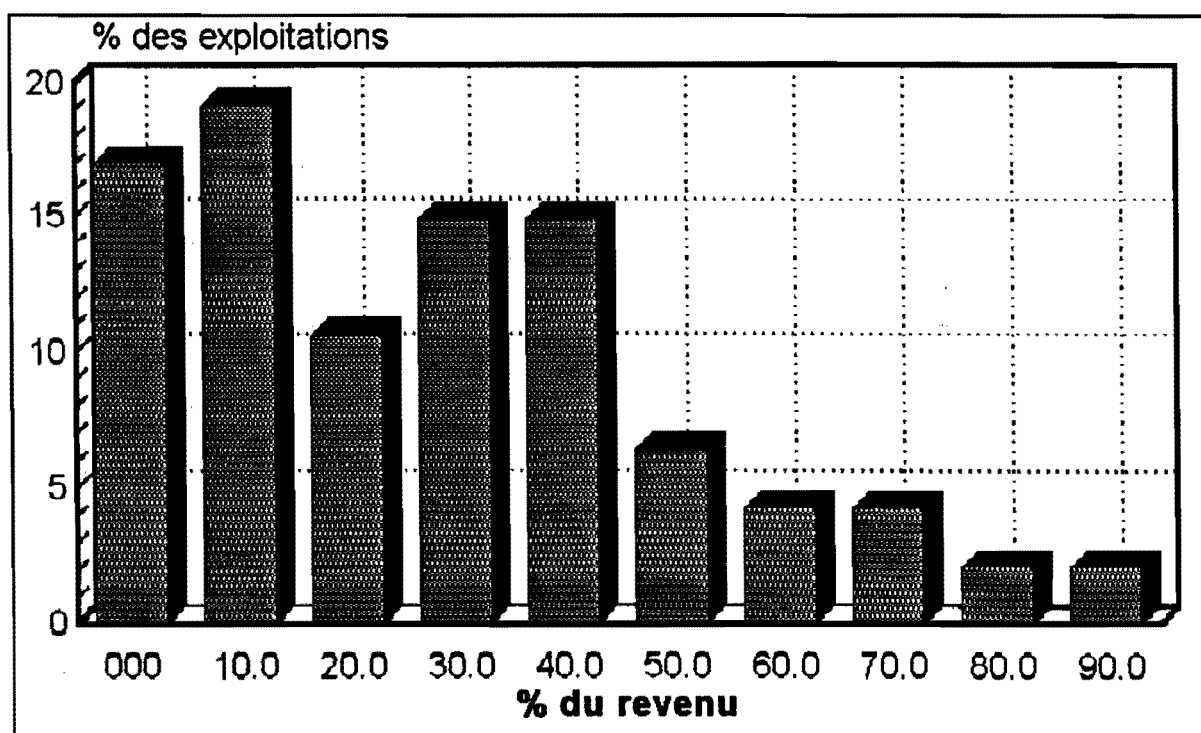


Figure 41 distribution des exploitations en fonction de la part des produits animaux dans le revenu (source RD: PPI)

Dans une simplification paradoxale pour la riziculture des Hautes Terres, Y. Bigot affirme ainsi que le riz est financé grâce à la culture de contre saison, le système rizière par le

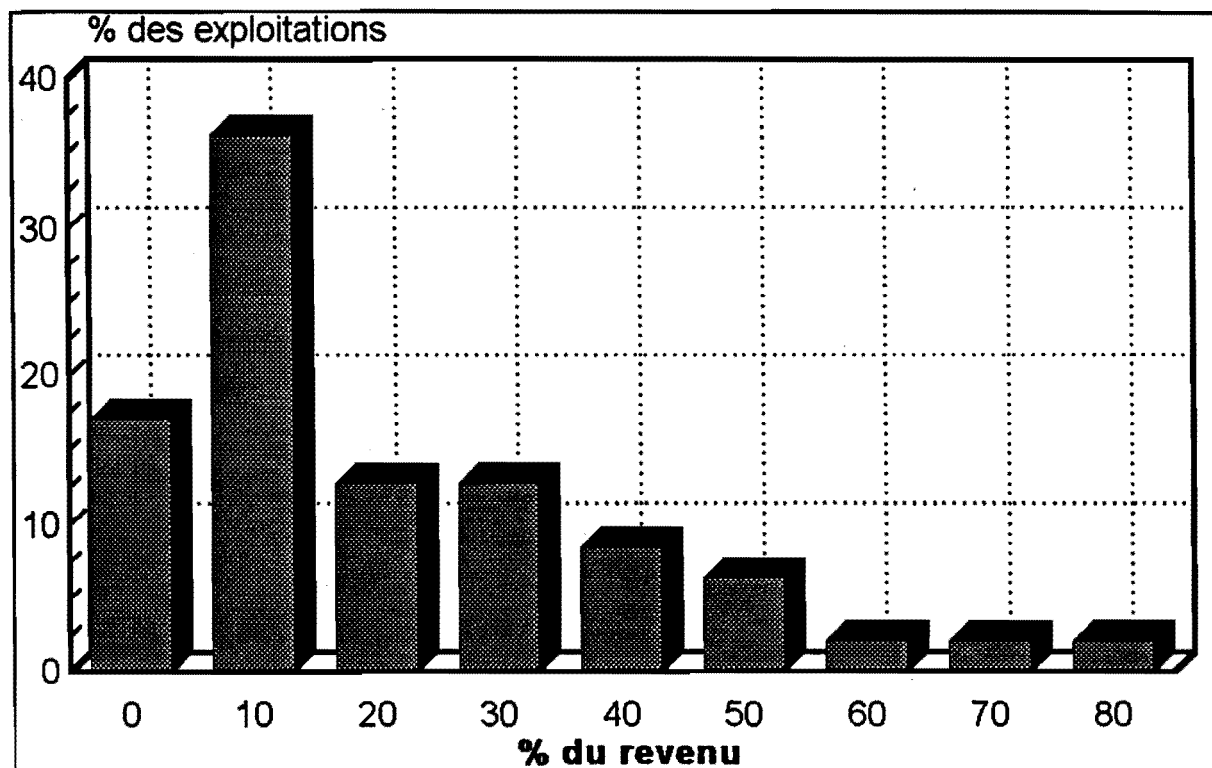


Figure 42 distribution des exploitations en fonction des revenus "autres" (source RD PPI)

système de culture sur tanety, les productions végétales par les productions animales et l'ensemble des productions agricoles grâce aux activités extra-agricoles.

La pluriactivité est une règle générale dans certaines régions, notamment à proximité des villes. Beaucoup des ouvriers des industries d'Antsirabe, des tireurs de "pousse pousse", des chauffeurs de brousse, sont également chef d'exploitation agricole.

La répartition des sources de recette de l'exploitation peut être affinée grâce aux enquêtes sur les neuf nouveaux PPI de l'ODR (645 exploitations), enquêtes pendant lesquelles les sources de revenus non agricoles ont été identifiées (figure 42).

L'ensemble des activités agricoles (y compris le salariat agricole ne représente que 62 % des recettes, une part considérable provenant des autres revenus du ménage (transferts, cadeaux, commerce...).

Aux activités d'agriculture et d'élevage s'ajoute, en effet, une gamme importante d'activité de toutes sortes permettant des rentrées d'argent<sup>228</sup>. Sur les neuf PPI enquêtés par le FOFIFA, en moyenne, seulement 22 % des recettes provenaient de l'agriculture, 31 % de l'élevage. (cf figure 43).

<sup>228</sup> pour plus de détail il est possible de se rapporter avec intérêt dans la thèse de J.P. Raison (1984) à la section sur "la grande variété des modes d'acquisition de numéraire" tome 2 pages 360 à 364.



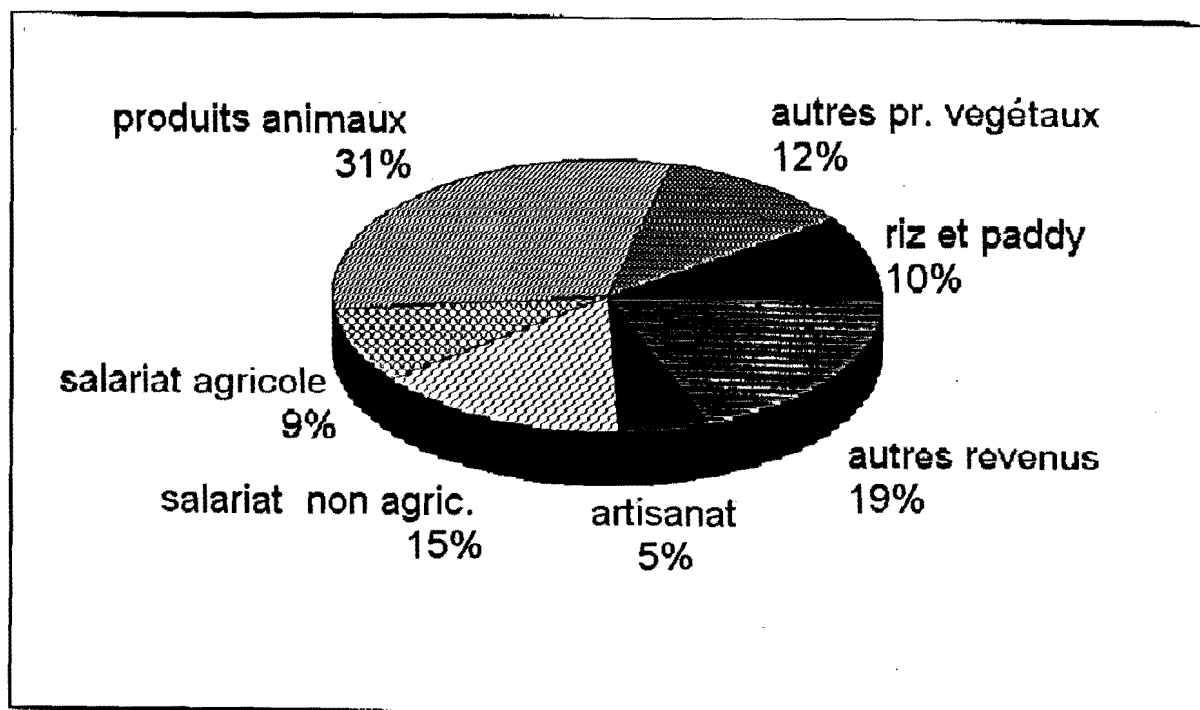


Figure 43 répartition des revenus d'exploitation dans les enquêtes sur les 9 PPI du Vakinankaratra et du Nord Betsileo ( données FOFIFA)

Une des formes les plus fréquente est la vente de sa force de travail (9 % des revenus en moyenne dans les enquêtes sur les 9 PPI: les *mpikarama*<sup>229</sup> sont de plus en plus nombreux à rechercher un emploi à la journée, bien souvent pour pouvoir donner à manger à leur famille le soir même.

Andrianantenaina (1992) cite une forme de salariat témoin d'une très grande pauvreté appelée *mangataka andro*<sup>230</sup>: "c'est une forme de prêt qui consiste à demander une avance d'une certaine somme d'argent contre un remboursement à très court terme (quelques semaines) en service".

Des formes plus organisées consistent en des migrations temporaires en saison creuse<sup>231</sup>. Les données des Avant Projets Sommaires de réhabilitation permettent d'appréhender l'importance des migrations. En 1987, de 3 à 12 % des exploitants (selon les endroits) ont quitté leur périmètre pour aller gagner de l'argent ailleurs. Les grandes destinations sont le Moyen Ouest (Soavinandriana pour le nord de la zone, Ankazomiriotra, Mandoto et Ambatofinandrahana pour ceux du sud), ou surtout le lac Alaotra (Ambatondrazaka et Amparafaravola).

<sup>229</sup> "ceux qui se salarient"; le salariat représente des rentrées d'argent et de nourriture pour 36 % des exploitations à Ambohibary, 25 % à Iandratsay, 15 % à Vinaninony. (source données Gersur Mamokatra remises en forme).

<sup>230</sup> littéralement solliciter une journée (de travail).

<sup>231</sup> les migrations temporaires ou définitives. leurs origines, leurs modalités de réalisation font l'objet de la thèse de J.P. Raison (1984) "Les Hautes Terres de Madagascar et leurs confins occidentaux".

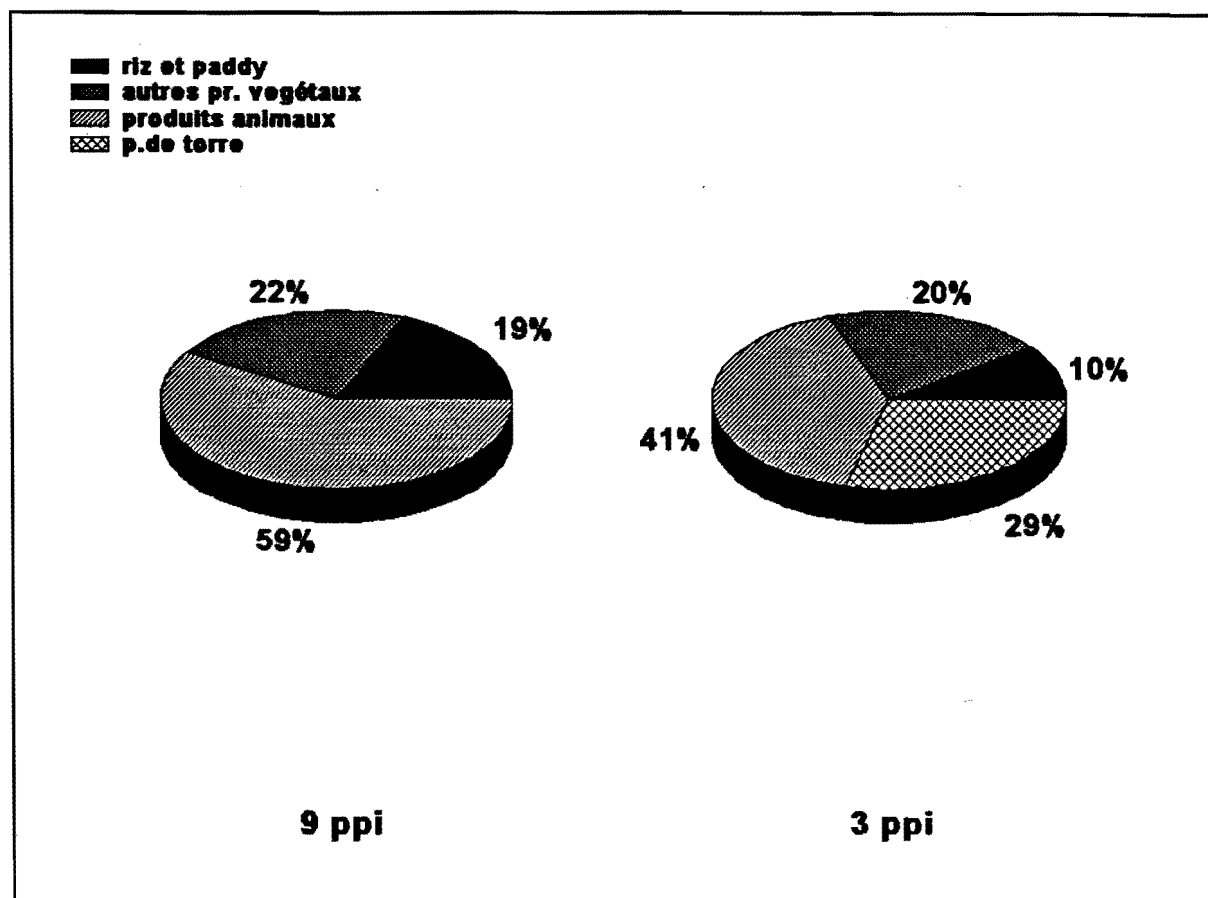


Figure 44 répartition des revenus agricoles: comparaison entre les 3 ppi d'altitude et les données du FOFIFA sur les PPI du Vakinankaratra et du Nord Betsileo

Ils partent dès la fin de la récolte (avril, mai) pour un séjour de un à deux mois comme ouvrier pour la moisson ou comme marchand ambulant. Les problèmes d'insécurité et de paludisme constituent un frein important à ces migrations. Les années de mauvaises récoltes ces phénomènes de migrations temporaires sont cependant amplifiés ce qui a pour effet secondaire d'élever localement le prix de la main d'oeuvre.

La cueillette permet d'apporter un équilibre financier dans beaucoup d'exploitations. Il est fréquent de voir des femmes et des enfants ramasser des brèdes, des fruits de tapia... le matin du marché pour les vendre et pouvoir acheter ce dont ils ont besoin.

L'artisanat sous toutes ses formes est développé non seulement à proximité des villes<sup>232</sup> mais également dans des endroits isolés où les paysans font facilement appel à des spécialistes. Il est possible de distinguer ceux qui oeuvrent dans la construction: fabrication de briques et de tuiles, maçonnerie, menuiserie et charpente, tombeaux. Les forgerons ou les charrons se regroupent souvent en hameaux spécialisés. Les activités de vannerie, de tissage sont réservées aux femmes.

<sup>232</sup> pour le périmètre d'Isaha à côté d'Ambositra, l'artisanat représente une moyenne de 14 % des recettes totales des ménages (données APS 9 PPI).

Les données sur les neuf PPI nous précisent que la proportion d'exploitants considérés comme essentiellement agriculteurs varie de 78 à 95 % selon les périmètres. Les autres sont artisans, commerçants ou exercent une autre activité non agricole. 65 % des exploitants (de 55 à 75 % selon les périmètres) se considèrent comme strictement agriculteurs. Les activités secondaires concernent l'artisanat pour 9 % des ménages (2 à 17 % selon les périmètres) le commerce pour 6 % (2 à 9 %) et les autres activités pour 12 % (4 à 15 %).

Les données sur les périmètres d'Iandratsay, Ambohibary et Vinaninony vont tout à fait dans le même sens mais permettent d'affiner les occupations autres que la production agricole sur sa propre exploitation: salariat agricole pour 15 à 35 % des exploitations, commerce (6 %), mais aussi artisanat (15 %), travail du bois (4 %) et transport (6 %).

La proportion d'agriculteurs "purs" semble donc plus importante que celle que pouvait annoncer Marnay mais la complémentarité entre activité agricole et extra agricoles est certainement très importante pour plus de 30 % des exploitations.

#### **A l'intérieur des recettes, répartition des productions animales et végétales**

Les données sur 652 exploitations des 3 PPI d'altitude (Iandratsay, Ambohibary, Vinaninony)<sup>233</sup> et des 9 PPI permettent d'obtenir des résultats comparables en valeur pour le riz et les productions animales<sup>234</sup>: le riz et le paddy représentent des revenus trois fois moins élevés en moyenne que l'élevage. (figure44).

<sup>233</sup> Pour lesquels il faut noter l'ancienneté et l'importance de l'encadrement de FIFAMANOR et donc de la pomme de terre et du lait.

<sup>234</sup> le riz et le paddy représentent 25000 fmg en moyenne sur les 3 PPI, 29000 sur les 9 PPI, l'élevage 100000 fmg sur les 3 PPI, 92000 fmg sur les 9 PPI. Des différences apparaissent sur les produits végétaux autres que le riz avec 35000 fmg dans les 9 PPI contre près de 120000 sur les 3 PPI dont près de 72000 pour la pomme de terre. Sur la figure, pour les 9 PPI, les pommes de terre ne sont pas distinguées des autres produits végétaux.

#### 4.4.2 Diversité des types de dépenses

##### Part des dépenses pour l'agriculture et l'élevage par rapport au total

L'examen de la proportion des dépenses agricoles dans les dépenses totales fait apparaître la faiblesse de l'allocation des ressources dans la production agricole et dans l'élevage (figure 45). La moyenne s'établit à 20 % des recettes investies dans la production agricole, essentiellement pour payer de la main d'oeuvre.

La comparaison entre périmètres montre une assez grande homogénéité quand à cette proportion: la diversité est beaucoup plus intra-périmètre qu'inter-périmètre.

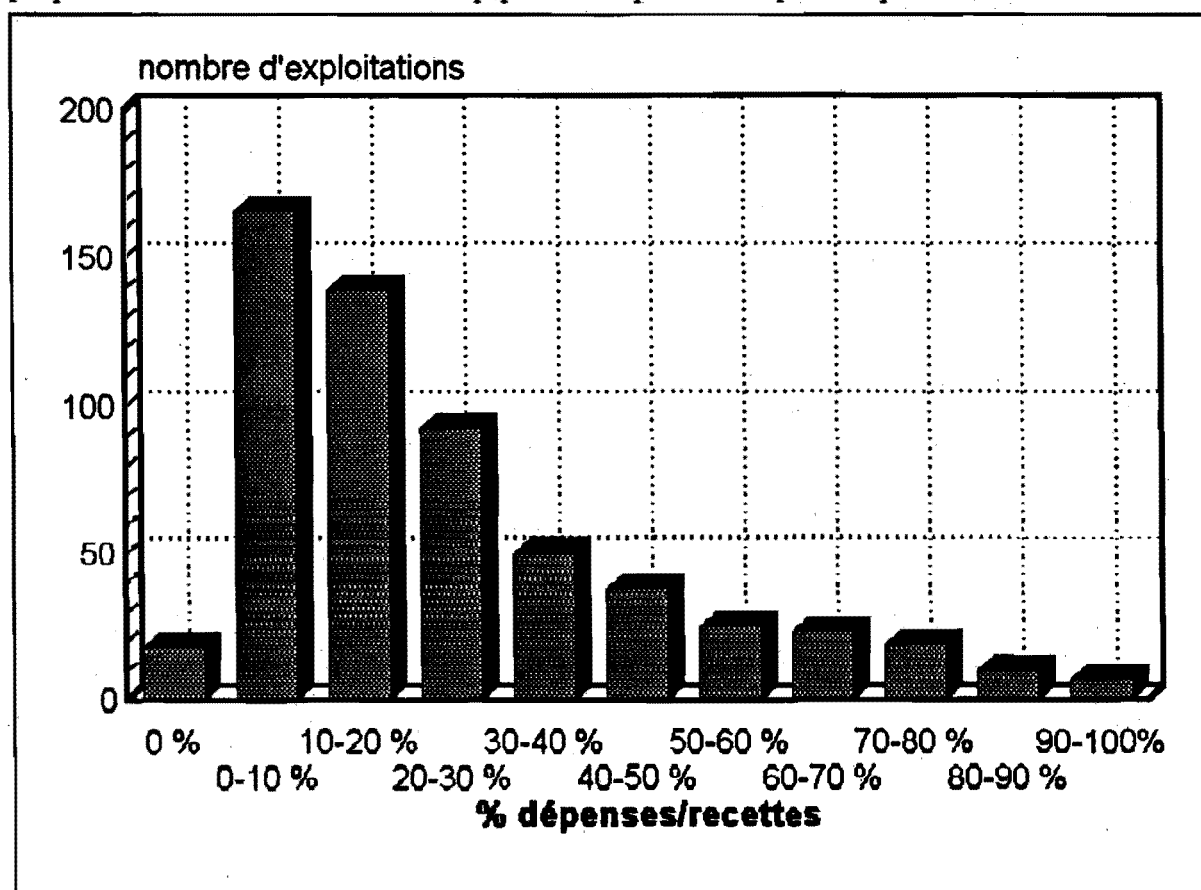


Figure 45 part des dépenses pour l'agriculture et l'élevage par rapport aux recettes totales de l'exploitation (données APS 9 PPI)

Tableau 11 part des dépenses pour l'agriculture et l'élevage dans les dépenses totales en 1988 (les données sont en milliers de fmg, les coefficients de variation entre parenthèse) APS 9PPI

	Faratsiho	Fitakimerina	Ikobona	Onive	Ikianja	Isaha	Ivato
Recettes	698 (199%)	317 (84%)	208 (84%)	577 (306%)	354 (149%)	382 (92%)	271 (134%)
Dépenses pour l'agriculture	121 (148%)	87 (124%)	32 (107%)	90 (151%)	52 (125%)	50 (123%)	30 (127%)
Dépenses pour l'élevage	111 (350%)	0,4 (600%)	4 (506%)	36 (368%)	22 (364%)	0,3 (714%)	18 (565%)
Dépenses agriculture élevage	132 (141%)	87 (123%)	36 (122%)	126 (172%)	74 (128%)	51 (110%)	48 (257%)
% dép. agri-élev / recettes totales	19%	27%	17%	22%	21%	14%	18%

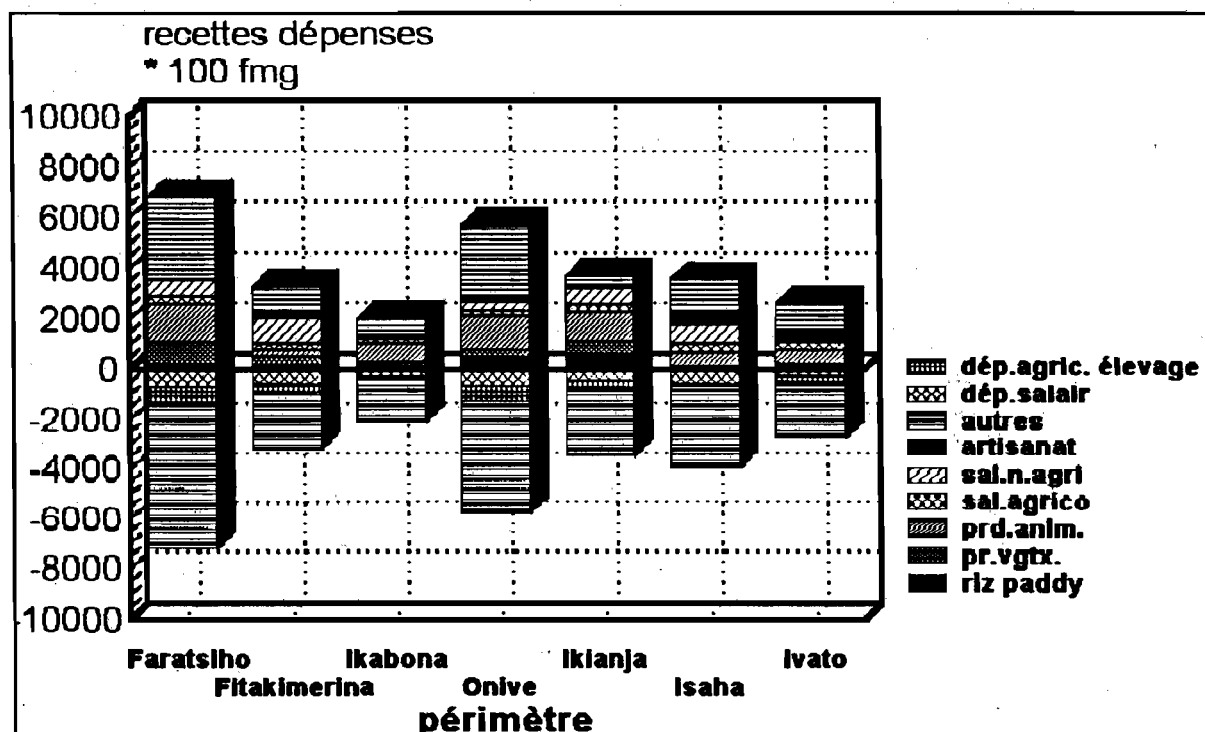


Figure 46 postes annuels de recettes et de dépenses- moyenne annuelle par exploitation, par périmètre (source données FOFIFA sur les 9 PPI)

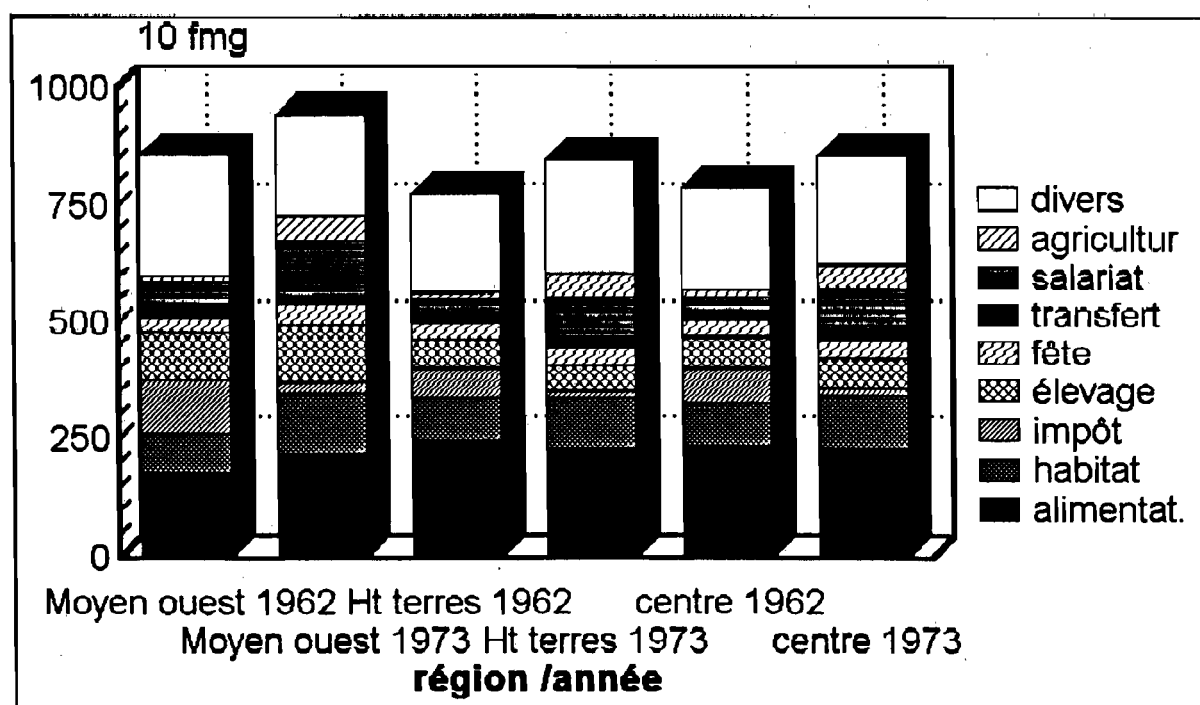


Figure 47 répartition des dépenses monétaires des ménages ruraux- comparaison 1962 et 1973 en fmg courants (d'après Bigot, 1992)

Si la proportion des recettes investies dans la production agricole varie seulement du simple au double (14 % à Isaha, périmètre périurbain d'Ambositra, 27 % à Fitakimerina), il est

possible d'examiner des différences importantes dans les profils moyens recettes dépenses des périmètres. A de faibles potentialités agricoles (surtout du point de vue surface) correspondent de faibles investissements dans l'agriculture et une faible productivité de cette agriculture. (figure 46).

Les données sur les périmètres d'Iandratsay et Vinaninony confirment bien les priorités dans l'utilisation du revenu: 60 à 70 % des recettes sont utilisées pour des dépenses ménagères.

La situation n'a guère changé par rapport à celle de 1962 ou à celle de 1973 dans laquelle la part de l'alimentation représente, paradoxalement pour des exploitations qui pourraient vivre en autarcie, le poste de dépense le plus important (figures 47 et 48). La comparaison entre les données de 1962 et celles de 1973 fait tout d'abord apparaître une forte diminution du poste impôts (qui passent de 9 % des dépenses à 2 %).

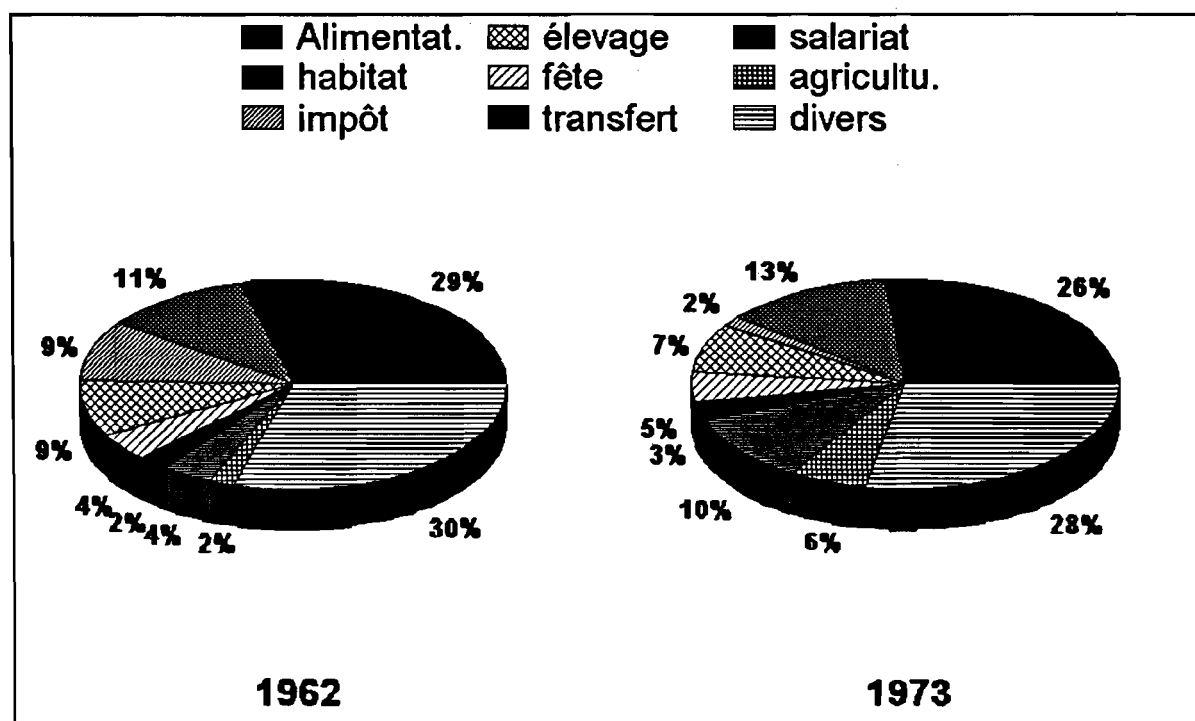


Figure 48 répartition des dépenses monétaires des ménages ruraux du centre de Madagascar- comparaison 1962-1973 (d'après Bigot, 1992)

Les dépenses pour l'élevage (9 % en 1962, 7 % en 1973) sont supérieures aux dépenses pour les intrants agricoles<sup>235</sup> (2 % en 1962, 6 % en 1973). Il est possible d'observer une régression des dépenses en élevage en 1988 dans les données APS 9PPI du tableau 11. Cela semble confirmer l'ancienneté de la faiblesse des dépenses pour l'agriculture due à une capacité de financement très faible.

<sup>235</sup> cette augmentation est due à l'action des URER pour la promotion des intrants .

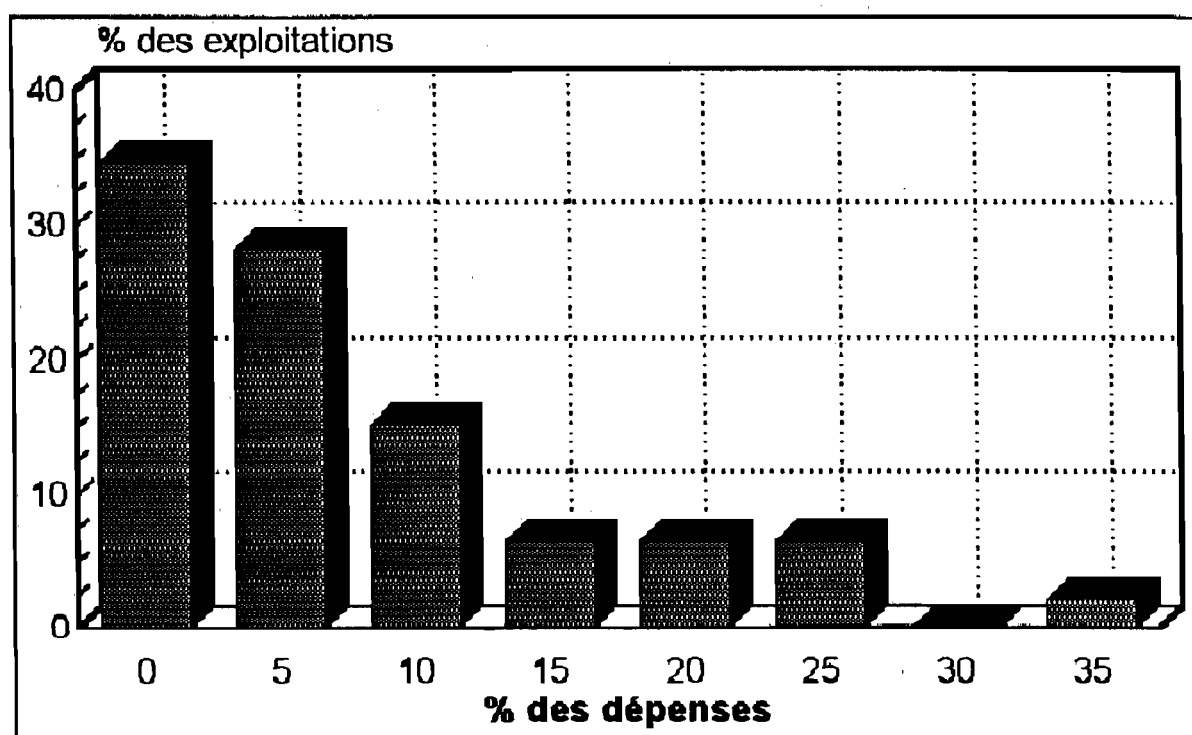


Figure 49 distribution des exploitations en fonction de la part du riz dans les dépenses (source RD PPI)

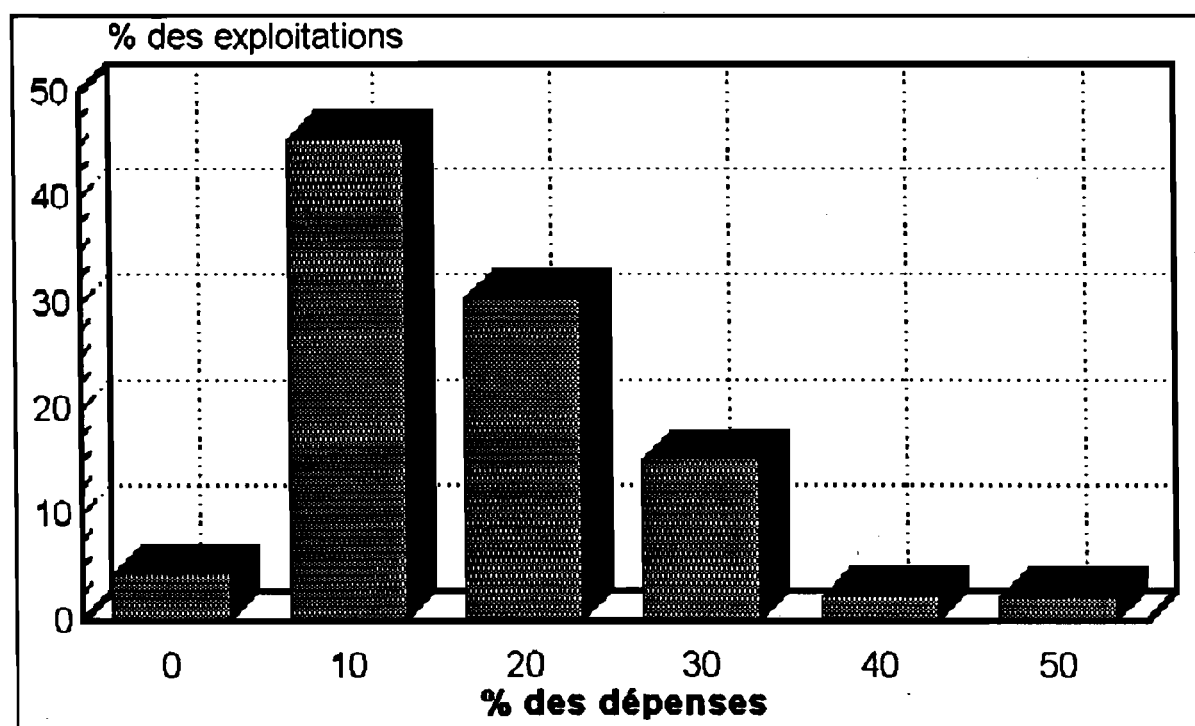


Figure 50 distribution des exploitations en fonction de la part des produits animaux dans les dépenses (source RD PPI)

Les suivis budget sur les exploitations de référence (cf 22) apportent des précisions quant à la distribution des unités socio-économiques de base dans les postes de dépenses. La diversité des situations est mise en évidence: si 35 % des ménages n'achète pas de riz, certaines

consacrent à son achat jusqu'à 35 % des revenus (figure 49). Ce phénomène est encore plus fort pour les produits animaux<sup>236</sup> et les salaires<sup>237</sup> (figures 50 et 51).

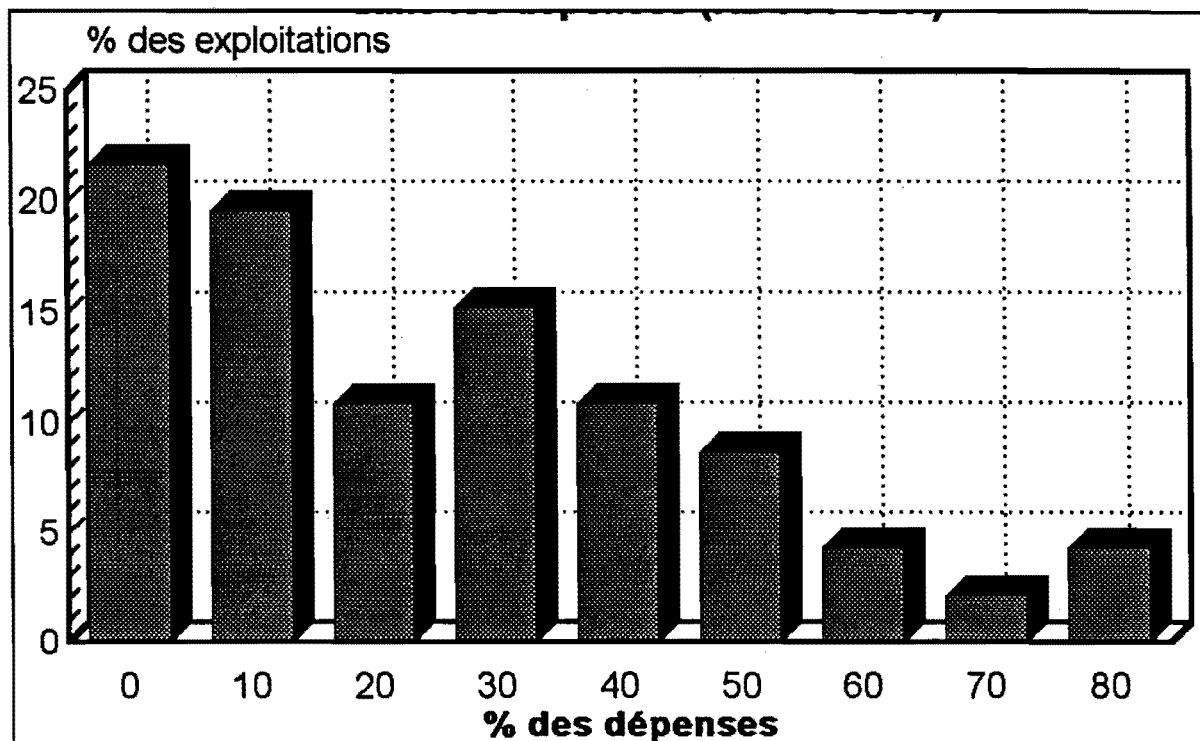


Figure 51 distribution des exploitations en fonction de la part des salaires dans les dépenses (source RD PPI)

### Etude des dépenses pour l'agriculture

Malgré la faiblesse de l'allocation des ressources pour la production agricole, (13 à 27% des recettes dans le tableau 11), il est important d'examiner la composition de ces dépenses.

#### L'exemple des dépenses pour la riziculture sans contre saison: disparité selon les périmètres:

L'analyse de 1533 parcelles de rizières lors des APS<sup>238</sup> permet de comparer les dépenses en espèces et en nature pour 4 périmètres. Le repiquage, pour les dépenses en nature comme en espèce semble le seul poste pour lequel il existe une homogénéité entre les périmètres. De façon régulière, ce poste représente la partie la plus importante (de 16 % à Ambohibary à 27 % à Vinaninony et Iandratsay). De grandes différences existent pour les autres charges notamment la préparation du sol, la location de matériel, l'engrais et les traitements phytosanitaires (figure 52).

<sup>236</sup> Les dépenses en produits animaux comportent aussi bien les achats d'animaux pour une production animale que les achats de viande, lait... pour la consommation.

<sup>237</sup> ces dépenses sont sans doute légèrement surestimées en proportion: les paysans n'oublient jamais de les noter par opposition à d'autres dépenses.

<sup>238</sup> APS 4 PPI Gersar Mamokatra 1987.



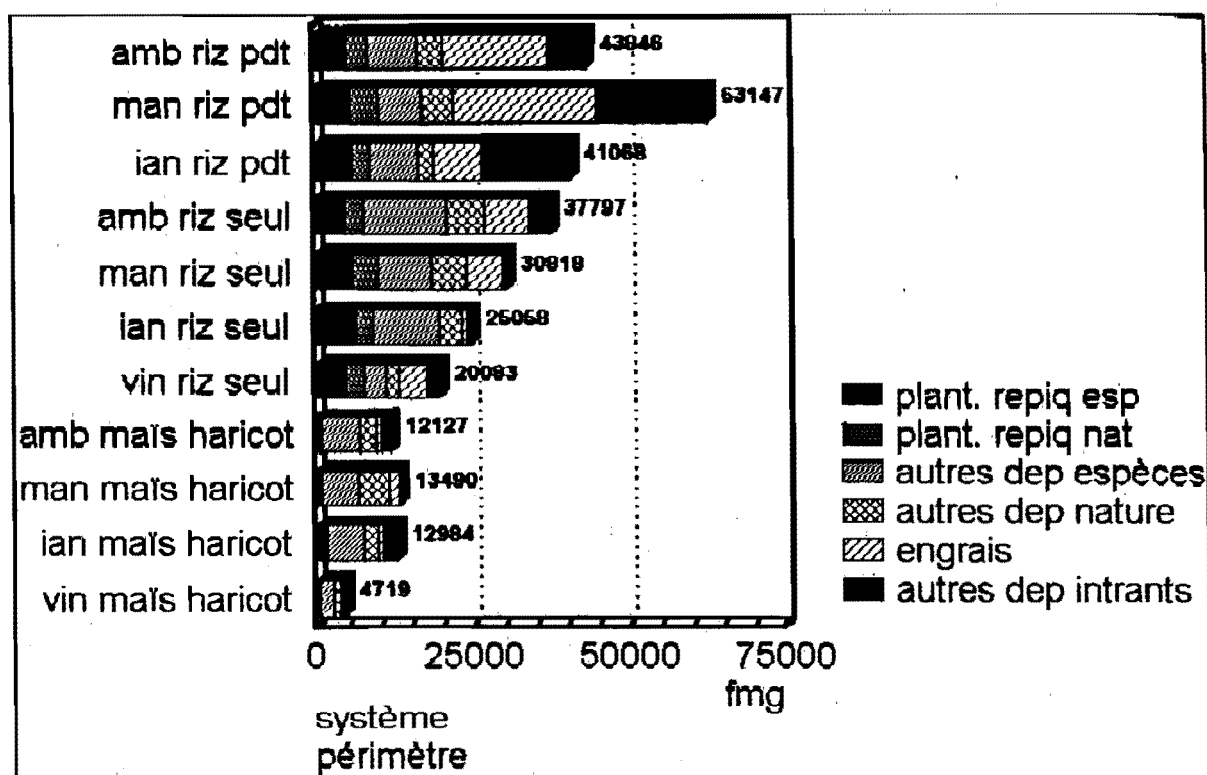


Figure 52 comparaison des postes de dépense (en fmg/ha) en espèce, en nature et en intrants pour 3 types de systèmes de culture selon les périmètres (données APS 4 PPI)

La proportion des dépenses en nature par rapport aux dépenses totales pour la riziculture sans contre saison, variant de 18 % à Ambohibary à 33 % à Manandona, présente une certaine stabilité (figure 53).

La comparaison entre les systèmes de culture les plus fréquemment trouvés sur la région rend relativement homogène les différences interpérimètres (entre le périmètre présentant les dépenses les plus faibles et celui présentant les dépenses les plus fortes, la relation de 1 : 1.5 pour la rotation riz pomme de terre, 1 : 2 pour le riz seul, 1 : 3 pour le maïs haricot) pour mettre l'accent sur de fortes différences entre systèmes de cultures. (figure)

La figure 52 permet d'estimer les différences entre systèmes de culture, tous périmètres confondus. Les charges par hectare sont beaucoup plus importantes pour les systèmes incluant la pomme de terre que pour les systèmes avec maïs. Les comportements dans l'allocation des ressources intègrent les réponses spécifiques à l'intensification ainsi que la possibilité d'un revenu correct, une tradition ou une possibilité de consommation.

Les niveaux moyens de charge par hectare sont très faibles (6000 fmg/ha à 50000fmg/ha). A l'intérieur de cette faiblesse générale, il est possible de distinguer différents niveaux de diversité: diversité entre périmètres, diversité à l'intérieur d'un périmètre entre exploitations, à l'intérieur d'une exploitation entre systèmes de culture ou même entre parcelles pour un système de culture identique.

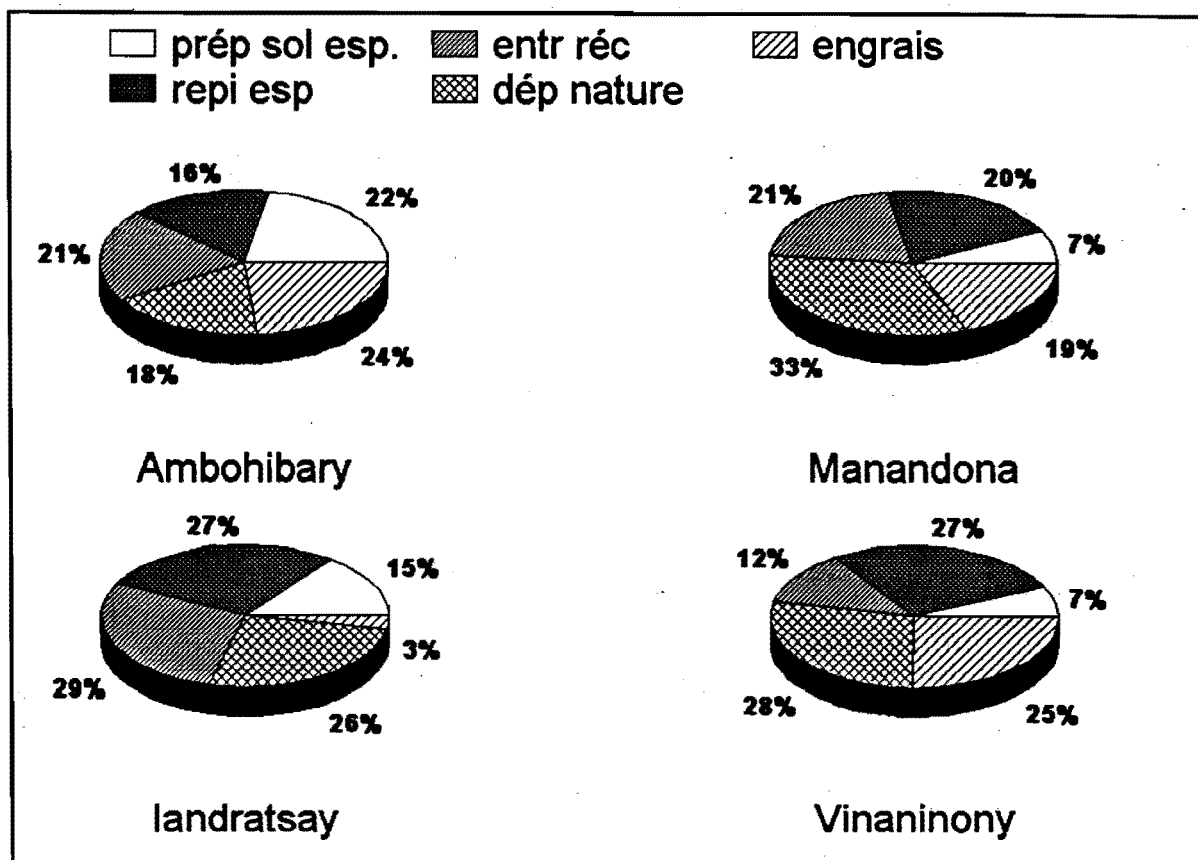


Figure 53 comparaison des proportions de postes de dépenses pour la riziculture sans contre saison (source APS 4 PPI)

L'étude des dépenses monétaires ou en nature ne permet cependant pas de saisir toutes les charges pour la culture. Manquent en particulier, la main d'œuvre familiale, le travail des animaux de l'exploitation et les ressources fabriquées par l'exploitation. La compréhension des stratégies paysannes d'affectation des ressources monétaires et du paddy<sup>239</sup> reste cependant fondamentale.

<sup>239</sup> essentiel des dépenses en nature, facile à convertir en monnaie, utilisé traditionnellement pour le repas des travailleurs journaliers.

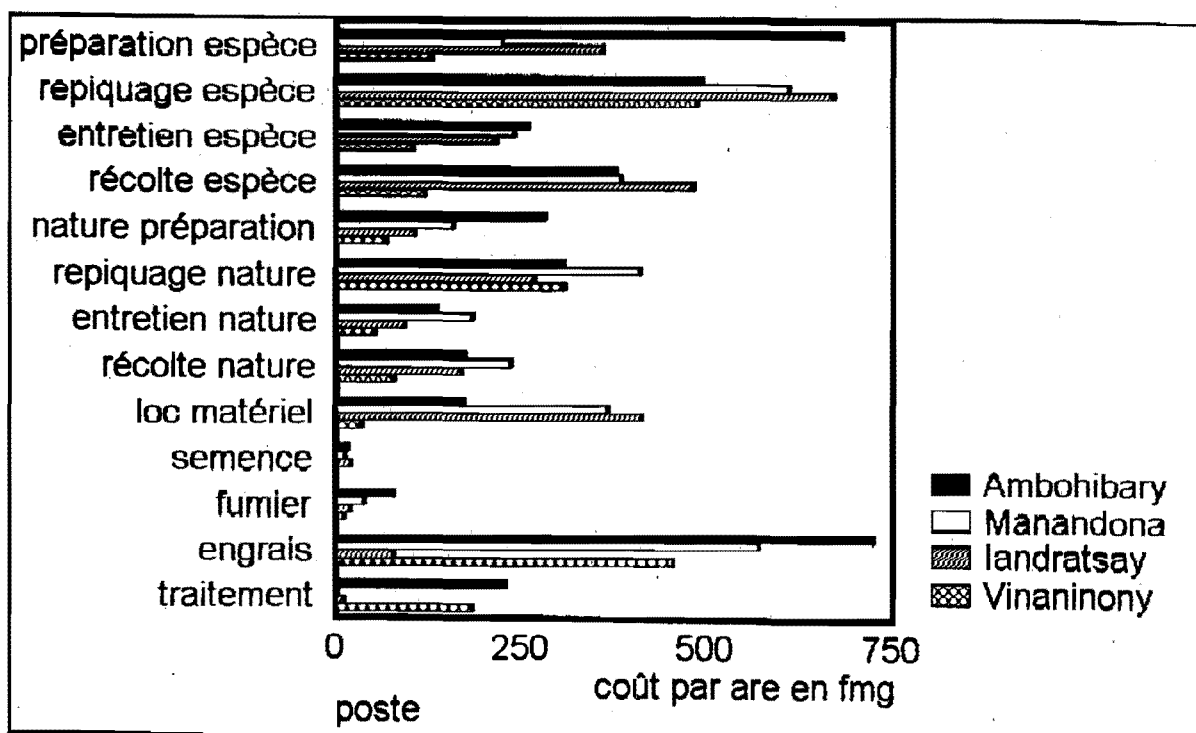


Figure 54 coût comparé des postes de dépense pour la culture du riz sans contre saison selon les périmètres (source données APS 4 PPI)

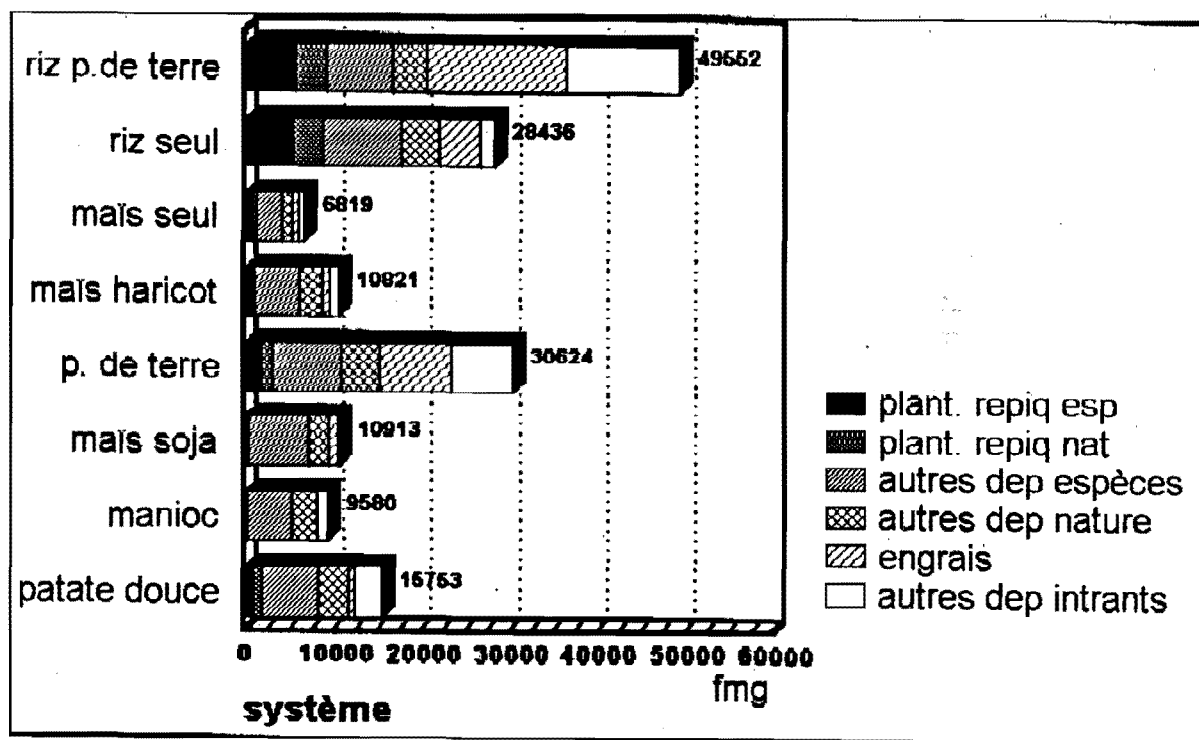


Figure 55 comparaison des postes de dépenses (fmg/ha) en espèces, en nature et en intrants- moyenne des 4 PPI du Vakinankaratra (données APS 4 PPI)

### 4.4.3 Les mécanismes de fonctionnement

Les données précédentes sont intéressantes parce qu'elles indiquent la répartition des différents postes de dépenses et de recettes ainsi que leur évolution lorsque des comparaisons diachroniques sont possibles. Elles sont insuffisantes pour comprendre les mécanismes de fonctionnement qui ne peuvent être appréhendés que par des suivis ou par la connaissance approfondie des exploitants: comment financer l'installation de telle culture sur telle parcelle? Quelle est la capacité d'épargne? Comment rembourser un crédit?

Sans pouvoir rentrer dans les détails de fonctionnement de chaque exploitation, quelques grands traits peuvent être dégagés:

Le premier point est lié à la méthode employée lors des suivis pour faire noter aux paysans ce qu'ils reçoivent et ce qu'ils dépensent. Malgré une monétarisation relativement élevée des échanges, c'est une pratique très peu utilisée même chez les petits commerçants qui calculent de façon très sommaire les stocks, les produits, les marges. Ces enregistrements ne sont jamais réalisés à plus forte raison, chez les paysans moins aisés. Le budget du ménage est, bien entendu, intimement lié à celui de l'exploitation.

L'interdépendance des différentes activités de l'exploitation a déjà été décrite. Elle constitue un des principes fondamentaux du fonctionnement.

Un autre point caractéristique est l'existence systématique de soldes de trésorerie proche de zéro. A une dépense correspond une recette. Petites recettes pour petites dépenses, il est fréquent de voir des paysans ramasser des brèdes le matin du marché pour pouvoir y acheter des *kojakoja* (petites choses). A de plus grosses dépenses (scolarité, voyage...) pourront correspondre des ventes d'animaux, de récolte, de bois ou lorsque rien n'est disponible, à des récoltes sur pied. Les dépenses sont saisonnalisées sur les recettes, plus importantes au moment des récoltes des cultures de saison ou de contre saison.

L'examen, transaction par transaction d'exploitation comme IA2<sup>240</sup> permet de s'apercevoir que chaque semaine, le chef d'exploitation part au marché avec quelques poules, canards oeufs et qu'il revient en ayant dépensé la quasi totalité du produit de ses ventes en alimentation, vêtements, produits de première nécessité.

Le solde de trésorerie nul est également du à la forme d'épargne en nature: élevage qui permettra une rentabilité bien plus forte que n'importe quelle caisse d'épargne<sup>241</sup>, objets susceptibles d'être écoulés facilement en cas de besoin urgent<sup>242</sup> ou dans du paddy.

La constitution de stock, même minimales, notamment pour les produits de première nécessité est une pratique peu courante. Les ventes de pétrole, huile, sel, se font avec de toutes petites

<sup>240</sup> les sigles contenant deux lettres et un chiffre correspondent à l'identification d'une des 50 exploitations de référence pour lesquelles un certain nombre de suivis étaient réalisés par l'équipe RD PPI ODR.

<sup>241</sup> mais présentera aussi un risque plus élevé.

<sup>242</sup> par exemple dans des bijoux (Andrianantenaina 1992).

unités de mesure correspondant à des dépenses de quelques ariary<sup>243</sup> ce qui permet aux commerçants de pratiquer des prix unitaires élevés.

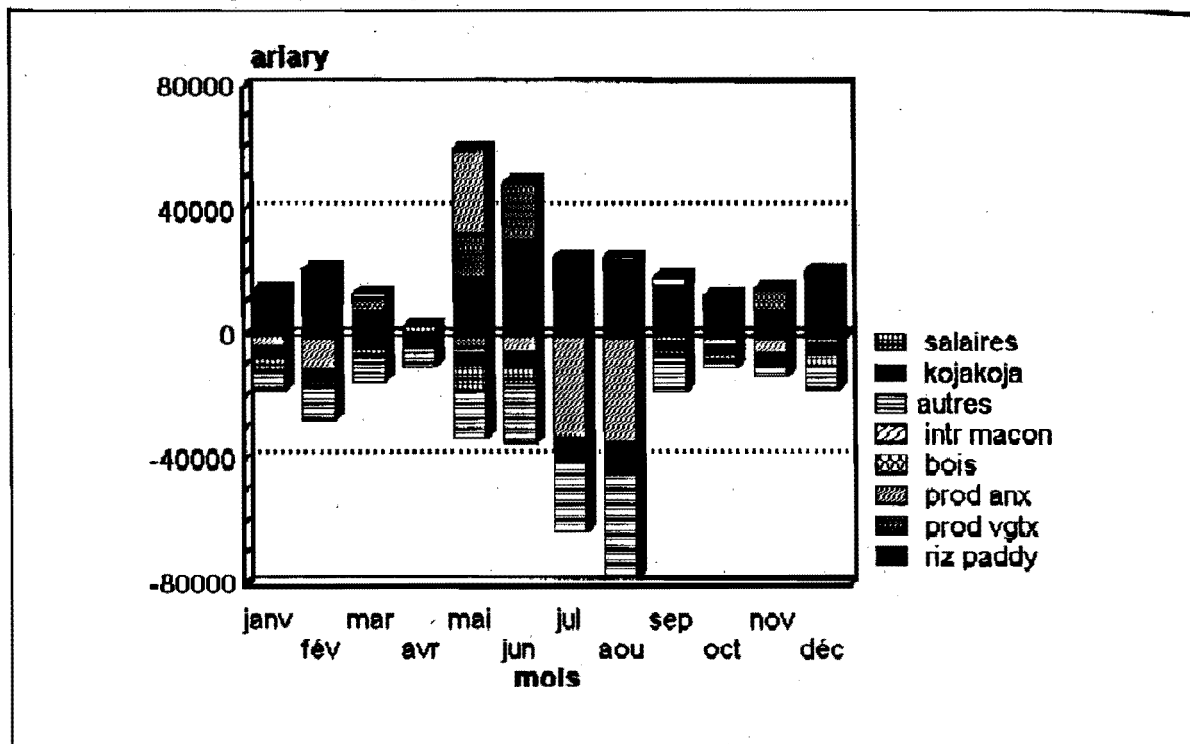


Figure 56 entrées et sorties mensuelles de l'exploitation SA3 en 1991 source RD PPI

Quatre grands types de fonctionnement d'exploitation peuvent être identifiés.

A partir du suivi des transactions monétaires des exploitations de référence (année 1991), une typologie de fonctionnement a été réalisée avec une analyse en composantes principales suivie d'une classification hiérarchique.

- 47 exploitations de référence sur les dix hameaux test ont été utilisées
- l'ensemble des transactions a été regroupé en 10 grandes parties
  - \* riz et paddy
  - \* produits animaux
  - \* travail
  - \* blé triticale orge
  - \* animaux
  - \* matériel, foncier
  - \* autres produits végétaux
  - \* intrants
  - \* crédit
  - \* autres
- en deux opérations (recette et dépenses et agrégé mensuellement)

Pour certains postes (recette riz - paddy, autres produits végétaux, travail) une saisonnalisation a été conservée (agrégation trimestrielle). Pour les autres une agrégation annuelle a été réalisée ce qui a permis de décrire chaque exploitation avec 38 variables.

L'analyse en composante principale fait ressortir sur les trois premiers axes trois stratégies indépendantes (cf en annexe les tableaux et représentations des variables sur les axes).

<sup>243</sup> un ariary est égal à 5 fmg. C'est l'unité de compte des paysans.

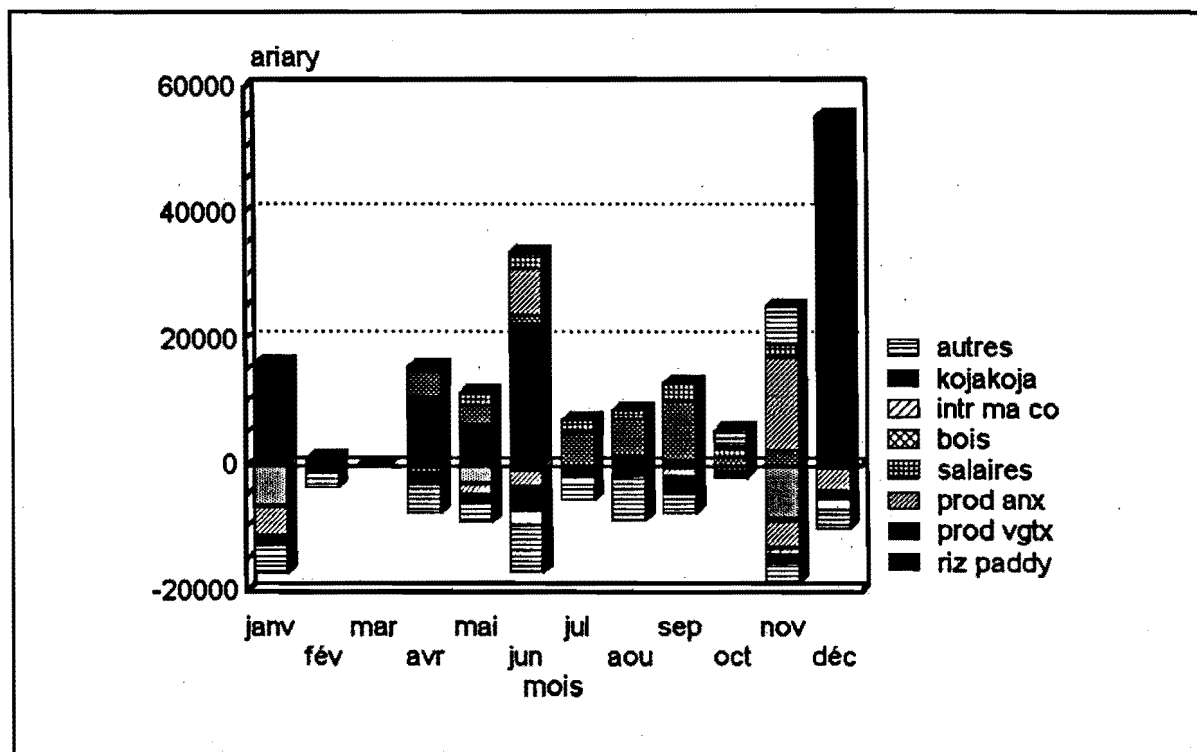


Figure 57 entrées et sorties mensuelles de l'exploitation SA1 en 1991 source RD PPI

- Le premier axe est caractérisé par les recettes en riz et en paddy, les achats d'animaux, de matériel, de foncier, les dépenses en travail et en autres dépenses. Il permet d'identifier les riziculteurs.
- Le deuxième axe est caractérisé par des recettes en produits végétaux (premier, deuxième et quatrième trimestre) en blé triticale, en produits animaux et par les dépenses en travail. Il permet d'identifier les exploitations diversifiées pour le marché.
- Le troisième axe est caractérisé par des recettes en travail (premier et deuxième trimestre) et en autres recettes (recours au travail et aux autres recettes pour équilibrer les dépenses de l'exploitation).

A partir de ces analyses, quatre grands types peuvent être identifiés.

**Le premier type, le rizicole,** contient les exploitations vivant de la riziculture. Disposant d'une surface en rizière par personne suffisante pour dégager des excédents rizicoles, ces exploitations peuvent

- stocker la quantité nécessaire à leur consommation et vendre l'excédent,
- vendre une certaine quantité de paddy pour investir dans l'élevage,
- utiliser le système des greniers communs villageois en stockant une certaine quantité de paddy en contrepartie de laquelle ils reçoivent un crédit.

Ce type d'exploitation est surtout concentré dans le Moyen Ouest (Soavina pour l'échantillon RD PPI ODR). Généralisé autrefois, ce type d'exploitation est en voie de disparition du fait des héritages et de la difficulté pour réaliser de nouveaux aménagements rizicoles. Deux profils mensuels "recettes - dépenses"<sup>244</sup> peuvent illustrer ce type. Chez SA3 (figure 56), à chaque besoin d'argent correspond le déstockage d'une petite quantité de paddy tout au long de l'année. Les comptes sont équilibrés par le paddy qui permet d'acheter des animaux, de payer des salaires. Chez SA1 (figure 57), le paddy est vendu au moment de la récolte, une grande partie est stockée et vendue quand les cours du riz ont augmenté sur les marchés.

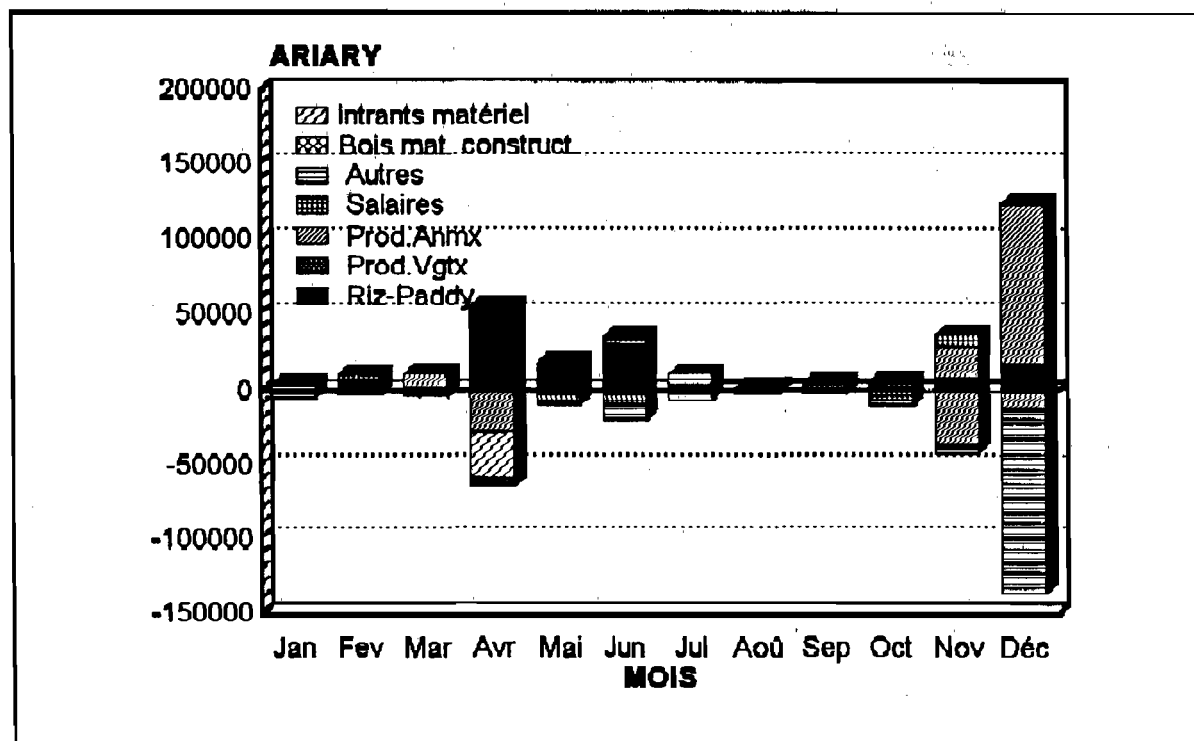


Figure 58 entrées et sorties mensuelles de l'exploitation MA1 en 1991 source RD PPI

**Le deuxième type d'exploitation, le polyproductif,** est caractéristique de la complémentarité des activités dans les systèmes de production: les produits du système rizière, du système *tanety*, de l'élevage, du bois, du salariat permettent d'équilibrer les comptes. Chez MA1 (figure 58), le riz, les autres productions végétales, l'élevage et les salaires permettent de façon à peu près équilibrée de faire face aux dépenses de toute sorte. Chez AA2 (figure 59), le riz n'apparaît que très faiblement. Les salaires, produits animaux, productions végétales, fabrication de briques contribuent de façon équilibrée aux recettes.

**Le troisième type d'exploitation, diversifié pour le marché,** vit essentiellement de l'agriculture mais ses revenus proviennent d'une spéculation autre que le riz. Ces exploitations ne pouvant subvenir à leur besoins grâce au riz (surface rizicultivable par

<sup>244</sup> ces graphiques sont obtenus par agrégation de l'ensemble des transactions de l'exploitation par poste, par opération (achat ou vente) et par mois. Ils permettent de représenter en quantité et en qualité les recettes et les dépenses d'une exploitation. Les mois sont mis en abscisse, les recettes au dessus de l'axe horizontal, les dépenses en dessous. Les différents postes sont donc empilés les uns sur les autres, mois par mois avec en haut tout ce qui est entrée d'argent, en bas tout ce qui est sortie.

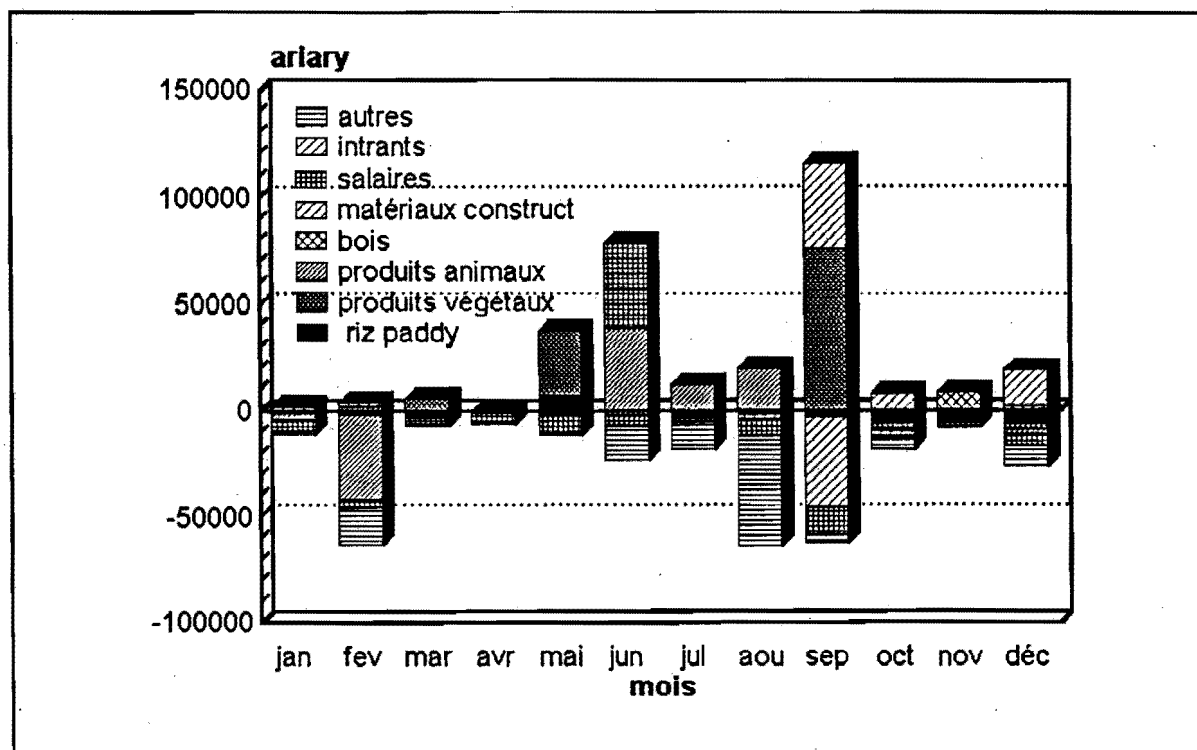


Figure 59 entrées et sorties mensuelles de l'exploitation AA2 en 1991 source RD PPI

personne insuffisante) ont profité de la densité d'encadrement et des actions d'accompagnement (démonstrations, crédit, approvisionnement, organisation de la commercialisation) pour intégrer dans leur système de production ces spéculations qui peuvent être vendues à un cours intéressant. Les exploitations de ce type fonctionnent parfois comme de petites entreprises: grâce à des ressources généralement suffisantes, elles sont capables de prendre le risque d'investir pour obtenir de meilleurs résultats.

Chez MA2 (figure 60) les ventes de riz sont importantes de mars à mai puis les ventes d'orge au mois de décembre permettent de faire face aux besoins. Chez IB1, ce sont également les cultures de contre saison qui permettent de faire face aux besoins.

**Le quatrième type d'exploitation, le dépendant de transferts, vit grâce à des revenus extra-agricoles.** Beaucoup de sous types sont identifiables de ceux qui ont de la famille en ville avec une activité régulière à ceux qui pratiquent eux mêmes une activité en dehors de l'agriculture.

Selon le type de fonctionnement, les besoins d'appui pour le développement ne seront pas les mêmes. Les exploitations de type 1, rizicole, ne rechercheront pas d'intensification tant que les surfaces sont suffisantes. Bien souvent, la réalisation d'un ou deux sarclages apporterait déjà des suppléments de rendements appréciables. Il n'en est pas de même pour les exploitations de type 3, diversifiées pour le marché, souvent très dépendantes de la filière de leur spéculation de rente par l'intermédiaire du rapport coût des intrants / prix des produits. Les exploitations de type 2, polyproductif équilibrant leur budget par un ensemble de productions agricoles, sont plus autarciques et donc moins dépendantes de ce rapport. Les organismes de développement cherchent à faire basculer ces exploitations dans le type 3,



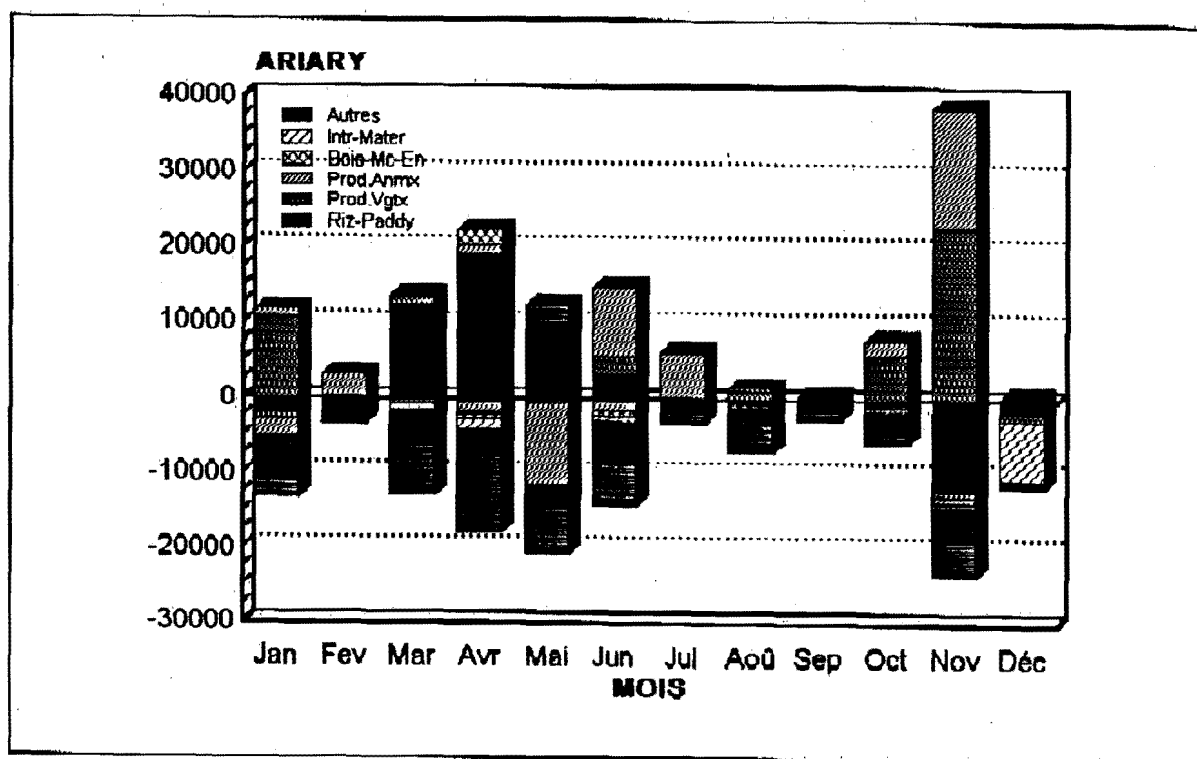


Figure 60 entrées et sorties mensuelles de l'exploitation MA2 en 1991 source RD PPI

notamment par l'intermédiaire du crédit. A l'occasion d'une succession, les exploitations de type 1, rizicole peuvent passer dans le type 2 ou dans le type 3. Les exploitations de type 4, dépendant, sont moins sensibles aux actions de développement et aux prix dans les filières.

Les analyses des 47 comptes d'exploitations de référence pendant deux ans avec plus de 50 000 transactions codées par 15 variables permettent de classer chaque exploitation dans un type:

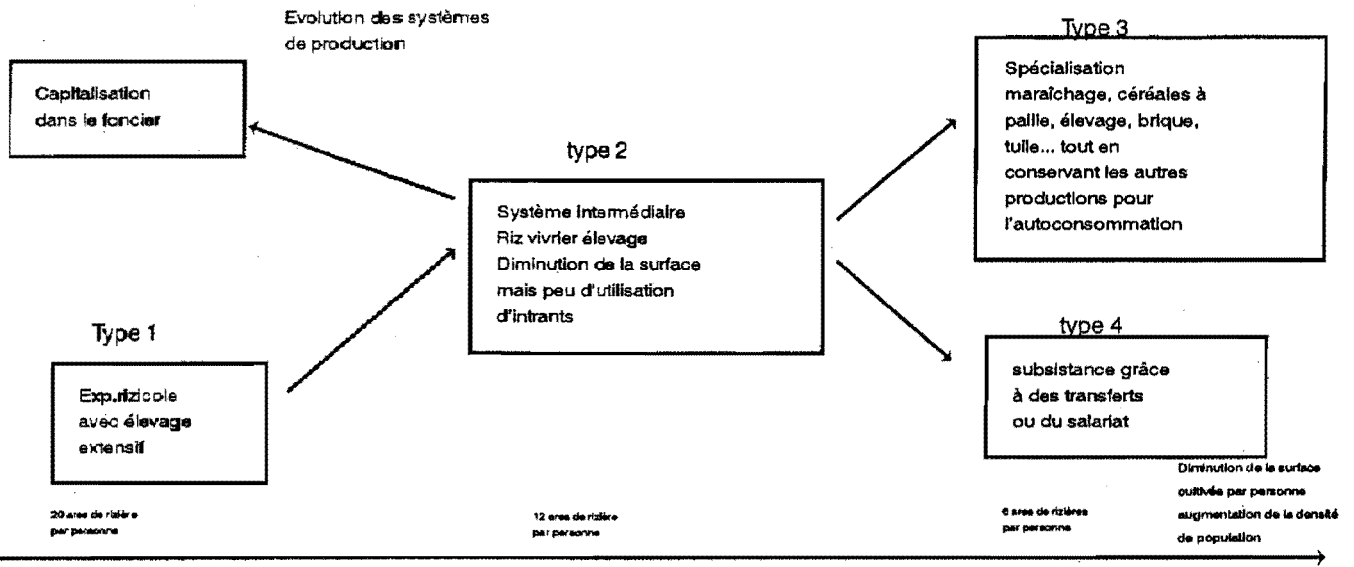
18 % appartiennent au type 1 rizicole, 22 % au type 2 polyproductif, 35 % au type 3 diversifié et 21 % au type 4 dépendant de transferts.

Il est également possible de réaliser sur cet échantillon représentatif des exploitations de la région des observations sur les transactions se rapportant au riz et au paddy:

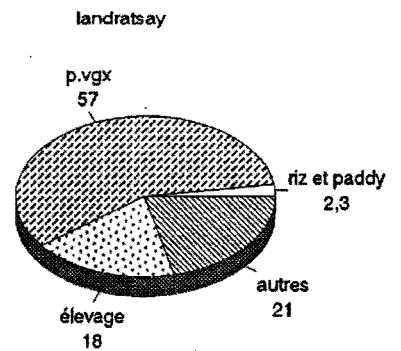
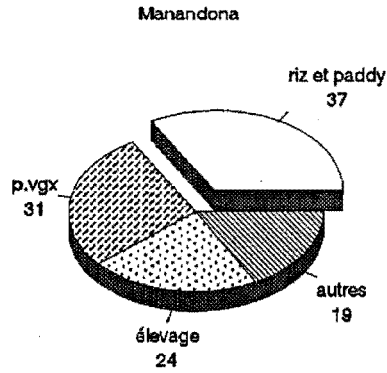
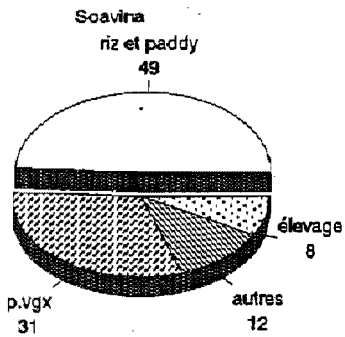
20 % des exploitations n'achètent jamais de riz, 25 % n'en vendent jamais, 54 % en achètent et en vendent. Le riz et le paddy représentent 6 % des dépenses totales des ménages et 19 % des recettes totales, bien après les produits végétaux autres que le riz (30 %) et les produits animaux (26 %).

Une présentation dynamique de l'évolution des systèmes de production peut être obtenue selon un axe de diminution de la surface cultivée en rizière par personne (figure 61). Certains périmètres sont caractérisés par la prédominance d'un type d'exploitation qui induit un type de comportement, de stratégie et de pratiques. Les autres types de fonctionnement peuvent cependant être observés sur ce périmètre.

Figure 61 une typologie de foncionnement



périmètre type



A Soavina, les surfaces sont suffisantes pour dégager des excédents rizicoles et pratiquer un élevage extensif, d'où la prédominance du type 1.

A Manandona, la réduction des surfaces aux alentours du seuil d'autosuffisance en riz entraîne un système intermédiaire dans lequel un équilibre entre riz, produits vivriers autres que le riz et élevage est recherché (prédominance du type 2). A Iandratsay enfin, l'exploitation ne peut plus être autosuffisante en riz et doit rechercher des alternatives dans le type 3 ou le type 4.

#### 4.4.4 L'accès au crédit, un facteur important de différenciation

Les capacités d'autofinancement des petits producteurs sont très faibles. La politique libérale mise en place au début des années 1980, en mettant l'accent sur l'entreprise et l'investissement individuel, accentue ces besoins de financement.

Le crédit rural est ancien à Madagascar. Adam (1931) estime que les associations d'agriculteurs pour le crédit représentent la voie à suivre pour la mise en valeur agricole de Madagascar.

Quatre institutions financières se sont succédées:

- la Caisse Centrale de Crédit Agricole (CCCA) créée en 1930, divisée en deux en 1934 avec une branche pour les colons et une pour les indigènes;
- le Crédit de Madagascar (CREDIMA) lui succéda en 1955 mettant en place un réseau mutualiste;
- à la suite du CREDIMA, la Société Malgache d'Investissement et de Crédit (SMIC) vit le jour en 1960 et fut remplacée par la BNM (Banque Nationale Malgache) en 1963, puis par la BTM (Banky ny Tantsaha Mamokatra<sup>245</sup>) en 1977. La BTM, qui a pour mission principale le financement du monde rural, le développement et la mobilisation de l'épargne dans les zones rurales, accorde des crédits
  - aux exploitations grandes et moyennes (supérieure à cinq hectares), c'est la "clientèle générale";
  - aux petites exploitations agricoles, c'est le "crédit de masse".

Le crédit de masse a été octroyé au début en collaboration avec les collectivités décentralisées. La sanction du non remboursement était la fermeture des prêts à l'ensemble des individus du Fokontany. Les taux de remboursement ont été très bas et un grand nombre de Fokontany ont été "fermés au crédit" ce qui a laissé des cicatrices psychologiques très importantes vis à vis du crédit.

Actuellement la BTM collabore avec les opérations de développement. Pour bénéficier d'un crédit, il faut donc mettre en œuvre de façon collective les techniques préconisées par ces organismes.

La notion de crédit existe de façon traditionnelle, partant de la notion d'entraide, aboutissant souvent à des systèmes usuraires condamnés par la société parce qu'enrichissement illicites<sup>246</sup> mais néanmoins omniprésents (Andrianantenaina, 1992). C'est à l'occasion de maladie, de pénurie alimentaire, après avoir vendu les biens qui sont disponibles que beaucoup y ont recours. (figure 62).

<sup>245</sup> Banque pour le développement des cultivateurs.

<sup>246</sup> Les taux d'intérêts effectivement pratiqués sont couramment de 300 % par an pour les prêts en argent, 400 % pour les prêts en nature, de 200 à 400 % pour les ventes sur pied varo-maintso.

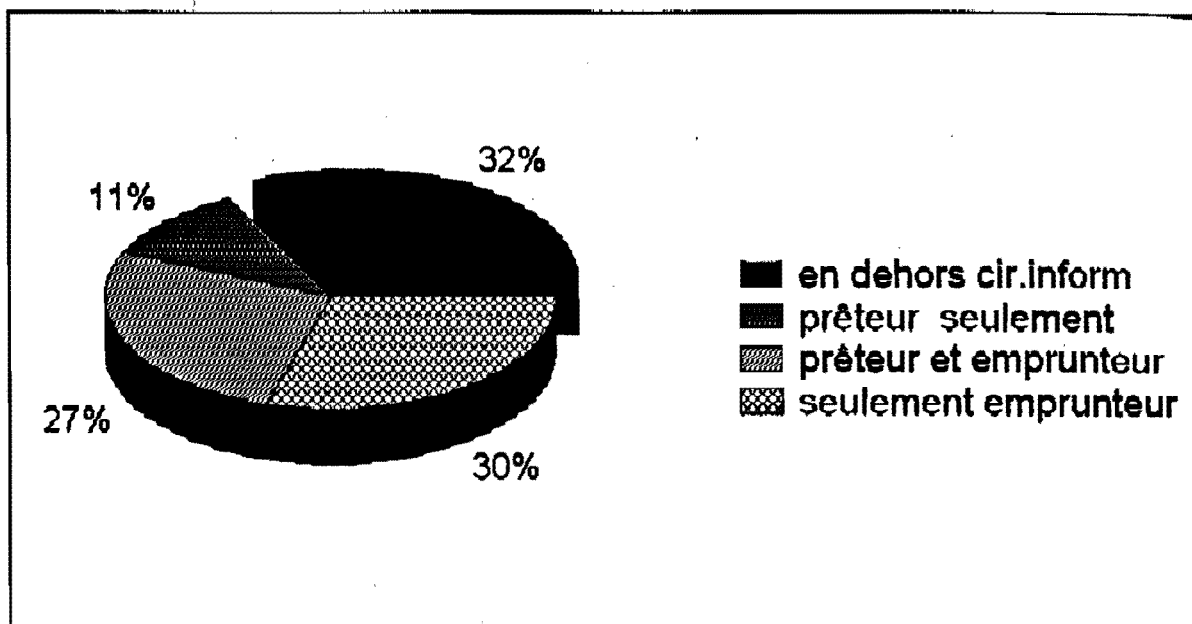


Figure 62 répartition des ménages selon la position par rapport au crédit informel à Ambohidrano (Andrianantenaina, 1992)

Ce crédit "informel" est très vivant dans beaucoup d'endroits par défaut de fonctionnement du crédit institutionnel. Certaines zones sont difficilement accessibles aux agents de développement et de crédit. Dans les zones accessibles, de nombreuses raisons restent valables pour ne pas avoir accès au crédit.

Il s'agit essentiellement de l'interdiction due à un non remboursement d'un précédent crédit, de la complexité des procédures<sup>247</sup>, de l'inadaptation du crédit proposé<sup>248</sup> ou de la peur du crédit à cause des garanties demandées. La banque ne demande plus de garanties pour les octrois mais demande que des associations à caution solidaires soient constituées. A l'intérieur des associations, les membres sont prudents et exigent des garanties en cas d'insolvabilité, surtout du matériel ou des titres fonciers.

Dans le Fokontany d'Ambohidrano, Andrianantenaina (1992) a compté que seulement 4 exploitants sur 37 avaient recours au crédit institutionnel. (figure 63).

Malgré toutes les expériences conduites par un nombre important d'opérateurs, le nombre de producteurs bénéficiaires reste encore marginal par rapport aux producteurs susceptibles d'être intéressés et ces crédits ne répondent que très partiellement aux besoins réels de financement des ménages ruraux.

<sup>247</sup> l'appui du vulgarisateur est souvent jugé comme indispensable pour remplir les formulaires.

<sup>248</sup> le crédit n'est absolument pas adapté à l'ensemble des besoins du monde rural. Limité à la fourniture d'intrants et parfois à un peu de trésorerie (Greniers communs villageois GCV), il ne touche pas les activités para agricoles ou extra agricoles alors que leur développement permettrait non seulement d'accroître et de stabiliser le revenu global des ménages mais sécuriserait le crédit agricole, élargirait le marché grâce à l'augmentation du pouvoir d'achat, améliorerait les services de transport, approvisionnement, transformation... Des exemples d'inadaptation du crédits sont frappants: combien de fois voit-on des paysans prendre un crédit blé, par exemple, revendre les engrais à vil prix pour pouvoir participer à une cérémonie ou tout simplement soigner un membre de la famille?

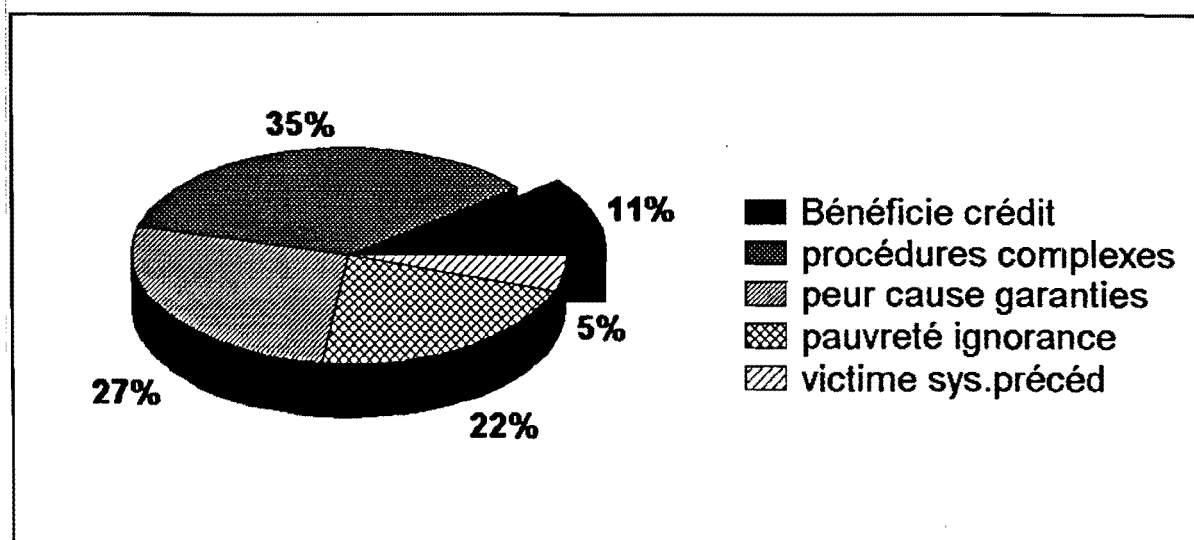


Figure 63 répartition des ménages selon la position par rapport au crédit institutionnel à Ambohidrano sur le périmètre d'Iandratsay (Andrianantenaina, 1992)

L'enquête de l'IFPRI (Zeller, 1993) montre que les déterminants pour la formation de groupements formels de crédit et d'épargne sont multiples<sup>249</sup> et rendent très inégal l'accès au crédit entre zones mais également à l'intérieur d'une zone entre les exploitations.

Une des modifications les plus importantes et les plus intéressantes apparues dans la zone au cours des dernières années a été apportée par l'introduction des Greniers Communs Villageois (GCV). Parti de l'observation des ventes importantes au moment de la récolte pour satisfaire des besoins immédiats d'une part, de la baisse des prix des produits à ce moment là en raison de l'abondance de l'offre d'autre part, l'ODR a proposé la constitution de groupements pour le stockage du riz<sup>250</sup> qui permettrait d'obtenir un crédit correspondant à une valorisation de la quantité stockée.

Les avantages sont nombreux:

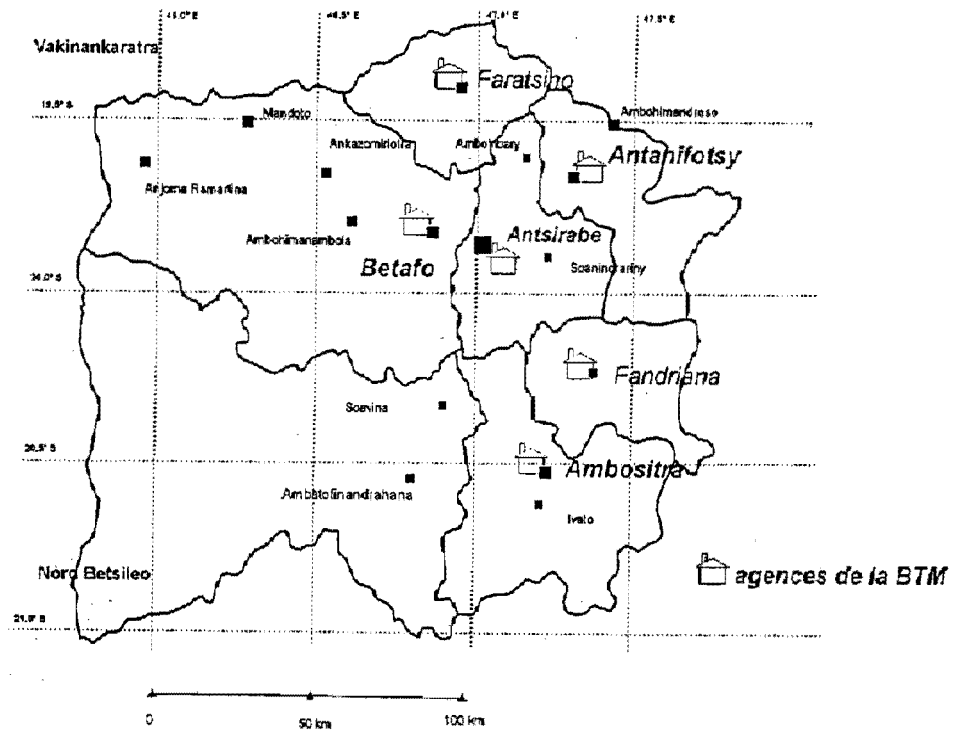
- réduction des ventes de paddy et de maïs à la récolte,
- réduction du rachat du paddy à prix élevé au moment de la soudure,
- satisfaction des besoins monétaires par le crédit au moment où les besoins sont les plus importants,
- octroi d'intrants à crédit,
- les quantités stockées constituent des garanties sûres pour la BTM,
- régulation des prix des produits vivriers,
- régulation des flux de circulation des produits vivriers et résolution d'une partie des problèmes de transport.

<sup>249</sup> "L'analyse préliminaire au niveau du village montre que l'infrastructure, la densité de population, le degré de l'activité économique, l'accès au marché des intrants, des produits, la cohésion sociale et l'existence des initiatives d'entraide informelle sont des éléments déterminants importants pour la formation de groupements formels de crédit et d'épargne" Zeller 1993 p 90.

<sup>250</sup> et du maïs par la suite.

Figure 64 carte de localisation des agences de la BTM

### Situation des agences de la BTM



L'effet de ces GCV sur la gestion de la fertilité est certainement des plus importante par l'incidence sur la trésorerie mais aussi par l'incitation à la culture de contre saison due à l'octroi d'une partie des crédits sous forme d'intrants. Si les avantages sont importants et reconnus par les paysans (le développement du nombre de GCV, des quantités stockées et des crédits octroyés constituent des indicateurs indéniables), l'accès au système n'est pas possible pour tous les exploitants (à cause notamment de l'éloignement des agences de la BTM cf carte de localisation) et certains dysfonctionnements ont parfois affecté la confiance nécessaire dans toute opération de crédit, les facteurs limitant essentiel semblant le montant global à accorder à ce type de crédit et la capacité d'encadrement des banques avec les méthodes de travail actuelles.

### **Conclusions de la quatrième partie**

Malgré quelques traits constants des systèmes de production comme les principales cultures ou le mode de faire valoir, une quantité impressionnante de combinaisons entre système de culture irriguée, système de culture pluviale et systèmes d'élevage apparaît. La compréhension des différents éléments composant ces systèmes, de leur histoire, des différentes formes qui peuvent être observées, est indispensable avant de proposer des modifications. Un élément de connaissance et de compréhension est apporté par les études de trésorerie des exploitations qui, dans un contexte de monétarisation de l'agriculture relativement fort, permet de mieux appréhender cette diversité des situations et de déterminer quelques grands types de fonctionnement à l'intérieur desquels des stratégies et des comportements diversifiés peuvent être observés.



**Cinquième partie:**  
**Les pratiques paysannes: une variabilité  
des choix liée à la variété des situations.**

L'agronome rejoint le géographe dans l'observation des paysages en passant de l'analyse des techniques à l'analyse des pratiques. La diversité des exploitations en matière de combinaisons de systèmes de culture et d'élevage ou par rapport aux types de fonctionnement entraîne une grande variété de pratiques. Comme pour la relation pratiques - paysages (introduction de la troisième partie), selon les cas, c'est le type d'exploitation qui va déterminer les pratiques ou bien ce sont les pratiques qui vont déterminer le type d'exploitation. Quand une exploitation décide de prendre un crédit pour réaliser une culture de contre saison sur rizière, de nouvelles pratiques vont influencer son fonctionnement. Par opposition, un exploitant possédant de petites surfaces en rizière et en tanety verra ses pratiques définies par son type d'exploitation: il sera obligé d'apporter plus de travail, plus d'intrants ou d'utiliser des techniques plus fines pour atteindre ses objectifs.

Il est possible d'établir une hypothèse forte mettant en relation avec un type d'exploitant, un type de stratégie qui surdéterminera les pratiques. En parallèle, le passage de la diversité des situations à la complexité des pratiques peut être mis en évidence.

Les pratiques doivent donc être étudiées à des échelles bien différentes. Il n'est pas possible de se contenter d'une étude à la parcelle: les niveaux exploitation et bassins versants doivent également être utilisés. L'étude des transferts de fertilité (figure 1) permet l'examen des relations existant entre l'exploitation, les différents sous systèmes et l'environnement. Tous les transferts ne sont pas représentés et l'importance de l'un ou de l'autre peut varier de façon importante entre les exploitations. Le nombre de flèches utilisées montre cependant l'importance du nombre de facteurs pris en compte et la complexité que peuvent avoir les interactions.

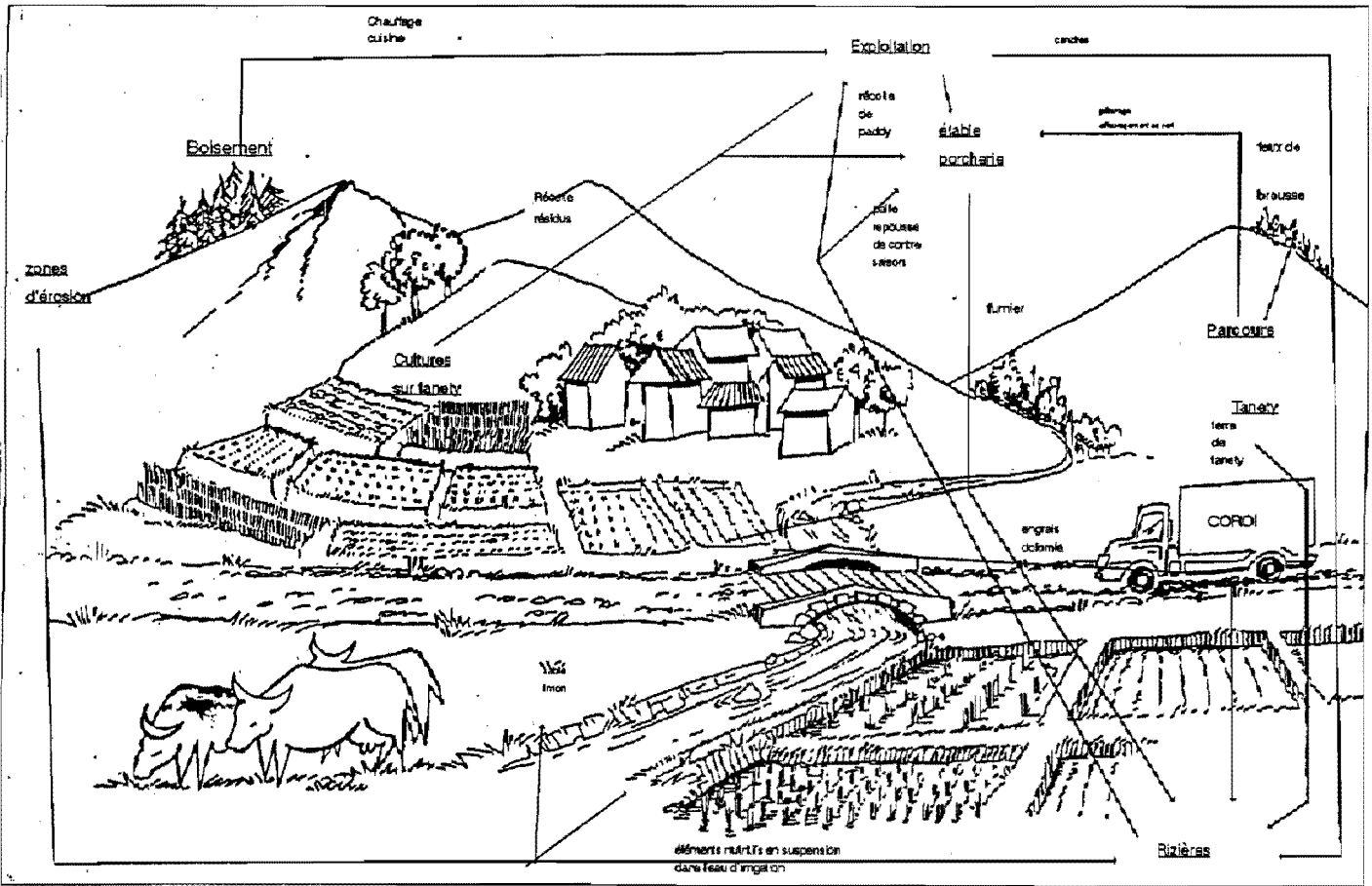
Les rizières sont particulièrement soignées au cours de ces transferts recevant fumier, engrais, amendements, cendres, terres de tanety et éléments nutritifs en suspension dans l'eau d'irrigation.

Le deuxième élément à prendre en compte est l'exploitation qui est à la fois le centre de décision des affectations des ressources disponibles et le point de passage d'une part importante de ces ressources. Pour cette raison, les niveaux exploitation et rizière sont examinés de façon un peu plus attentive que le reste du paysage dans cette partie sur les pratiques.

La prise de conscience de ces différents flux est nécessaire pour bien comprendre les pratiques. Il s'avère, en revanche, bien difficile de les chiffrer avec précision. Même les estimations faciles à réaliser dans beaucoup de situations comme les apports d'engrais minéraux sont entâchées d'erreurs dues aux grandes imprécisions des mesures (quantités et surfaces).

Il paraît important d'examiner dans cette partie la diversité des pratiques par rapport à l'eau dont la gestion ne peut être dissociée de celle de la fertilité. Les pratiques de gestion de la matière organique et en particulier du fumier souvent décrit comme la base de toute prospérité agricole sont étudiées avant celles de la fumure minérale qui apparaît tantôt comme la solution miracle, tantôt, lorsque l'on regarde les taux d'utilisation, comme une illusion du technicien qui n'a pas réussi à franchir les obstacles sociaux ou économiques.

Figure 1 représentation synthétique des transferts de fertilité dans le paysage



### Les transferts de fertilité

Il n'est pas possible d'en rester à l'observation des pratiques, des solutions pour les améliorer peuvent être identifiées dans les nouvelles filières qui se mettent en place.

Il existe un certain nombre de facteurs sur lesquels le paysan des Hautes Terres malgaches peut jouer en affectant ces facteurs en fonction de stratégies et de la tradition:

**le travail** (et la force de travail pour les exploitants qui peuvent bénéficier de traction animale) qu'il produira avec sa famille en fonction des spéculations et des parcelles;

**les revenus** et certains produits utilisés dans des échanges en nature (ou pour thésauriser) qu'il affectera pour acheter des intrants ou du travail;

**le terrain** sur lequel il décidera de mettre telle spéculation (ou association) plutôt que telle autre, de cultiver ou de mettre en jachère;

**la matière organique** à laquelle il pourra affecter plus ou moins de travail (quand elle est fabriquée sur l'exploitation), plus ou moins d'argent quand elle est achetée.

Il est possible d'élaborer un certain nombre d'hypothèses et de les vérifier à partir des données disponibles.

Pour la gestion de l'eau, les pratiques sont très fortement conditionnées par la situation dans le paysage et par une prise en compte du risque climatique à travers des règles traditionnelles intégrant la variabilité dans le temps.

Pour ce qui concerne la matière organique, les techniques de collecte de fabrication, d'épandage sont d'autant plus fines que la disponibilité en matériau transférable et en surface cultivable est plus faible.

Pour l'utilisation des engrais minéraux, les pratiques sont liées à l'avantage économique de ce type de fertilisation et aux difficultés d'approvisionnement.

Il existe une variabilité des stratégies et des traditions correspondant à une variété des conditions du milieu et à la connaissance de la variation de ces conditions comme, par exemple, le type de fertilisation en fonction de la couleur du sol ou de la position de la parcelle dans le paysage.

## 5.1 L'eau une gestion interdépendante avec la terre et la fertilité

Le rôle de l'eau revient comme un leitmotiv dans ce travail sur la gestion de la fertilité. Des éléments ont été donnés lors de l'étude des conditions du milieu que ce soit dans l'hétérogénéité des ressources climatiques (la pluie - cf 312), pédologiques (l'influence de l'eau dans la constitution des sols - cf 313) et hydrauliques (cf 314) ou dans les différences pour l'accès à ces ressources par l'occupation du sol (cf 321) et la position dans les aménagements (cf 322).

Les schémas tentant de définir la fertilité présentent toujours un nombre élevé d'interactions parmi lesquelles la liaison entre la gestion de l'eau, de la terre et de la richesse physico-chimique des sols est importante. Une des conditions préalables à la mise en culture et à l'intensification réside dans la possibilité d'éviter, pour la plante cultivée, les stress hydriques, excès et manques d'eau.

L'eau constitue un des éléments de continuité du paysage en assurant la liaison entre les différentes facettes:

*"L'eau qui découpe et qualifie l'espace au niveau des deux grandes unités<sup>251</sup> est aussi le trait d'union de ce milieu différencié, avec une organisation du haut en bas des terroirs. Il y a les tanety et le système de défense contre les eaux de ruissellement et, en aval, la riziculture irriguée et le réseau de circulation des eaux. (...)*

*L'eau -eaux de pluie et eaux de surface- est une préoccupation constante des agriculteurs merina. La connaissance très fine qu'ils en ont se traduit dans la gestion et les divers usages de ce facteur et outil écologique".<sup>252</sup>*

Les pratiques de gestion de l'eau ainsi que leur adaptation aux conditions du milieu ont été étudiées avec beaucoup de finesse par Blanc Pamard (1985) pour les bas fonds et les tanety environnantes de l'Imerina central. Beaucoup de ces techniques sont utilisées également dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo du fait de la colonisation de ces régions par des paysans qui sont arrivés de l'Imerina centrale (cf 321) avec leurs techniques et des communications anciennes et nombreuses entre ces régions.

Ces pratiques ont souvent provoqué l'admiration des observateurs. Leroy (1926) par exemple, considérait que les aménagements et la mise en valeur réalisés depuis des siècles n'avaient rien à envier aux rizières italiennes citées en exemple à cette époque.

L'eau irrigue, nourrit, désherbe et même réchauffe le riz. Les pratiques de gestion de l'eau devront répondre aux besoins du paysan: faut-il garder le plus longtemps ou évacuer le plus vite possible l'eau de la parcelle? Cela se traduira sur tanety par une recherche d'infiltration

<sup>251</sup> rizière et colline.

<sup>252</sup> Blanc Pamard, 1985 p 421.

ou de ruissellement de l'eau de pluie, sur rizière par la constitution d'un horizon imperméable ou par une recherche de drainage.

**La description de la maîtrise de l'eau sur les rizières** comme sur les pépinières peut être réalisée grâce aux enquêtes du suivi-évaluation de l'ODR. En reprenant les données de ces enquêtes il est possible d'être frappé par la constance avec laquelle, d'année en année<sup>253</sup>, les paysans déclarent ne pas avoir de problèmes de maîtrise de l'eau.

Pour les pépinières et les rizières enquêtées pendant la saison 1988-1989<sup>254</sup>, dans la très grande majorité des cas, la maîtrise de l'eau était considérée comme suffisante.

**Tableau 1** Appréciation de la maîtrise de l'eau par les paysans (données du suivi évaluation de l'ODR saison 1988-1989)

	Pépinière Antsirabe	Pépinière Ambositra	Rizière Antsirabe	Rizière Ambositra
Alimentation en eau satisfaisante	92 %	96 %	77 %	85 %
Drainage suffisant	94 %	99 %	91 %	95 %

Le choix de l'emplacement de la pépinière est réalisé avec un grand soin, à la fois pour des questions d'alimentation en eau (la pépinière est pratiquement toujours mise en place pendant la saison sèche), et de température. Il s'agit en effet de surfaces beaucoup plus petite que les rizières<sup>255</sup> et d'une étape cruciale pour la riziculture.

Des explications peuvent être trouvées à ces fortes proportions de satisfaction<sup>256</sup> : d'une part, cette maîtrise hydraulique est le fruit d'un long travail aboutissant à des aménagements, petits et grands, qui ont été réalisés depuis des décennies et parfois des siècles au niveau de la parcelle comme au niveau de la vallée, d'autre part les paysans ont pris l'habitude des aléas liés à l'irrigation et au drainage et ont tendance à ne pas les déclarer comme des problèmes importants lors de ces enquêtes. Le suivi de quelques saisons de culture ainsi que des discussions un peu plus approfondies avec les riziculteurs permettent de comprendre que la situation est loin d'être aussi bonne que ce que ces chiffres peuvent laisser apparaître. Les retards dans le repiquage ou les nombreux échecs des tentatives de rizipisciculture dus au manque d'eau ou à la fréquence des inondations observés chaque année en attestent.

Ces pépinières et ces rizières avaient pourtant été échantillonnées avec soin pour représenter l'ensemble des rizières et des pépinières de la région. Les parcelles échantillonnées se trouvaient réparties sur des réseaux de petits périmètres irrigués ou micro-périmètres (cf

<sup>253</sup> Les données présentées infra concernent la saison 1988-1989. La stabilité des données concernant l'irrigation aurait permis d'utiliser indifféremment les données d'autres saisons.

<sup>254</sup> 872 rizières et 623 pépinières réparties sur les circonscriptions d'Antsirabe et Ambositra.

<sup>255</sup> la proportion généralement admise est de 1/20°.

<sup>256</sup> qui permettraient de douter de la pertinence de tout travail ayant pour objectif la réhabilitation de réseaux hydrauliques.

322), réhabilités ou non, sur des réseaux traditionnels ou dépendaient de sources pour leur alimentation en eau.

**Tableau 2 répartition des pépinières et rizières échantillonnées selon le réseau d'alimentation (données des enquêtes du suivi évaluation ODR saison 1988-1989)**

	Pépinière Antsirabe	Pépinière Ambositra	Rizière Antsirabe	Rizière Ambositra
Réseau réhabilité	6 %	9 %	10 %	9 %
Réseau non réhabilité	11 %	5 %	25 %	6 %
Réseau traditionnel	53 %	76 %	57 %	76 %
Source	31 %	10 %	8 %	9 %

Si les différences entre situation de rizière et de pépinière sont peu importantes à Ambositra, il n'en est pas de même à Antsirabe où la forte proportion de pépinières alimentées par des sources peut être expliquée par la recherche d'une indépendance vis à vis des réseaux. Le croisement des variables type de réseau, satisfaction des besoins en eau ne fait pourtant pas apparaître de différences importantes si ce n'est une petite amélioration grâce à la réhabilitation.

Les soins apportés pour l'aménagement de la parcelle apparaissent à l'examen des données concernant l'existence d'un canal d'irrigation et de drainage<sup>257</sup>.

**Tableau 3 Présence des canaux d'irrigation et de drainage dans la parcelle (source données des enquêtes du suivi évaluation ODR saison 1988-1989)**

	Pépinière Antsirabe	Pépinière Ambositra	Rizière Antsirabe	Rizière Ambositra
Présence du canal d'entrée	92 %	96	98 %	90 %
Présence du canal de sortie	89 %	94 %	98 %	93 %

La stabilité des pratiques de gestion de l'eau pour la riziculture est un phénomène qu'il n'est pas possible de négliger. Marnay (1971) remarquait déjà que la méthode améliorée d'irrigation des pépinières<sup>258</sup> n'avait pas été adoptée: après plusieurs années de vulgarisation de la méthode, plus de 97 % des pépinières d'Antsirabe et d'Ambositra continuaient à être irriguées de façon traditionnelle. Il est également possible d'y voir un obstacle aux nouvelles techniques de répartition de l'eau dans la réhabilitation des PPI<sup>259</sup> entraînant parfois la destruction des ouvrages modifiant la gestion (régulateurs, partiteurs) pour revenir au système antérieur: les usagers acceptent une amélioration des ressources en eau par une augmentation

<sup>257</sup> le mot canal est exagéré: il s'agit bien souvent d'un simple trou dans les diguettes supérieures et inférieures. Il peut parfois s'agir d'un canal long de plusieurs kilomètres alimentant quelques parcelles isolées.

<sup>258</sup> sol humide mais non inondé pendant les trois premiers jours. lame d'eau couvrant les plants jusqu'au dixième jour, irrigation nocturne seulement jusqu'au repiquage. La méthode traditionnelle consiste en une irrigation permanente.

<sup>259</sup> cf en 322 la recherche d'une égalité dans l'accès à l'eau.

des débits en tête ou une progression dans l'efficience des réseaux mais ils refusent le plus souvent des modifications dans la gestion. Ramamonjisoa (1985) avait déjà déduit d'autres expériences combien la participation paysanne doit être prioritaire dans toute opération d'aménagement agricole.

C'est aussi une difficulté du système de riziculture intensive (SRI) qui a la faveur des médias à Madagascar en ce début des années 1990. Une des techniques préconisées dans ce système consiste en une "conduite de l'irrigation au minimum d'eau" avec des assecs fréquents afin de favoriser l'oxydation du profil. C'est une raison de réticence des paysans qui ne possèdent pas une excellente maîtrise de l'eau permettant d'irriguer à volonté. En cas de déficit hydrique, ils ne peuvent plus lutter contre les mauvaises herbes, produire du poisson ou encore avoir, avec la lame d'eau, un tampon thermique suffisant.

**Les aménagements des parcelles de collines** concernent surtout la lutte contre l'érosion et sont moins importants. Il s'agit essentiellement d'empêcher les courants trop importants d'eau pluviale qui provoquent des dégâts dans la parcelle cultivée.

Dans un souci d'amélioration de la mise en valeur de l'espace d'une part, des conditions de production d'autre part, les deux systèmes d'aménagements ne peuvent cependant être considérés de façon indépendante.

Les pratiques peuvent être regroupées en fonction des situations.

**Lorsque la quantité d'eau est insuffisante avec une fréquence relativement grande**, les pratiques de gestion de l'eau viseront une économie, une concentration et une récupération de toute l'eau disponible.

Sur rizière, une première conséquence sera l'absence de drainage pendant la saison sèche malgré les avantages de l'oxydation du profil (minéralisation de la matière organique, élimination des substances réduites toxiques) bien connus des paysans. Leroy (1926)<sup>200</sup> décrit comme traditionnel ce labour de fin de cycle quand la quantité d'eau à apporter pour le repiquage ne pose pas de problèmes: *"les cultivateurs malgaches (...) retournent ainsi de grosses mottes donnant de loin, l'aspect d'un gros labour de défoncement. Ces mottes restent exposées au soleil et à l'air ce qui favorise la destruction des mauvaises herbes et l'action des agents atmosphériques. La rizière reste dans cet état, jusqu'au moment du repiquage. Ainsi nos riziculteurs malgaches sans en connaître la cause apportent le plus grand soin à l'aération du sol. Dans ce but, ils vont même jusqu'à découper à la surface des rizières des mottes carrées qu'il empilent comme pour le séchage des briques"*. Chabanne (1990) a montré des différences significatives entre un drainage et labour de fin de cycle qui permettent d'augmenter le rendement de 20 % par rapport à un labour de début de cycle. Cependant, beaucoup de riziculteurs se privent des avantages apportés par l'oxydation du profil pour que la quantité d'eau à apporter au moment de la mise en boue pour le repiquage soit la moins importante possible.

---

<sup>200</sup> p 46.



La constitution d'un horizon imperméable à faible profondeur est aussi liée à l'économie d'eau même si cet horizon limite le profil prospecté par les racines. Certains paysans regrettent l'abandon du piétinage par les boeufs tel qu'il était pratiqué autrefois parce que, disent ils, cette technique est plus favorable à la constitution de cet horizon imperméable que le labour qui mélange les horizons à chaque passage<sup>261</sup>. Dans le même but les eaux très chargées en éléments fins pourront être orientées sur les rizières "passoires" pour colmater les sols sableux.

Certains auteurs comme Rakotomanana (1991) pensent que les feux de brousse sont des feux de dénudation permettant de récupérer rapidement les eaux des premiers orages (moment où le besoin en eau est le plus important cf 314) en favorisant le ruissellement qui peut atteindre 60 à 70 %. S'il est indéniable que les feux de brousse existent et qu'ils favorisent le ruissellement, cet objectif de récupération rapide des eaux n'a jamais été confirmé par les paysans interrogés qui reconnaissent le rôle de ces feux dans la régénération des pâturages mais estiment très négatifs les conséquences sur les rizières à cause de l'ensablement<sup>262</sup> provoqué par l'érosion.

D'autres techniques, comme les barrages sur les drains pour alimenter des rizières situées en aval ou pour remonter le niveau de la nappe, provoquent des désaccords avec les gestionnaires de périmètre qui considèrent qu'un drain est fait pour drainer et non pour irriguer et que la mise en place de batardeaux sur ces drains entraîneraient des conséquences graves dans le cas de crues subites.

Rasamoelina (1992) cite également pour Ampetsapetsa (Ambohibary) le isipy rano qui consiste en un arrosage des rizières en remontant avec une cuvette l'eau à partir de réservoirs creusés dans un coin de la parcelle.

On est surpris par les faibles réalisations de curage et de faucardage des canaux alors qu'il s'agit d'entretiens essentiels pour une bonne efficacité des réseaux. De même, les gaspillages, par retour à la rivière de l'irrigation des parcelles situées en amont des canaux, les divagations d'animaux dans les canaux compromettent aussi leur bon fonctionnement. Il faut sans doute chercher la réponse dans une faible conscience de la responsabilité individuelle sur un patrimoine commun quand un nombre trop élevé d'acteurs sont concernés par ce patrimoine (cf la tragédie des communaux en 314). L'opposition entre la finesse des pratiques individuelles observées dans certains endroits et de grosses négligences handicapant le fonctionnement général devrait davantage être pris en compte par les gestionnaires de réseaux.

Pour les cultures pluviales aussi, le manque d'eau représente parfois le facteur limitant le plus important. C'est ce qui conduit la mise en place de dispositifs pour assurer une bonne diffusion de l'eau de pluie, en rehaussant la partie aval des parcelles jusqu'à constituer

<sup>261</sup> la diminution du piétinage pour la préparation des rizières serait due à la diminution des boeufs disponibles pour ce travail et non à la supériorité du labour sur le piétinage. "Ce procédé est évidemment barbare. il épuise rapidement les animaux, mais il faut reconnaître qu'il produit un très bon travail. Les mottes sont absolument brisées, réduites à l'état de boue, les herbes sont enfoncées par les ongles des boeufs. Après le piétinage, le sol de la rizière est transformé en une boue molle, parfaitement divisée et très apte à recevoir le riz repiqué" Leroy (1926, p 47). La constitution d'une semelle de labour serait moins efficace que le piétinage.

<sup>262</sup> atsanga colluvions au sens d'apport négatif de matériaux grossiers (Blanc Pamard, 1985).

parfois de véritables terrasses, ou en buttant les plants. La constatation de ces problèmes d'alimentation en eau avait conduit Marchand (1903) agent de culture à la station de Nanisana à tester et proposer une irrigation par retenue et infiltration des eaux pluviales.

*"Si beaucoup de mamelons d'Emyrne sont stériles, cela tient certainement en grande partie à la composition du sol, mais également à l'excès de sécheresse, ou plutôt au manque de perméabilité des terres rouges et à la grande inclination des pentes, ce qui fait que les eaux pluviales glissent à la surface du sol et l'humectent très peu.*

*Il serait facile de retenir ces eaux de pluie sur les pentes sans trop de frais et peut être de rendre possible, sur les coteaux du centre, certaines cultures arbustives peu exigeantes".*

90 ans après, les techniques détaillées dans la note ne sont pas utilisées mais n'ont rien perdu de leur pertinence et de leur intérêt pour protéger l'environnement, valoriser les tanety, régulariser les débits des sources rivières...

**Lorsque les conditions hydromorphes sont trop importantes ou que la quantité d'eau est trop grande, il faut éliminer l'eau en excès.**

C'est la raison des tolaka<sup>263</sup> sur colline qui font sursauter les protecteurs de l'environnement. Ceux ci n'y voient que de gros billons dans le sens de la pente favorisant l'érosion. En réalité, sur les sols ferrallitiques bruns humifères développés sur volcanisme ancien, la richesse en matière organique et la structure empêchent de gros départs de matières et il est nécessaire, pour y installer des cultures comme la pomme de terre, de drainer le milieu hydromorphe superficiel.

Situés en amont des parcelles de tanety, c'est aussi la raison des fossés de protection "aro riaka"<sup>264</sup> pour dériver les eaux de pluie qui peuvent emporter les semences, jeunes plants ou creuser de profondes griffes d'érosion dans la parcelle. Si les parcelles protégées par ces fossés ne connaissent pas de problèmes d'érosion trop importants, il n'en est pas de même pour l'aval: en effet, en concentrant l'eau de pluie, les fossés engendrent souvent des dégâts importants.

D'après les données du suivi évaluation de l'ODR<sup>265</sup>, 32 % des parcelles avaient un fossé de protection et 22 % un talus de terrasse. Des différences peuvent être notées entre zones: à Betafo ouest, 23 % des parcelles avaient un fossé et 12 % un talus; 40 % des parcelles enquêtées à Antanifotsy possédaient un fossé et 33 % de celles d'Antsirabe sud, un talus. Les raisons données pour l'absence d'aménagement sont le manque d'habitude et la "non nécessité" à Betafo ouest, zone caractéristique de pratiques plus extensives dans le Moyen Ouest. Dans les autres zones, conscients des problèmes d'érosion, les enquêtés avancent

<sup>263</sup> Asa tolaka et asa totoira ont été décrits par Rasamoelina (1992).

<sup>264</sup> cf Blanc Pamard (1985).

<sup>265</sup> enquêtes réalisées pendant la saison 1990-1991 portant sur 613 parcelles de culture pluviales dans les huit zones de développement de la Circonscription d'Antsirabe.

plutôt le manque de main d'oeuvre disponible pour ces travaux notamment dans les endroits où le travail hors exploitation est important (Antanifotsy et Antsirabe). Les problèmes de techniques (inconnues ou inadaptées) sont également évoqués dans toutes les zones. La constitution de talus avait pourtant été préconisée et démontrée pendant le GOPR. De nombreux paysans interrogés à ce sujet se souviennent des démonstrations. L'analyse de l'abandon progressif de ces méthodes à la disparition du projet, la comparaison avec les cycles de mise en place et de repli d'une trame de lutte antiérosive au Rwanda semble indiquer la difficulté d'aménagements de parcelle pour les cultures pluviales si une incitation ou une coercition forte n'existent pas. Contrairement aux aménagements pour l'irrigation dont les effets peuvent être immédiatement perçus par le paysan, ces aménagements pour les cultures pluviales portent souvent sur le moyen ou le long terme. Lorsque l'agriculture représente plus une survie qu'une possibilité de vivre correctement et durablement sur ces terres, ces aspects sont négligés.

Les conséquences de l'absence ou de l'inadaptation des aménagements sur les bassins versants sont très importantes dans certains périmètres: canaux bouchés, rizières ensablées, crues et faibles débits d'étiage. A Manandona, sur le réseau de la rive gauche, il est nécessaire de curer le canal après chaque grande pluie. A Ambohibary, sur le réseau Sarotrakoho, les apports de matériaux par l'érosion sont si importants qu'il a été nécessaire de recouvrir le canal sur une grande longueur, augmentant considérablement les coûts de la réhabilitation. Dans les années 1960, les services du Génie Rural avaient aménagé le bassin versant dominant ce réseau avec des ouvrages en pierre sèche ou maçonnés. L'absence d'entretien de ces ouvrages a rendu la situation pire qu'avant: ce sont eux, maintenant, qui, morceau par morceau vont combler les canaux.

Pendant la Première République, la politique de reboisement<sup>266</sup> a donné de bons résultats. L'incitation à la plantation en procurant matériel végétal et conseils techniques, en assurant la possibilité d'exploiter et peut être en subventionnant les plantations réussies, semble une des seules solutions pour enrayer la dégradation de ces bassins versants. Les systèmes de culture à couverture permanente du sol (Séguy, 1991) devraient permettre, si l'adaptation aux systèmes de production des Hautes Terres est réussie, une conservation et une amélioration des aptitudes à produire des sols de culture pluviale.

Sur rizière, les pratiques visent un ajustement du niveau de la parcelle par rapport au canal d'irrigation et au drain. Si la parcelle est trop haute pour le canal d'irrigation et que le sol est tourbeux, il est possible de brûler un peu de tourbe pour abaisser le niveau. Si la parcelle est trop basse pour être drainée, il est possible d'apporter de la terre de tanety. Une des raisons de ces apports<sup>267</sup> est certainement, avant tout, de réguler les niveaux topographiques. Il s'agit d'une technique surprenante des Hautes Terres malgaches rencontrées sur les rizières

<sup>266</sup> ordonnance 62.096 du 1er octobre 1962 : tous les habitants de 18 à 60 ans doivent planter 100 arbres sous peine de 100 francs d'amende: cette obligation est réduite à 50 arbres par le décret 63.032 du 24 décembre 1963; en 1970, la participation au reboisement national était réduite au paiement d'une taxe de 100 francs pour toute personne du sexe masculin âgé de 21 à 30 ans reconnu non valide (loi 70.025 du 23 décembre 1970). Cette dernière loi a donné un coup de frein important aux plantations et le décret 85.072 du 13 mars 1985 déterminant une nouvelle politique d'actions en faveur de l'arbre n'a pas réussi à relancer la plantation dans la région.

<sup>267</sup> avec les apports directs d'éléments minéraux, de compaction de la tourbe, les effets détoxifiants (les apports de sols rouges oxydés en rizière retardent la réduction, diminuent la toxicité manganique, H<sub>2</sub>S et la libération de CH<sub>4</sub>) De Giudici communication personnelle.

d'altitude (plus de 1300 mètres) aux niveaux de matière organique élevés. Des quantités importantes<sup>268</sup> peuvent être apportées périodiquement<sup>269</sup> en charrette.

A Ambohibary, les photographies aériennes montrent pour une part importante de la plaine, des alternances de parcelles en culture pluviale à côté de rizières. Il s'agit, là aussi, d'un mode de régulation des niveaux: les parcelles pour lesquelles la côte du canal d'irrigation est légèrement trop basse seront creusées et la terre apportée sur d'autres parcelles qui deviendront strictement pluviale.

**L'eau nourrit le riz** disent les paysans cités par Blanc Pamard (1985). L'eau d'irrigation contient en effet des éléments en suspension: les paysans qui en ont l'intuition l'expriment par le terme "zezika tsy hita maso: fumier qu'on ne peut pas voir à l'œil nu". Ces éléments sont certainement essentiels dans la stabilité des rendements obtenus sans intrants depuis des décennies compensant les exportations des cultures avec la mobilisation de ressources supplémentaires dans le sol. Il s'agit d'ailleurs d'un équilibre présentant des risques de rupture si les techniques culturales sont trop modifiées. Dans le système de riziculture intensive déjà cité, si les modifications des techniques culturales permettent une augmentation du rendement et qu'il n'y a pas d'apport complémentaire (les pailles ne sont pas restituées étant utilisées pour l'alimentation du bétail, le fumier est réservé à d'autres usages, les engrais sont considérés dans cette technique comme coûtant systématiquement trop cher), le risque est grand de voir les rendements baisser rapidement.

Rakotomanana (1991) mesurant l'érosion sur des bassins versants montre que le sol entraîné, retrouvé en partie dans l'eau d'irrigation, a un pH compris entre 6.4 et 6.9, supérieur d'une unité au sol en place, un taux remarquable de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et une teneur en base échangeable supérieure au sol en place. Son hypothèse implicite est de justifier la suppression du couvert végétal par la possibilité d'apporter sur rizière des éléments minéraux enlevés par l'érosion ainsi que des cendres issues des feux de brousse (entraînées par la pluie et le vent). Ces concentrations par transfert de fertilité des tanety vers les rizières seraient calculées et recherchées par les riziculteurs. Il est vrai que les quantités érodées sont beaucoup plus importantes pour des sols nus que pour des sols portant une végétation abondante.

Tableau 4 Pluviométrie, drainage, pertes minérales cumulées sur quatre années à Manankazo (Rakotomanana, 1991)

Couvert	pluie mm	Drainage mm	Pertes (kg ha <sup>-1</sup> )			
			N	K	Ca	Mg
fauché	6800	3330	1	12	22	4
Brachiaria	6800	4570	51	109	62	21
sol nu	6800	4490	368	223	167	121

<sup>268</sup> les mesures réalisées ont donné des quantités variant de 10 à 300 tonnes par hectare,

<sup>269</sup> tous les 5 à 10 ans généralement.

La concentration des tanety vers les rizières est irréfutable, cependant les enquêtes informelles réalisées sur ce sujet ne confirment pas cette pratique comme résultant d'un objectif délibéré pour les paysans.

Il n'en est pas moins vrai que le rapport bassin versant sur rizière, le couvert végétal de ce bassin versant, la longueur de canal avant la parcelle, la vitesse de l'eau dans ce canal joueront de façon importante sur le complément minéral apporté par l'eau d'irrigation.

La valorisation de l'eau d'irrigation peut être double dans le cas de productions associées. La rizi-pisciculture permet, par exemple d'obtenir sur la même parcelle du riz et du poisson. Si les techniques traditionnelles sont peu efficaces<sup>270</sup>, les techniques proposées par le projet rizi-pisciculture FAO<sup>271</sup> permettent de produire une valeur équivalente de poisson et de riz sans perte de production pour le riz<sup>272</sup>. Une des contraintes les plus importantes à l'heure actuelle pour le développement de ces techniques réside dans les problèmes de maîtrise hydraulique. Les inondations comme les assecs prolongés compromettent en effet chaque année la production piscicole de nombreuses parcelles.

L'azolla peut également être une production associée au riz. Son intérêt économique pour améliorer la nutrition azotée du riz n'est pas encore complètement démontré pour les Hautes Terres malgaches. Cette association symbiotique entre une fougère aquatique et une cyanobactérie fixatrice d'azote est connue des riziculteurs (*ramilamina*) qui l'utilisent peu et cherchent même parfois à l'enlever, lui reprochant de refroidir l'eau des rizières d'altitude. Les facteurs limitant l'utilisation de l'azolla en riziculture ont été décrits par Roger (1991). Pour les Hautes Terres malgaches les questions de température<sup>273</sup>, et surtout de phosphore, facteur clé du développement de l'azolla dont l'addition est requise dans la majorité des sols, semblent constituer le principal frein actuellement. L'intérêt de la production associée semble plus grand pour certains paysans qui, appuyés par le projet ECODEV<sup>274</sup>, extraient régulièrement l'azolla de leurs rizières pour l'alimentation de leurs poules ou de leurs porcs.

A la diversité des situations hydrauliques correspond donc une grande diversité de pratiques intégrant un nombre important de contraintes climatiques, hydrauliques, foncières, liées à la tradition. Les remises en question de ces pratiques trop rapides négligent des paramètres importants de variation dans l'espace et dans le temps. Il existe cependant de nombreuses modifications à proposer mais ces propositions ne pourront être réalisées qu'après un examen attentif de la justification des pratiques actuelles.

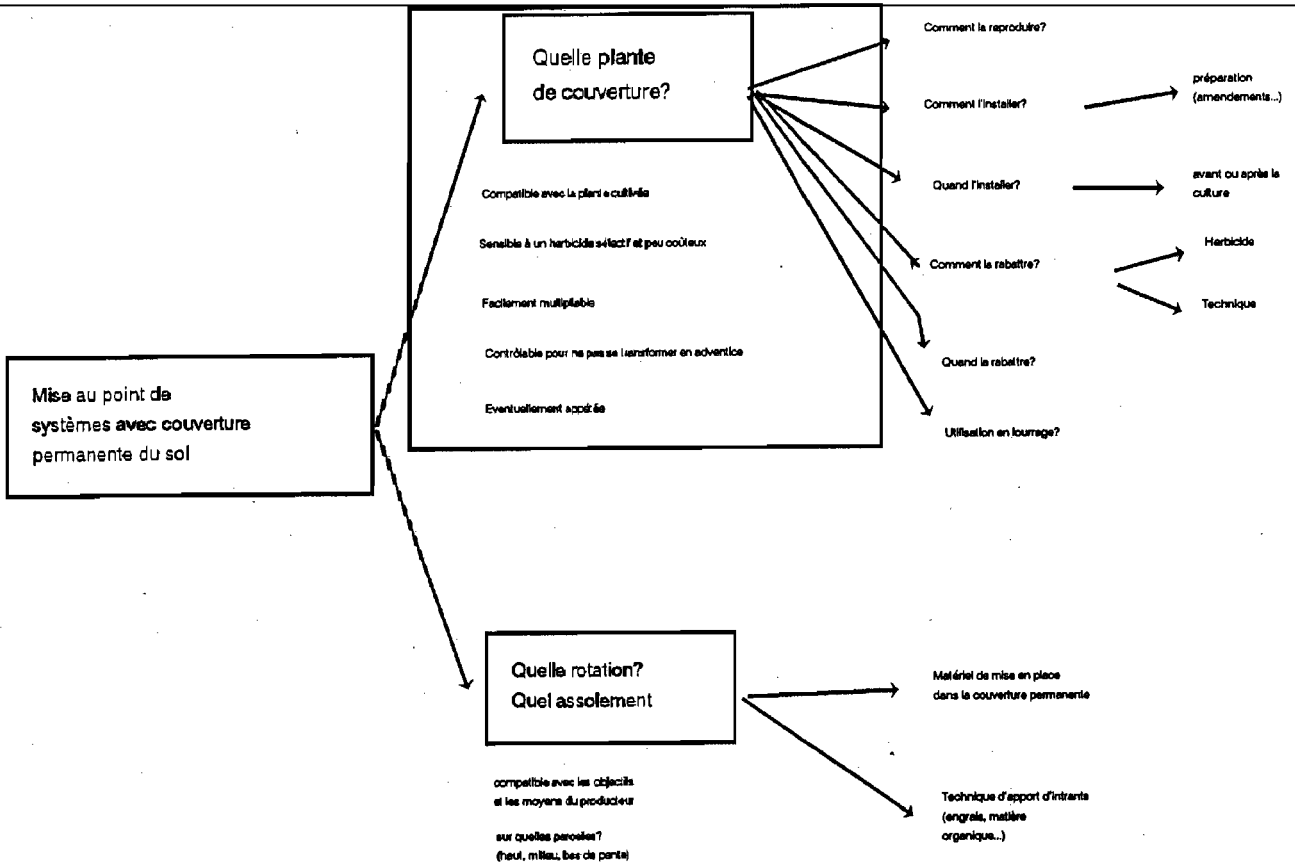
<sup>270</sup> il s'agit essentiellement de la pêche de quelques alevins dans les rivières pour les mettre dans les rizières.

<sup>271</sup> aménagement de la rizière avec un trou refuge et des drains périphériques, utilisation de la carpe royale, alimentation du poisson avec les déchets du ménage (Janssen, 1993).

<sup>272</sup> sur 10 ares il est facile de produire 20 kg de poisson qui, vendus à 2000 fmg, rapporteront 40 000 fmg. La faible perte de surface en riz occasionnée par les aménagements sera largement compensée par les augmentations de rendement autorisés par la fertilisation et l'élimination d'ennemis du riz réalisés par les poissons. 2.5 tonnes de paddy à 200 fmg rapporteront 50 000fmg.

<sup>273</sup> la température moyenne optimale est comprise entre 20 et 30°C supérieure aux températures moyennes rencontrées en altitude.

<sup>274</sup> ONG Belge Ecologie et Développement.



**Quelques questions pour la mise au point de système avec couverture permanente du sol**

Pour les cultures pluviales, un domaine nouveau de recherche sur les systèmes à couverture permanente du sol devrait voir le jour. Les avantages, décrits dans des conditions similaires<sup>275</sup>, sont nombreux: réduction du travail du sol, suppression de l'érosion, amélioration progressive de l'horizon cultivable (structure, vie microbienne, caractéristiques hydriques...), limitation des attaques de vers blancs, lutte contre les adventices (étouffement, compétition pour la lumière, -allélopathie?<sup>276</sup>, réduction du stock semencier)... Mais des itinéraires techniques avec ces systèmes à couverture permanente du sol, compatibles avec les moyens et les objectifs des producteurs sont difficiles à mettre au point. Après quelques expérimentations intéressantes, de nombreuses questions restent posées (figure). Un travail très important par une équipe dont ce serait le seul objectif de recherche reste donc à conduire en s'appuyant sur les résultats du Brésil et de La Réunion.

---

<sup>275</sup> au Brésil -Parana- (Séguy, 1992) sur sols ferrallitiques plus ou moins humifères: pH bas < 5, Ca et Mg bas < 1 meq/100g, Matière organique > 3, C/N > 15.

<sup>276</sup> inhibition chimique par une plante vivante ou morte sur la germination ou le développement d'autres plantes.

## 5.2 MINÉRALISER OU ACCUMULER: LA MATIÈRE ORGANIQUE AU CENTRE DE LA GESTION DE LA FERTILITÉ

Parmi les facteurs sur lesquels le paysan de Hautes Terres malgaches peut jouer en fonction de ses stratégies, de la tradition et de sa connaissance du milieu, la matière organique occupe une place prépondérante. Le fumier peut jouer des rôles différents selon les conditions.

Dans certains cas, comme dans les rizières très organiques, le paysan cherche à diminuer le taux de matière organique vers le niveau de 4 % considéré comme optimum par les agronomes et par les paysans. Le fumier est alors utilisé comme ferment pour accélérer la minéralisation.

Dans d'autres cas, comme sur les sols ferrallitiques utilisés en culture pluviale, les apports de fumier représentent une condition nécessaire pour créer un environnement favorable à la croissance de la plante du point de vue de la disponibilité en éléments minéraux, de la capacité d'échange cationique<sup>277</sup> ou de la réserve en eau.

Il est donc important de s'intéresser aux pratiques concernant la matière organique: fabrication, choix des sites ou des cultures prioritaires, régionalisation, évolution.

### 5.2.1 La fabrication du fumier

Les pratiques variées d'apport de matière organique sont fonction du milieu, de ses disponibilités et s'apparentent parfois à des recettes de cuisine tant sont nombreux les ingrédients qui peuvent entrer dans la composition du "zezika"<sup>278</sup>.

La base de ce fumier est constituée par les déjections animales. Dans l'histoire des rois malgaches, une des premières pages est consacrée à la nécessité du parc à boeuf: "*Chez le peuple, il convient d'ajouter la construction d'un parc à boeufs. Que l'on possède ou non des animaux, peu importe, le parc est de rigueur. C'est en tout cas un endroit pour rassembler les résidus, déchets, débris divers qui serviront pour les rizières*" (Callet, 1908). L'utilisation du fumier est certainement très ancienne, déjà décrite par Mayeur en 1785.

Les déjections animales sont si importantes que l'on rencontre souvent des enfants qui en ramassent dans des "sobika" (paniers) sur les parcours. Il est nécessaire d'y ajouter des déchets végétaux comme les pailles et fanes résidus de récolte, du "bozaka"<sup>279</sup> (*Aristida* sp.) coupé sur les tanety, des feuilles d'aloès ou de légumineuses arbustives (*mimosa*) ainsi que

<sup>277</sup> Les amendements organiques interviennent également en libérant du phosphore fixé, par substitution de composés organiques au niveau des hydromorphes de fer et d'aluminium et par complexation de l'aluminium échangeable (diminution de la toxicité aluminique responsable de la faible fertilité physico-chimique de ces sols) (de Giudici, 1990).

<sup>278</sup> dont fumier est une traduction approximative.

<sup>279</sup> *Aristida ascensionis*. *Aristida* multicaulis dont le vrai nom malgache serait Kifafa. Toutes les graminées des prairies brûlées fréquemment sont dominées par les *Aristida* confondues sous le nom générique de Bozaka = herbe.



les cendres qu'elles proviennent du foyer ou qu'elles aient été fabriquées spécialement pour enrichir le fumier.

Les sources d'information sur ces pratiques paysannes sont relativement diversifiées. Il s'agit essentiellement

- des enquêtes des avant projets sommaires de réhabilitation portant sur les quatre PPI du Vakinankaratra qui concernent les achats, les choix de parcelle et les techniques d'utilisation,
- des avant projets sommaires des neuf PPI des Cirva d'Antsirabe et Ambositra qui permettent pour leur part d'apprécier au niveau de l'exploitation, périmètre par périmètre les quantités achetées, leur prix et leur destination. Il est donc possible de savoir qui a recours à des achats de matière organique et pourquoi.

Mais les achats, s'ils sont importants à comprendre pour apprécier les stratégies ne concernent qu'une petite partie de la matière organique employée, l'essentiel étant produit sur l'exploitation. Les enquêtes de suivi évaluation de l'ODR<sup>280</sup> examinent parcelle par parcelle, sur tanety, sur rizière et sur pépinière, l'utilisation de cette matière organique, les techniques d'application, la provenance, le transport et la main d'oeuvre utilisée. La présentation des résultats d'enquête par zone ou par Cirva fait apparaître la variabilité à l'intérieur de la région étudiée.

En plus des nombreuses observations directes sur le terrain, il est possible de se référer à des approches plus qualitatives réalisées par Rakoto (1991) en Imerina ainsi que dans certaines régions du Vakinankaratra (Laconde et Roudaut-1991 par exemple).

## LES TECHNIQUES DE FABRICATION

Ces techniques sont variées entre les zones et les périmètres de la région. Le soin dans la préparation est très liée à la densité de population et, de façon négative, au cheptel et à la biomasse disponible. A Mandoto ou à Soavina on se contentera bien souvent de poudrette de parc (déjections non paillées), à Ambohibary, Faratsiho ou Ambohimandroso, les techniques de fabrication pourront être très élaborées.

### le fumier de parc ou zezi-pahitra

*Le parc à boeuf décrit par Rakoto (1991) "ne peut se concevoir sans la litière de graminées. En saison des pluies, cette litière a une double fonction: recouvrir les déjections des animaux et constituer à terme, le zezi-pahitra, "engrais du parc" destiné aux rizières. On alimente ainsi la litière en graminées, dès que la pluie rend boueux le lieu de stabulation nocturne. Il est préférable de déverser un matériel végétal asséché depuis plusieurs jours.*

<sup>280</sup> Une grande partie des informations contenues dans les questionnaires d'enquêtes du suivi évaluation de l'ODR comme des Avant Projets Sommaires de réhabilitation n'a jamais été analysé ni même dépouillé. Une part importante du travail a consisté en une reprise des données de base pour en retirer les informations intéressantes.

*La récolte de ces plantes herbacées est sélective et délaisse les espèces dont la tige se décompose très lentement, comme, par exemple, Aristida<sup>281</sup>. Les tiges arrivent au parc en touffes d'environ quarante centimètres de longueur, avec la partie terreuse superficielle qui "augmentera la quantité d'engrais". A ces graminées s'ajoutent d'autres matériaux herbacés: les restes de ration de paille de riz servie au parc, les feuilles du maïs consommé par le ménage et, dans l'Est de l'Imerina, même le laim-bary<sup>282</sup> est récupéré pour la litière. Urines et déjections se déposent sur cette litière. Les boeufs piétinent l'ensemble et la décomposition qui s'ensuit est le processus essentiel qui le fait mûrir et permet d'obtenir l'engrais. Plus il y a de précipitations, plus il faut apporter de graminées pour offrir une couche sèche aux animaux: la production d'engrais sera d'autant plus importante."*

Cette description est valable pour les zones à forte densité de population et forte intensité culturale. La fabrication de fumier de parc dans le Moyen Ouest est extrêmement simplifiée notamment par l'absence de transfert de fertilité des tanety et des rizières vers le parc. Les résidus de culture sont souvent brûlés pour la cuisine et ce ne sont que les cendres qui sont jetées dans le parc. De plus, les animaux se nourrissent pendant la journée sur les parcours mais il est rare que de la nourriture leur soit donnée au parc. Les adventices provenant du sarclage des rizières sont également apportées (souvent après séchage pour les exploitations des Hautes Terres). Du fait de la fréquence moindre des sarclages dans le Moyen Ouest, de la distance parcelles domicile supérieure, il n'y a généralement pas utilisation de ces adventices dans les parcs. Le produit obtenu dans les parcs du Moyen Ouest diffère de celui des Hautes Terres par la quantité obtenue par animal, la richesse chimique et l'aspect.

#### **Le calendrier de fabrication**

La pratique la plus courante consiste à sortir le fumier de la fosse ou du parc au mois de juillet août et à l'entasser près du parc dans un endroit à l'abri du soleil et de la pluie, puis à le transporter au champ pour l'épandre après le labour<sup>283</sup>.

Ce calendrier traditionnel est bousculé dans les exploitations qui pratiquent la culture de contre saison sur rizière. L'épandage ayant lieu avant cette culture, la maturation du produit est modifiée par un temps moins long entre la sortie du parc ou de la fosse et l'application.

A partir du mois de septembre, pendant la période précédent les pluies, on apporte dans la fosse des débris de végétation naturelle bozaka, sorokahitra<sup>284</sup>, taimbilona<sup>285</sup>, sciure de bois, fanes des cultures, adventices, déchets ménagers (épluchures, cendres). Pendant toute la saison des pluies on rajoute les mêmes produits lorsque le parc commence à s'embourber.

<sup>281</sup> Cela ne semble pas vrai pour le Vakinankaratra et le Nord Betsileo où une grande partie du paillage est constitué avec de l'Aristida.

<sup>282</sup> matière végétale intercalée entre les pieds de riz, fauchée avec le riz.

<sup>283</sup> 77% des parcelles reçoivent le fumier après le labour. Les apports avant labour semblent particuliers à la région d'Ambohimandroso.

<sup>284</sup> bozaka avec terre.

<sup>285</sup> reste de fourrage autour de la mangeoire.

Il est possible de sortir une partie du fumier pour les cultures de demie saison au mois de janvier ou de février. Si à ce moment là, le fumier est trop humide, il est séché au soleil, entassé, parfois même chauffé avec un feu de bozaka avant de le mettre à l'abri ou brûlé avec des Helichrysum (rambi jazina) pour en accélérer la décomposition (Rasamoelina, 1992).

Une semaine à quinze jours avant son départ au champ, certains paysans d'Ambohibary ajoutent du taindaro<sup>286</sup>, du sel ou de l'urée. Le fumier est à point "lorsque de petites vapeurs blanchâtres s'en dégagent" indique Rakoto (1991) qui précise que les paysans reconnaissent la qualité de l'engrais ainsi préparé mais disent ne pas avoir le temps. Pour le calendrier également, le Moyen Ouest se distingue: l'extraction du fumier, le transport et l'épandage se déroulent après les deux premières pluies qui ramollissent le matériau.

### La main-d'oeuvre nécessaire

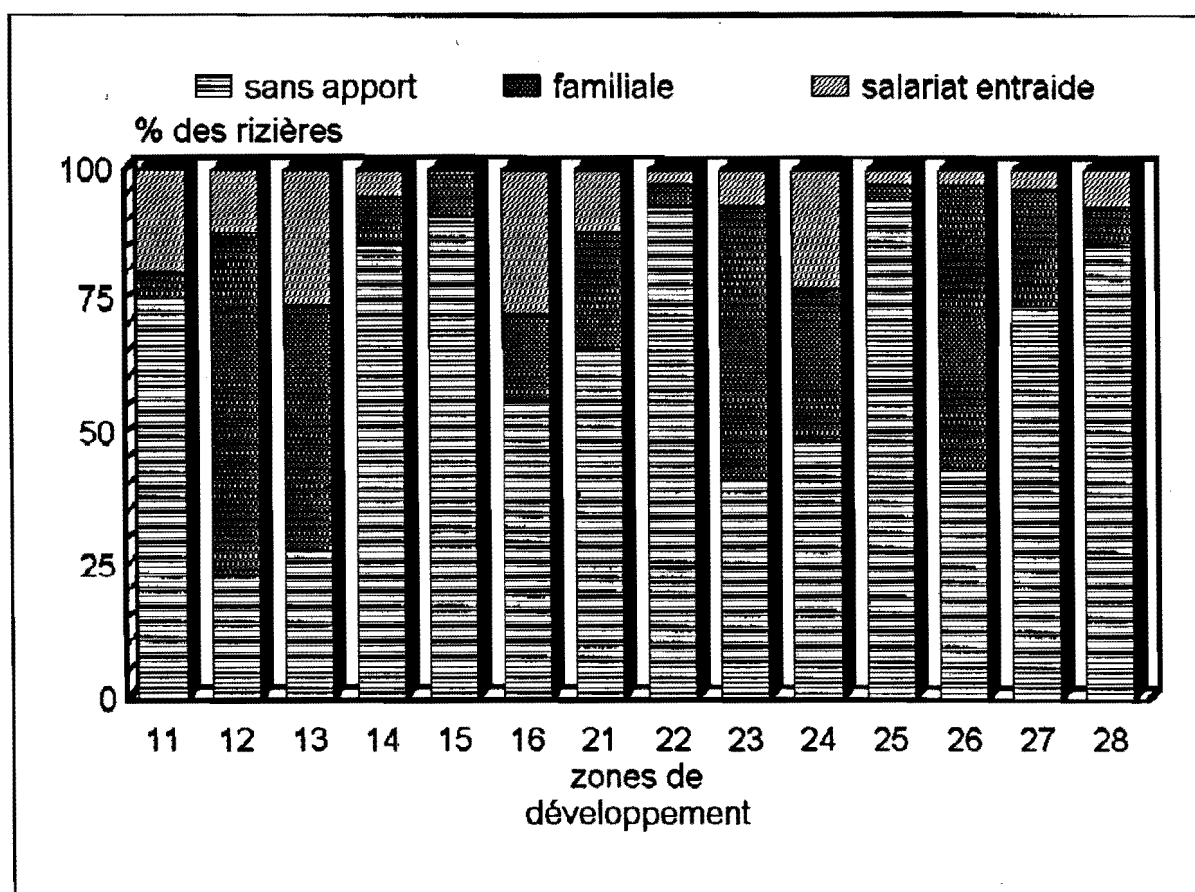
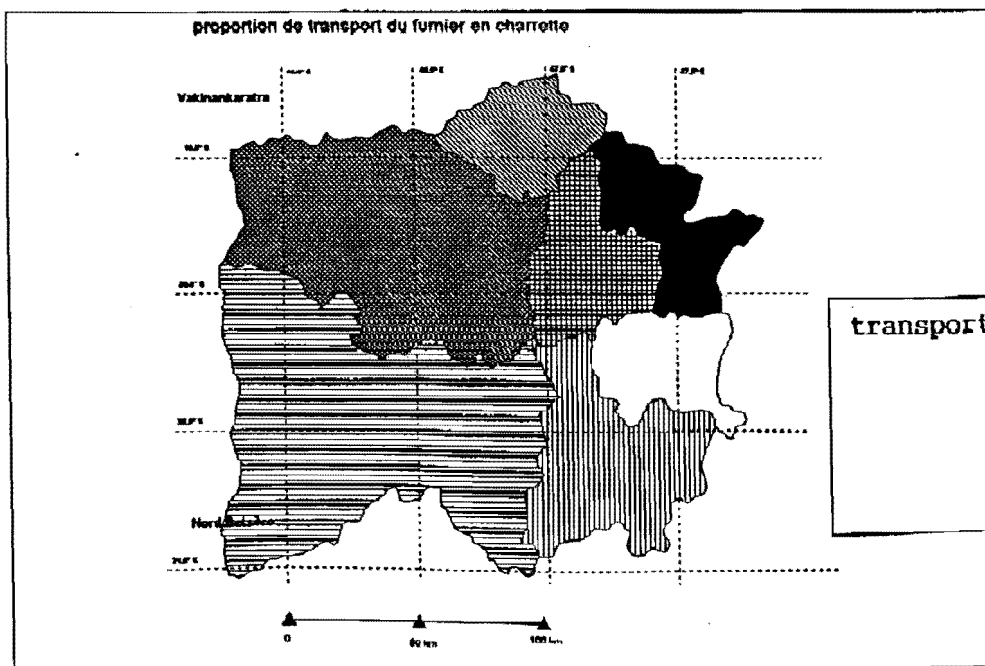
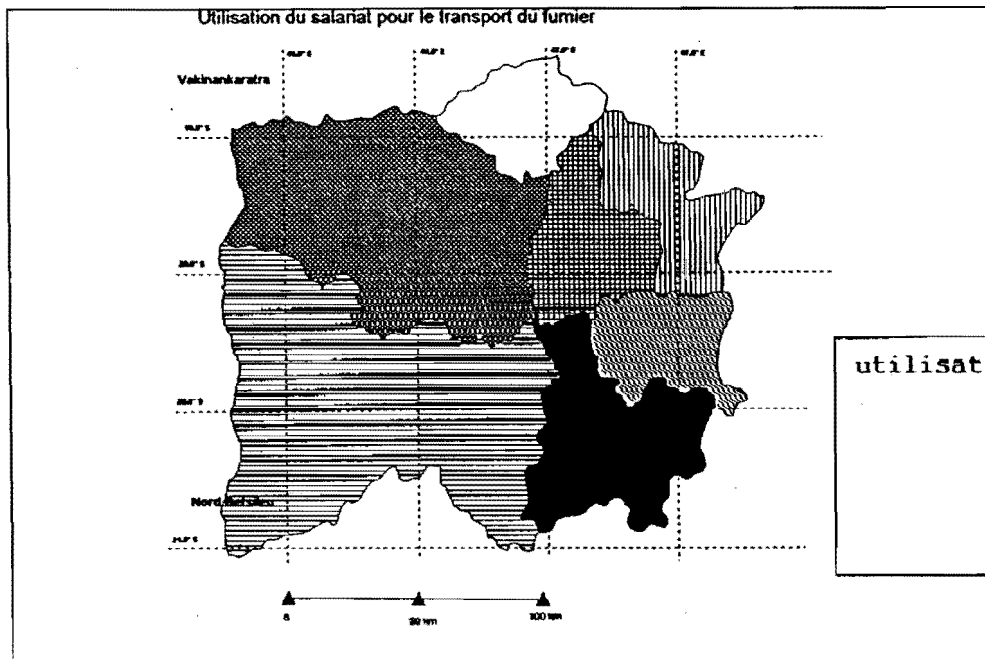
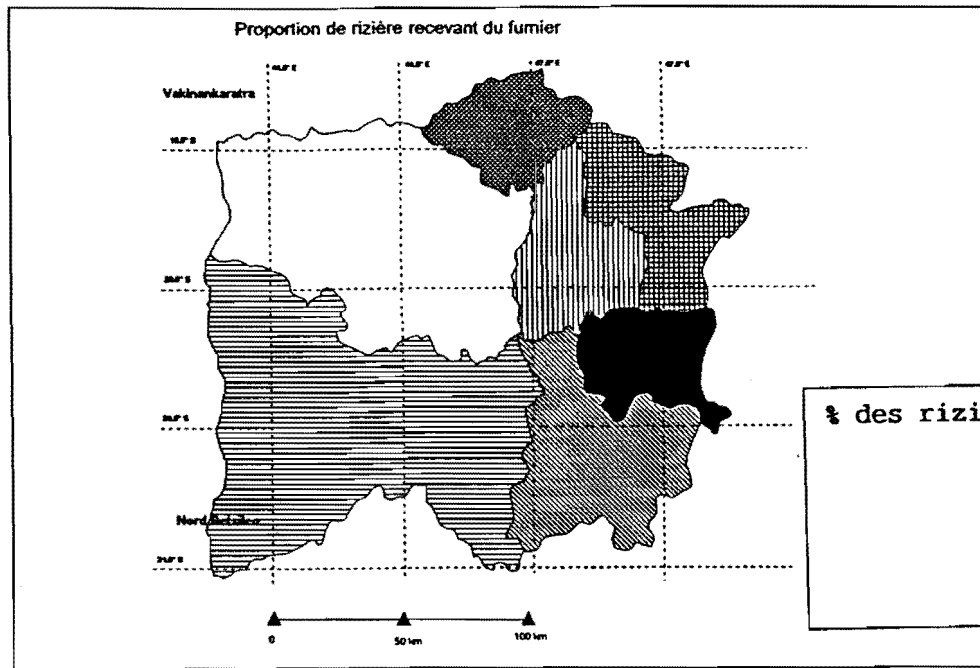


Figure 4 répartition du type de main-d'oeuvre pour la manipulation du fumier sur rizière (données du suivi évaluation ODR 1987-1988)

Elle est estimée en moyenne, si l'on peut utiliser une charrette, à 25 jours par an pour deux boeufs de trait: six journées pour la fabrication du sorokahitra, quinze jours pour le transport (sorokahitra et fumier), trois journées pour sortir le fumier du parc et les différentes manipulations. Lorsque la densité de population est forte, il peut y avoir une vraie concurrence entre les paysans pour le ramassage des sorokahitra et bozaka.

<sup>286</sup> cendre à base de soude utilisée dans la fabrication du savon noir.





Certains ont recours à la main-d'oeuvre salariée (3 hommes jour par charrette).

D'après les enquêtes de suivi évaluation de l'ODR, la main-d'oeuvre utilisée pour les manipulations de matière organique est surtout familiale (24% des rizières selon l'enquête 1987-1988) contre 10 % des rizières utilisant l'entraide et la main d'oeuvre salariée et 67% sans utilisation de matière organique. Cette tendance générale ne doit cependant pas faire oublier les spécificités locales.

L'entraide n'a pas été différenciée de la main-d'oeuvre salariée. Dans certaines zones, c'est un travail facilement confié aux "Mpikarama"<sup>287</sup> constitués essentiellement par des travailleurs journaliers sans beaucoup de terre louant leur force de travail à la journée.

Des différences entre les zones apparaissent du point de vue de la main-d'oeuvre salariée ou de la main-d'oeuvre familiale, la région d'Ambositra se singularisant par un recours plus important à cette main-d'oeuvre salariée (cf carte utilisation du salariat pour le transport du fumier).

### **Le transport et les méthodes d'épandage**

Le fumier est transporté au moyen de sobika ou avec des charrettes. Une sobika de matière organique pèse en général de 10 à 20 kg, une charrette de 250 à 300 kg. Cette charrette a apporté une véritable révolution dans la gestion de la fertilité en permettant de transporter des éléments fertilisants en quantité importante sur des distances beaucoup plus grandes.

Le fumier est presque toujours apporté en plein champ sur rizière et au poquet sur les cultures pluviales ou de baiboho<sup>288</sup>. La fumure organique du taro (saonjo) se fait au trou. Comme pour l'apport de fumier sur les rizières qui se fait après labour pour éviter une dilution de la matière organique apportée dans une grande quantité de terre, le paysan recherche une concentration en localisant ce fumier.

Le transport de fumier en charrette est beaucoup plus développé dans le Vakinankaratra que dans le Nord Betsileo (cf carte proportion du transport du fumier en charrette). Ces données sont d'ailleurs concordantes avec l'étude du nombre de charrette (chapitre 4.3) montrant le sous équipement relatif du Nord Betsileo. Il est cependant possible d'observer la faiblesse de la liaison entre disponibilité en charrette et fertilisation organique des rizières, les exploitations de la partie Hautes Terres du Nord Betsileo compensant, au prix d'un travail important, par du transport en sobika.

### **L'élevage en stabulation**

Pour les vaches laitières et les porcins élevés en stabulation, les déjections sont sorties chaque jour et entassées dans une fosse irriguée par le purin et l'eau de nettoyage de la stabulation, paillée avec tous les déchets disponibles. Le fumier est généralement sorti des fosses entre

<sup>287</sup> littéralement celui qui travaille.

<sup>288</sup> bourrelet de berge.

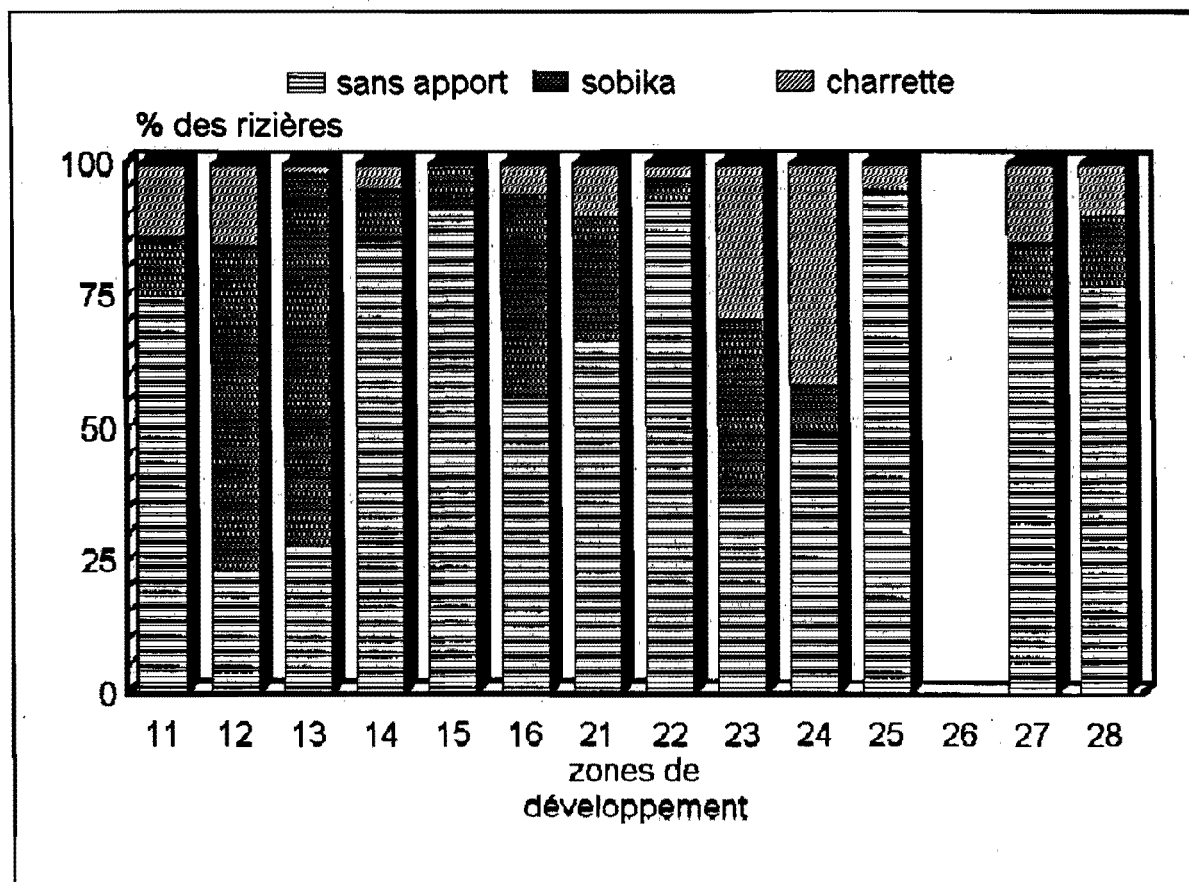


Figure 5 Répartition du type de transport pour le fumier sur rizières (données du suivi évaluation ODR 1987-1988)

le mois de mai et le mois d'août. Parfois des petites pyramides sont construites et recouvertes de mottes de terre en attendant l'épandage du fumier au mois d'octobre.

Le produit obtenu dans les fosses d'engraissement des boeufs est un produit intermédiaire entre celui des parcs dont il a certaines propriétés obtenues par un piétinement continu (mélange intime des déjections et des matières végétales) et les fosses des stabulations (importance des restes d'alimentation dans la composition du fumier).

#### Les quantités produites

Il est possible, selon les estimations des paysans, de produire

- avec une paire de boeufs de trait de sept charrettes (2 tonnes à Soavina) à 15 charrettes (4.5 tonnes) à Ambohibary selon l'intensité du paillage et de la stabulation;
- avec deux vaches laitières en stabulation 35 charrettes (10 tonnes);
- avec un boeuf de fosse de 15 à 30 charrettes (4 à 9 tonnes) en six mois cette quantité étant très dépendante de la pluie;
- avec une truie en stabulation 60 sobika par mois (2 charrettes/mois soit 7 tonnes par an).

**Les alternatives pour ceux qui ne possèdent pas de bovin ou de porcins**

Il apparaît clairement que l'utilisation de fumier de parc est liée à la possession d'animaux. Néanmoins, les paysans qui n'en possèdent pas peuvent acheter du fumier (cf les achats de matière organique), ou se faire confier un ou plusieurs animaux. Les contrats sont différents selon les localités et les rapports qui existent entre le propriétaire et celui qui reçoit l'animal. Dans certains cas le propriétaire fournit la nourriture, dans d'autre cas son rôle se borne à confier l'animal. Celui ci ne sort généralement pas de l'enclos dans lequel il est parqué pour y être engraisé. Le plus gros avantage qu'en retire le paysan qui en a la charge est le bénéfice du fumier pour ses propres terres.

Certains exploitants sans animaux peuvent également bénéficier d'une partie du fumier en participant à l'entretien d'un animal sous forme de "*coupe de graminées pour la litière du parc, don de tiges de riz, de fourrages du regain du riz*" (Rakoto, 1991).

Pour ceux qui ne peuvent disposer de parc, un trou est creusé près de la maison. Dans ce trou sont jetées les cendres (qui peuvent être en grande quantité lorsque la cuisine est faite avec de la paille de riz, des fanes de haricot et de maïs comme à Soavina) et les déchets ménagers. Il n'y a pas recherche d'une maturation du produit, le trou étant vidé lors de la plantation de culture maraichère ou de tabac.

### Le compost

Certains voient dans le compost la panacée supprimant une transformation par le bétail coûteuse en énergie (Landais et al.<sup>289</sup>). Les facteurs limitants liés au travail pour récolter les produits à composter, à l'eau nécessaire pour un bon compost, à l'enrichissement microbien par les animaux sont négligés dans cette vision.

Les techniques de compostage ont été proposées par les organismes de développement (URER, ODR) pour les exploitations qui ne possèdent pas de boeufs ou pour les parcelles cultivées trop éloignées ou difficilement accessibles à partir de l'exploitation.

En 1987-1988, ces parcelles représentaient 10% des pépinières, 3% des rizières et 5% des parcelles de tanety.

Des trous sont creusés pour accumuler les matières végétales mélangées avec quelques bouses trouvées autour. Des couches de terre sont intercalées avec ce mélange. Ces matières sont entassées jusqu'au mois d'avril (fin des pluies) et recouvertes d'une couche de terre au mois de mai pour laisser mûrir jusqu'au mois d'octobre. Certains ne couvrent pas de terre mais mettent en place une ombrière et arrosent tous les trois jours. La disponibilité en eau est souvent un facteur limitant pour la fabrication d'un bon compost. Dans la région d'Antanifotsy ou l'on fabrique beaucoup de *ranomena*<sup>289</sup>, l'eau et la terre utilisé lors de la distillation permettent d'obtenir une décomposition beaucoup plus rapide et le compost est, d'après les paysans, de bien meilleure qualité.

<sup>289</sup> littéralement eau rouge: produit de distillation des os de boucherie. Ce distillat possède des usages multiples notamment en pharmacopée traditionnelle.



## 5.2.2 Variabilité dans la composition de produits utilisés pour la fumure organique

La variabilité dans la composition des apports organiques est un thème étudié depuis longtemps en Afrique de l'Ouest mais pour lequel, peu de références sont disponibles sur Madagascar. Les auteurs étudiant cette question font remarquer la diversité des produits et le peu de rigueur utilisé dans leur définition: fumier, poudrette, compost.

Le tableau 5 présente, avec l'aide de quatre sources, la variabilité de cette composition. Trois sources proviennent des Hautes Terres malgaches, une, plus générale, d'Afrique de l'Ouest. Les moyennes et les fourchettes de valeurs Afrique de l'Ouest - Madagascar sont comparables, la variabilité interne aux Hautes Terres considérable.

Tableau 5 Compositions des fumiers en éléments minéraux selon différentes sources (en % de la matière sèche): Haut de Sigy (1967) source 1, IRAM (301) source 2, Arrivets (1989) source 3, Coulomb (1980) cité par Landais, Lhoste et Guérin (1990) source 4

	min	1 moy	max	min	2 moy	max	min	3 moy	max	min	4 moy	max
N	0.4	1.4	1.95	0.24	0.94	2.58	0.8	1.3	1.7	0.9	1.39	2.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.29	1.14	3.02	0.09	0.48	3.9	0.5	0.75	1	0.3	0.52	0.8
K <sub>2</sub> O	0.28	1.21	2.69	0.19	0.94	3.96	1.1	1.6	3.4	0.3	1.68	4.26
CaO	0.07	0.56	1.14	0.04	0.53	1.42	0.5	0.8	1.6	0.6	1.1	1.4
MgO	1.16	1.7	1.97	0.1	0.33	1.41	0.3	0.5	1	0.3	1	1.2
Hum.	33	58	76	8.8	52	80	55	70	83	21	45.5	66
MO				8.5	34	70	21	42	64	13	45	89

Haut de Sigy (1) Analyse de 23 fumiers dans le Vakinankaratra milieu contrôlé et milieu paysan  
 IRAM (2) Analyse de 30 fumiers en milieu paysan Antsirabe, Ambositra, Fianarantsoa  
 Arrivets (3) Analyse de 8 fumiers sur les Hautes Terres milieu contrôlé  
 Coulomb (4) Analyse de 7 fumiers Burkina Faso et Sénégal milieu contrôlé

Certains auteurs insistent sur la difficulté de caractériser un type de fumier, même lorsque les modalités de sa fabrication sont connues: la désignation "déjection de bovins paillées avec de l'aristida pendant la saison sèche" par exemple ne peut renseigner avec précision sur les teneurs en élément minéraux.

La première source de variabilité provient des fèces elles mêmes qui présentent des variations dans leur composition en fonction de l'espèce, de la saison et du régime alimentaire (Landais et al., 1990).

Cette variabilité peut ensuite être caractérisée par l'humidité: Hamon (1972) estime qu'une teneur en eau de 50 % est optimum pour la décomposition des principales substances carbonées avec une consommation minimum d'azote. Il n'est pas rare de voir des paysans d'Ambohibary, soucieux de faire un bon fumier et le trouvant trop sec, détourner une rigole

d'évacuation des eaux de pluie pour arroser leur fosse. Qualité et quantité ainsi que le rythme<sup>290</sup> du paillage interviendront également.

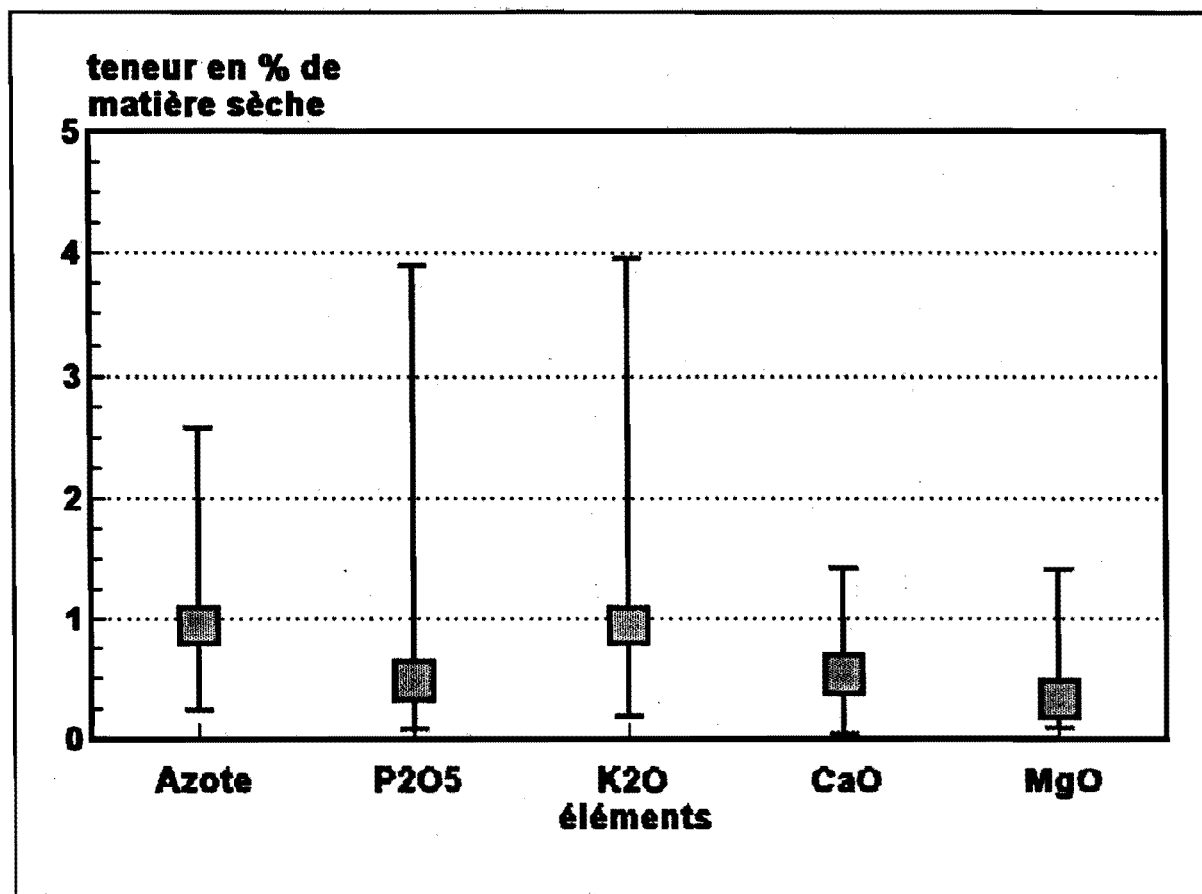


Figure 6 Variation de la teneur en éléments minéraux dans l'analyse de 30 fumiers prélevés en milieu paysan sur les Hautes Terres (IRAM 301)

Le taux de matière organique varie beaucoup selon les échantillons. Les cendres insolubles sont essentiellement constituées par de la silice qui peut être d'origine végétale (pailles et chaumes ingérés ou incorporés dans la litière) ou d'origine extérieure (apport de terre, sorokahitra ...).

Parmi les éléments minéraux, phosphore, potassium et magnésium sont ceux qui varient le plus (C.V. supérieurs à 100 %) alors que pour l'azote et le calcium, ces coefficients sont de l'ordre de 50 %. Les données pour l'étude de la composition du fumier en fonction de la profondeur sont insuffisantes pour faire apparaître les différences constantes (résultats de Hamon (1972) et Coulomb (1980) montrant des diminutions de la teneur en éléments minéraux lorsque l'on descend dans un profil vertical d'une fosse à fumier).

<sup>290</sup> il est indispensable d'attendre le fractionnement assez poussé de la paille avant d'apporter une nouvelle couche (Hamon, 1972).

### 5.2.3 OU APPORTE-T'ON DU FUMIER?

Une des premières questions qui se pose est la destination de la fumure organique disponible sur l'exploitation: sur les 970 exploitations enquêtées en 1987-1988 par le suivi évaluation de l'ODR, une fiche descriptive avait été remplie pour chaque parcelle des 970 exploitations indiquant notamment la surface de la parcelle et la quantité de fumier apporté.

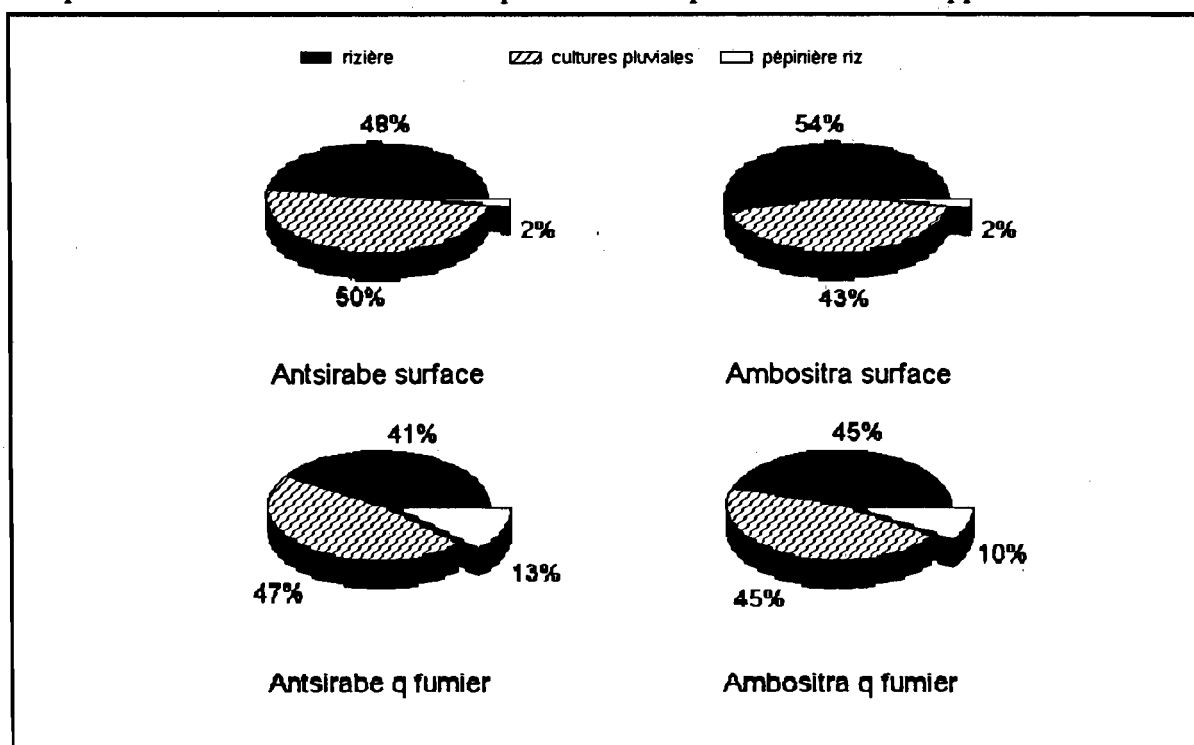
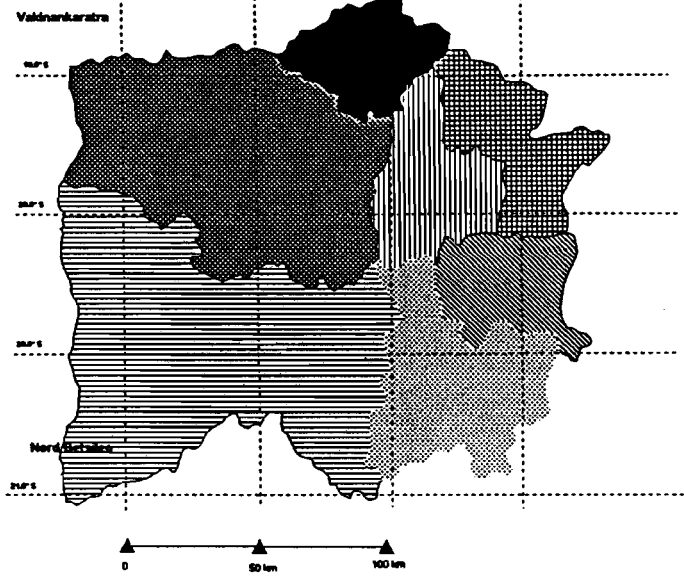


Figure 7 Comparaison entre les proportions de surface et les affectations de fumier (données ODR 1987-1988)

Tableau 6 Les surfaces et les quantités de fumier agrégées par Cirva (pour les exploitations enquêtées) donnent les résultats suivants:

	Antsirabe	Ambositra	Total
surface en rizière	250ha (47,5%)	309ha (54%)	559ha (51%)
surface en culture pluviale	265ha (50,4%)	246ha (43%)	511ha (47%)
Surface en pépinière riz	11ha (2%)	14ha (2%)	25ha (2%)
Quantité de fumier apporté sur rizière (en tonnes)	969T	825T	1.794T
Quantité de fumier apporté sur tanety (en tonnes)	1108T	835T	1.943T
Quantité de fumier apporté sur pépinière riz (en tonnes)	299T	179T	478T
proportion sur rizière	40,8%	44,9%	43%
proportion sur tanety	46,6%	45,4%	46%
proportion sur pépinière	12,6%	9,7%	11%

**% des surfaces en rizière**



**proportion de rizière**

37
39
41
42
49
50
55

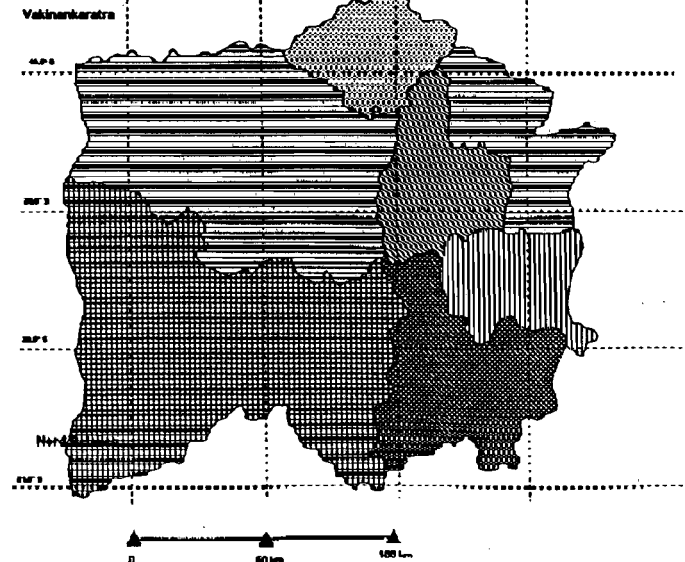
**% des surfaces en pépinière**



**% surface en pépinière**

2
3
4

**% des surfaces en tanety**

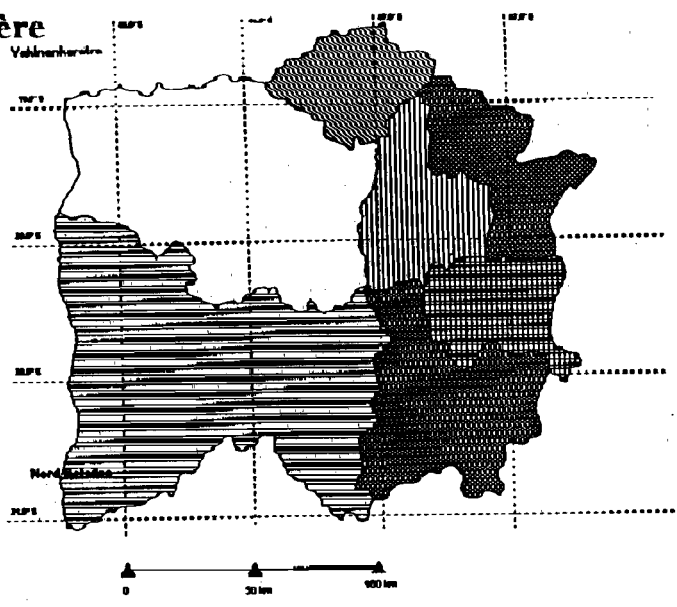


**% surface en tanety**

43
49
56
57
58
60

# Proportion du fumier apporté

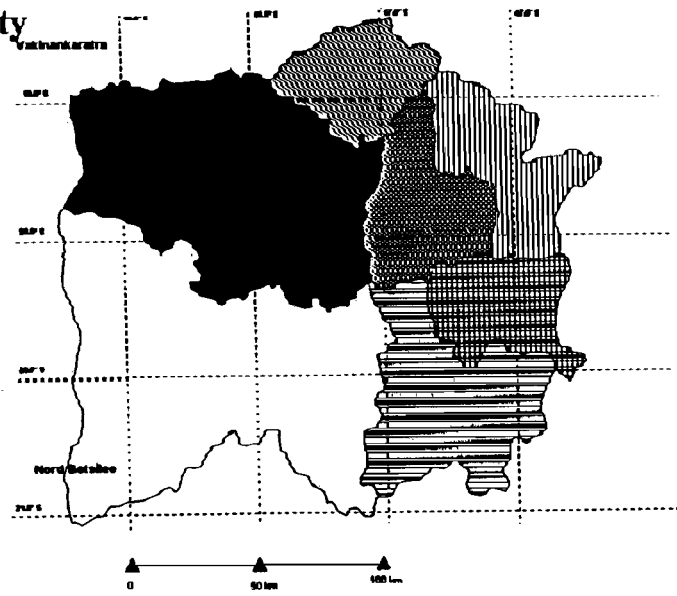
## Sur rizière



‰ du fumier sur TB

□	9
▨	24
▧	28
▩	43
▪	44
■	48

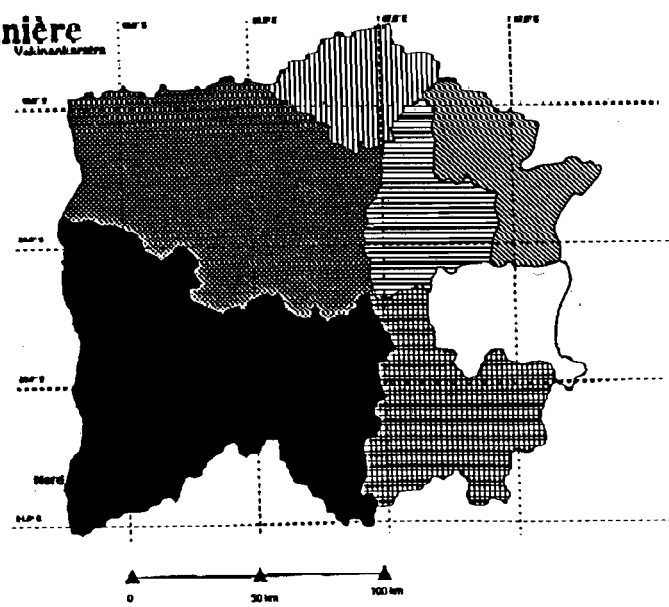
## sur tanety



‰ du fumier sur

□	35
▨	38
▧	40
▩	47
▪	51
▫	64
■	76

## sur pépinière



‰ du fumier sur pép

□	5
▨	8
▧	10
▩	12
▪	15
■	49

Le paysan gère donc ses disponibilités en matière organique entre les cultures pluviales et irriguées. L'homogénéité apparente qui ressort de ce tableau ne doit pas faire oublier les hétérogénéités qui existent à l'intérieur des circonscriptions:

En effet, les disponibilités en matière organique varient de façon importante selon les zones de vulgarisation.

Tableau 7 Répartition des surfaces et du fumier selon les zones de vulgarisation de l'ODR (enquête 1987-1988)

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28
% surface en rizière	38	47	36	33	45	36	50	60	55	51	39	46	36	38
% surf. en pépinière	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2	2
% surf. en tanety	60	50	61	64	52	61	48	38	43	46	60	52	62	60
Apport moyen sur riz T/ha	3	17	13	1	1	13	3	1	9	5	1	12	3	1
sur pépinière t/ha	25	26	17	15	12	18	13	10	43	15	11	85	14	7
sur tanety t/ha	2	12	13	1	0	4	3	2	13	4	2	8	2	12
% du fumier sur riz	37	53	35	26	23	60	45	10	43	49	8	47	36	3
% sur pépinière	20	7	3	34	48	8	11	22	10	8	8	17	10	2
% sur tanety	43	40	62	40	30	32	44	68	47	43	84	36	54	95

De grandes hétérogénéités apparaissent entre les zones mais également à l'intérieur des zones.

Il est cependant possible de constater dans le tableau 7 que les pépinières reçoivent toujours un minimum de 10 tonnes de fumier par hectare. La pépinière occupe de 1 à 4% de la surface et reçoit de 2 à 48% du fumier. Les zones 14 et 15 dans lesquelles les pépinières reçoivent près de la moitié du fumier produit correspondent aux régions de Soavina et Ambatofinandrahana caractéristiques du Moyen Ouest. La rizière occupe une part variant entre 33 et 60% de la surface cultivée et reçoit de 3 à 60% du fumier produit. Mises à part les rizières avec contre saison, les apports sur rizière, quand ils se font, n'ont pas lieu tous les ans mais plutôt en fonction de la baisse de production de la parcelle ce que les paysans expliquent en disant: "Ampifandimbiasina ariana zezipahitra ny tany". Les affectations du fumier sur tanety varient de 30 à 95%. Les fortes proportions de la matière organique produite appliquées sur les cultures sèches correspondent aux souhaits de l'URER qui proposait la fertilisation minérale pour les rizières et le maximum de matière organique sur les cultures sèches. La répartition a évolué avec le développement des cultures de contre saison. Les enquêtes de 1990-1991 ont montré que toutes les parcelles de contre saison sur rizière recevaient des doses importantes de matière organique.

La clé actuelle de répartition du fumier semble être par ordre de priorité décroissante:

1. la pépinière rizicole,
2. les cultures de contre saison sur rizière,
3. les cultures de tanety,
4. les rizières.

Des différences importantes sont dues à la situation des zones dans les Hautes Terres ou sur le Moyen Ouest. La comparaison est possible en agrégeant les zones de Soavina et Ambatofinandrahana pour Ambositra avec celle de Betafo Ouest pour Antsirabe qui constituent la partie Moyen Ouest, l'agrégation des 13 autres zones représentant les Hautes Terres:

Tableau 8 Comparaison Hautes Terres Moyen Ouest pour la répartition du fumier

	Hautes Terres		Moyen Ouest		Somme	% moyen
	sommes surfaces enquêtées ha et tonnes de fumier	%	Sommes surfaces enquêtées ha et tonnes de fumier	%		
Surface en rizière	332 ha	56 %	228 ha	45 %	560 ha	48 %
Surface en tanety	244 ha	42 %	267 ha	53 %	511 ha	50 %
Surface en pépinière	18.6 ha	3 %	5.9 ha	2 %	25 ha	2 %
Fumier rizière	1738t	45 %	56.4t	15 %	1734t	40 %
Fumier tanety	1716t	45 %	227t	63 %	1943t	50 %
Fumier pépinière	401t	10 %	77t	21 %	478t	10 %

Si la répartition des surfaces rizière - tanety - pépinière reste à peu près la même dans les deux parties, il n'en est pas de même pour l'allocation de la matière organique. Dans chaque cas, les pépinières rizières sont favorisées: 10 % du fumier pour 3 % des surfaces sur les Hautes Terres, 21 % du fumier pour 2 % des surfaces dans le Moyen Ouest. Le paysan des Hautes Terres répartit son fumier entre rizière et tanety, celui du Moyen Ouest réserve ce dont il dispose pour les tanety.

Le tableau 9 apporte des informations complémentaires en précisant les doses: les usages sont complètement différents dans le Moyen Ouest peuplé pourtant essentiellement de paysans issus des Hautes Terres. Arrivé dans un milieu autorisant des exploitations moins exigües, le paysan abandonne une partie des techniques traditionnelles d'intensification.

Tableau 9 Comparaison de l'utilisation de la fumure organique sur les Hautes Terres et dans le Moyen Ouest

	Hautes terres	Moyen Ouest
Fertilisation organique des rizières	62 % des rizières ne reçoivent pas de matière organique dose moyenne 5.3 t/ha	95 % des rizières ne reçoivent pas de matière organique dose moyenne 0.25 t/ha
Fertilisation organique des pépinières	dose moyenne 23 t/ha de nombreux types de fumures organiques sont utilisés y compris de très sophistiqués	dose moyenne 13 t/ha la fumure organique sur pépinière est constituée essentiellement par de la poudrette de parc
Fertilisation organique des tanety	dose moyenne 6.8 t/ha les pratique sont diversifiées	dose moyenne 0.85 t/ha dans le moyen ouest d'Ambositra 83 % des tanety ne reçoivent pas de fumure organique Dans le moyen ouest d'Antsirabe 38 % des surfaces de tanety restent sans fumure organique 57 % reçoivent de la poudrette de parc

En CIRVA d'Ambositra, les zones de Soavina et Ambatofinandrahana représentent respectivement 23.5 % et 30.2 % des surfaces en rizière mais n'utilisent que 3.5 % et 1.2 % du fumier apporté en rizière dans la CIRVA.

### La répartition sur les cultures pluviales

Sur les cultures pluviales, il est également possible de voir des différences d'apport en fonction des spéculations.

Tableau 10 Doses moyennes de matière organique en fonction des systèmes retrouvés sur tanety

	Antsirabe % surface tanety	fumier dose en T/ha	Ambositra % surface tanety	fumier dose en T/ha	Moyenne % surface tanety	fumier dose en T/ha
jachère	8,9	0	7,0	0	7,95	0,00
maïs haricot	18,2	6,4	8,5	5	13,35	5,70
maïs seul	19,9	4,9	6,2	1,9	13,05	3,40
manioc	14,8	1,2	54	2,8	34,40	2,00
patate douce	3,5	8,1	11,5	6,5	7,50	7,30
pomme de terre	3,0	15,5	0,5	11,5	1,75	13,50
riz pluvial	4,4	5,9	1,1	1,5	2,75	3,70

Le fumier est réservé en priorité à la pomme de terre ou à la patate douce puis au maïs avec ses différentes associations. Certaines cultures comme l'arachide ou le manioc reçoivent des doses moyennes bien inférieures. La faiblesse de l'utilisation de fumier sur riz pluvial à Ambositra peut s'expliquer par la persistance de certaines zones de riz sur brûlis (tavy) sans apport de matière organique.

La proportion de parcelles recevant et ne recevant pas de fumier permet de comprendre le choix des cultures sur lesquelles la matière organique est apportée:

Tableau 11 Proportion de parcelles ne recevant pas de fumier selon les cultures

	Antsirabe	Ambositra
Maïs Haricot	12,7	49
Maïs seul	11	65,3
Manioc	86,7	62
Patate douce	39	40
Pomme de terre	15	4
Riz pluvial	25,7	31



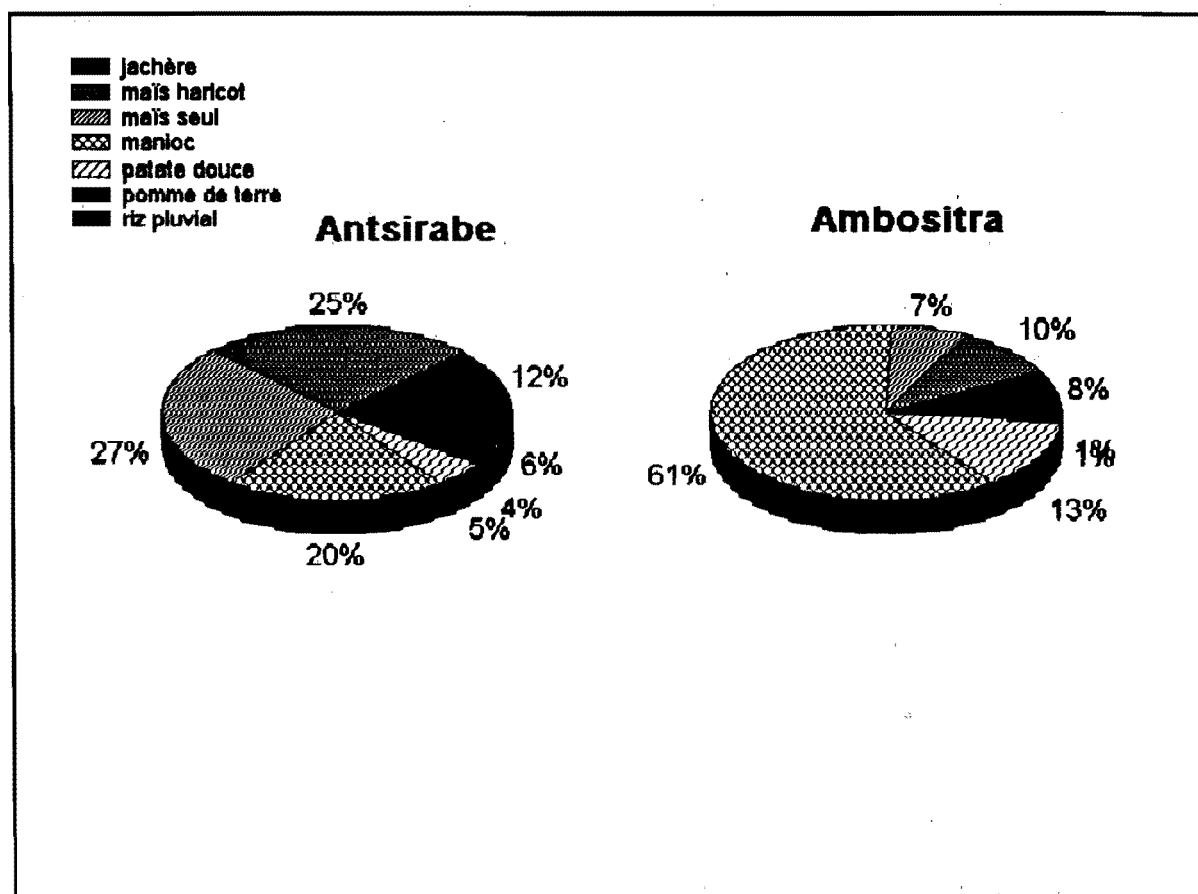


Figure 8 répartition des surfaces en culture pluviale par Cirva (données ODR 1987-1988)

Il est possible de voir dans la comparaison entre les Cirva un comportement plus "merina" à Antsirabe où les paysans choisissent dans une large mesure de défavoriser le manioc "qui peut se débrouiller sans fertilisation" pour apporter le fumier sur les autres cultures. A Ambositra, le comportement est plus "betsileo" en répartissant de façon plus équitable le fumier entre les différentes cultures. A Ambositra, la pomme de terre, culture moins connue que les autres ne représentant pas des surfaces très importantes dans cette circonscription, est particulièrement favorisée.

#### Les raisons de "non application" de matière organique

Ces raisons ont été étudiées par le suivi évaluation de l'ODR lors des enquêtes de la saison 1989-1990 portant sur l'échantillon suivant:

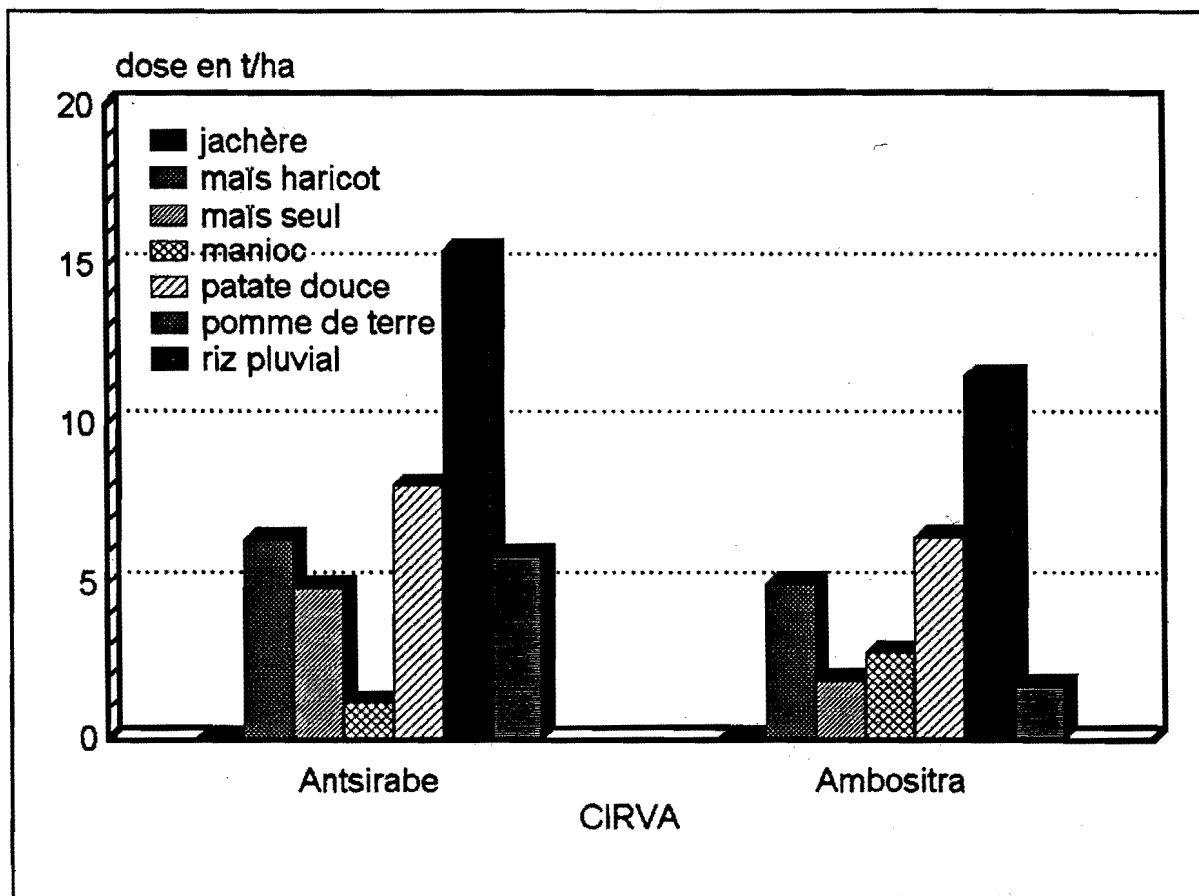


Figure 9 dose moyenne de fumier selon les cultures (données ODR 1987-1988)

Tableau 12 Nombre de parcelles enquêtées par le suivi évaluation ODR 1989-1990 (Cirva Antsirabe et Ambositra)

	Antsirabe	Ambositra
Rizière	489	465
Tanety	178	981
Contre saison	109	82

La fertilisation organique est pratiquement utilisée de façon systématique en culture de contre saison et il n'y a pas alors d'apport de fumier lors de la saison rizicole qui suit. Les résultats de ces enquêtes ont été les suivants:

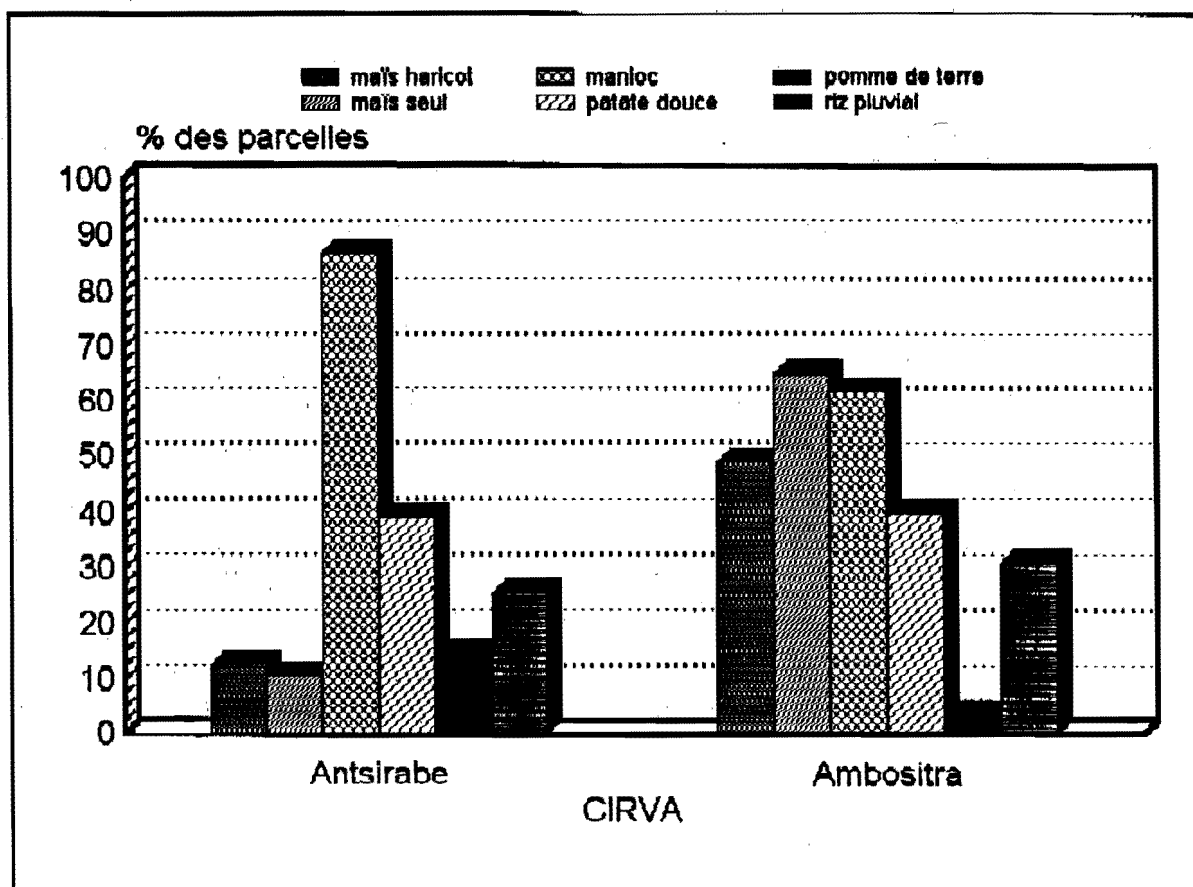


Figure 10 proportion de parcelles ne recevant pas de fumier selon les cultures pluviales (données ODR 1987-1988)

Tableau 13 Raison évoquée pour ne pas apporter de la matière organique (suivi-évaluation ODR 1989-1990)

	rizière		tanety	
	Antsirabe	Ambositra	Antsirabe	Ambositra
<b>Manque de fumure organique</b>	100	72	37	43
<b>fumier trop cher</b>		3	4	1
<b>sol encore fertile</b>		3	39	49
<b>Autres</b>		7	20	7

C'est donc le manque de disponibilité sur l'exploitation qui empêche les exploitants d'utiliser le fumier. Si le prix ne semble pas un facteur limitant, c'est surtout parce que l'achat de fumier reste limité à un certain nombre d'exploitants aisés et que ces achats de fumier ne font pas partie des traditions. La "fertilité" du sol est considérée comme encore suffisante pour une bonne partie des tanety à Antsirabe comme à Ambositra.

### La nature de la fumure organique employée

Le paysan différencie nettement les formes de fertilisation organique employée selon les cultures et les disponibilités. Des résultats sont disponibles selon les zones des Cirva d'Antsirabe et Ambositra<sup>291</sup>. Les formes les plus courantes identifiées étaient le fumier de parc, de fosse ou d'étable pour les bovins, le fumier de porc ou de volaille et le compost.

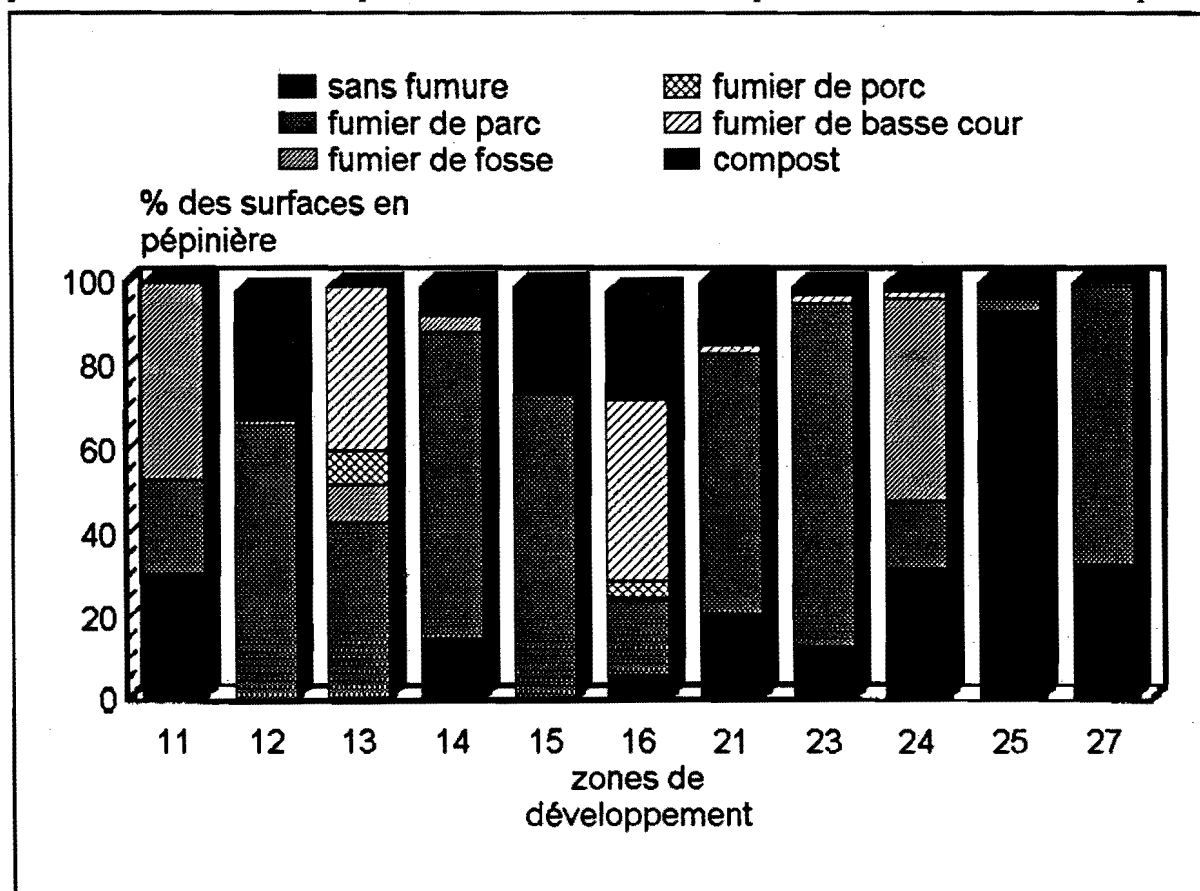


Figure 11 Répartition des pépinières rizicoles selon la nature de la fumure organique apportée (données ODR 1988-1989)

Tableau 14 Proportion des surfaces de parcelles de pépinières rizicole selon la nature de la fumure organique apportée (enquête ODR 1987-1988)

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28	mo
sans fumure organique	31	0	1	15	0	6	21		13	32	93		33		23
fumier de parc	22	66	42	73	73	18	62		82	16	3		66		47
fumier de fosse	47	1	9	4		1				48					10
fumier de porc			8			4							1		1
fumier de basse cour			39			43	2		3	1					8
compost		31		7	26	26	16		2	3	4				10

<sup>291</sup> Enquête de suivi évaluation 1988-1989.

**Tableau 15 Proportion de la surface en rizière en fonction de la nature de la fumure organique reçue (enquête ODR 1987-1988)**

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28	
sans fumure organique	65	47	26	92	92	57	57	97	43	70	100	56	93	75	70
fumier de parc	27	0	55	8	6	29	41	1	57	28		8	7	14	20
fumier de fosse	9	50	8									37		4	6
fumier de porc			2							2				3	1
fumier de basse cour			44												
compost		3	5		2	14	2	3						3	10

**Tableau 16 Proportion des surfaces de tanety en fonction de la nature de la fertilisation organique reçue**

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28	
sans fumure organique	76	36	48	82	84	67	47	65	11	21	38	12	21	10	57
fumier de parc	10		18	16	13	3	22	28	84	67	57	88	79	9	27
fumier de fosse	13	62	8	1										19	5
fumier de porc	1		23	1		3	3			3					4
fumier de basse cour						8									1
compost		3	3		3	19	28	7	4	9	5			62	5

L'examen des résultats par zone ne permet pas de faire ressortir de comportement régionalisé par rapport à la nature de la fumure organique apportée si ce n'est les faibles proportions de rizière fumées dans le Moyen Ouest et la diversité des fumiers utilisés sur pépinière. La variabilité des comportements à l'intérieur d'une zone paraît souvent plus importante que les différences entre zones.

### Les apports en fonction de la couleur du sol

La description paysanne des sols et de leur aptitude à produire est basée en grande partie sur la couleur. Il est intéressant de vérifier si des apports de fumier se font de façon préférentielle en fonction de la couleur. Pour cela, la comparaison entre la proportion des surfaces totales de sol de cette couleur et la proportion des surfaces recevant du fumier ayant cette couleur est réalisée.

Sur pépinière, les sols noirs dominent à Antsirabe. Ils sont suivis de près par les sols gris à Ambositra. Ces sols noirs et gris sont moins fumés que les autres à Antsirabe mais pas à Ambositra. La proportion des pépinières recevant du fumier étant très importante, les différences étant minimes, il s'avère difficile d'en tirer des conclusions.

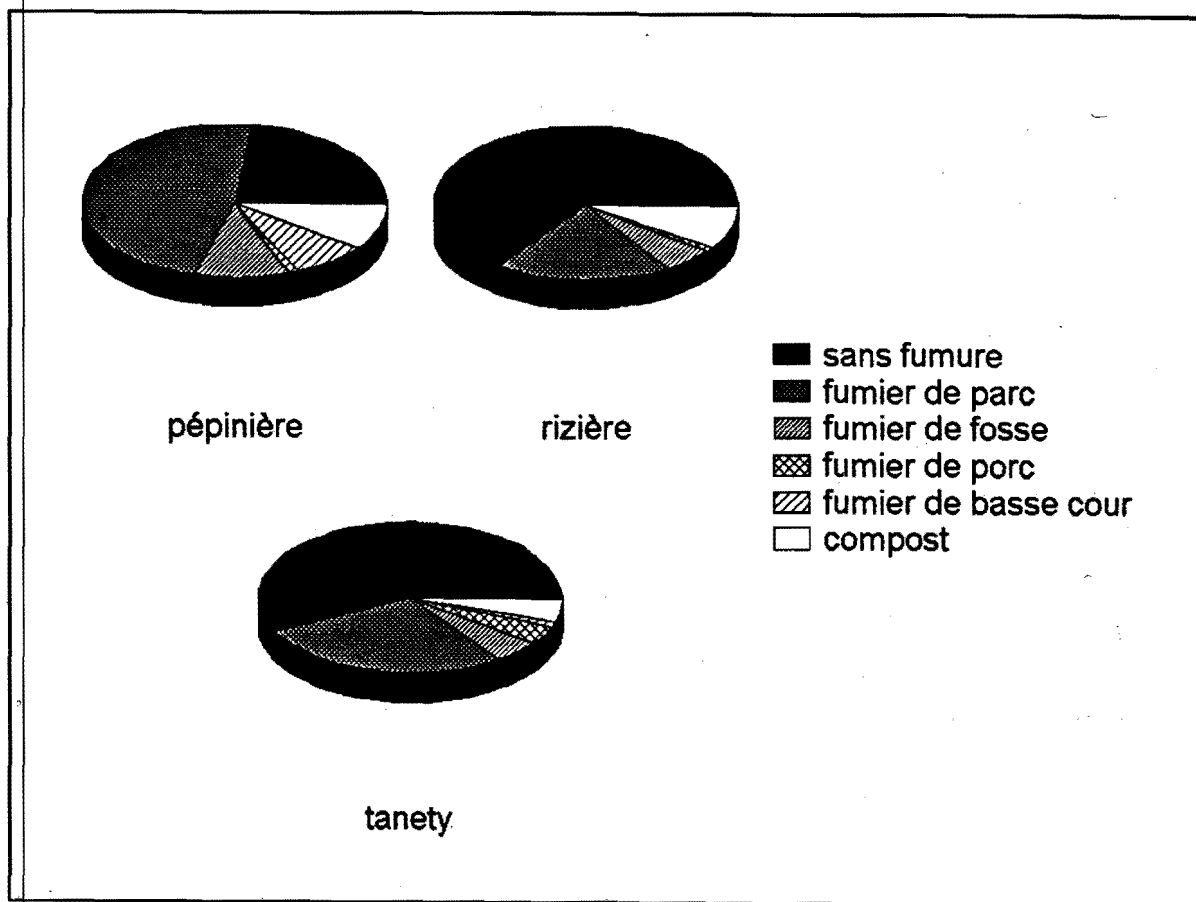


Figure 12 Importance des différents types de fumure selon la parcelle de destination (données ODR 1988-1989)

Sur rizière, les sols noirs et gris dominent également. Des comportements différents apparaissent entre Antsirabe qui privilégie les sols gris et Ambositra les sols bruns.

Sur tanety, les sols rouges dominent. Les comportements sont analogues à Antsirabe et à Ambositra favorisant les sols noirs et bruns au dépens des sols rouges. Ces observations confirment la priorité donnée au fumier ferment pour la minéralisation par rapport au fumier apport d'éléments minéraux. Les études d'affectation du fumier en fonction de la couleur du sol mériteraient d'être approfondies pour préciser certaines tendances qui semblent se dégager.

### Les achats de matière organique

Ces achats sont limités et semblent réservés à certaines catégories d'exploitants, le fumier étant l'intrant par excellence produit sur l'exploitation. Les enquêtes des avant projets sommaires de réhabilitation permettent de savoir où l'on achète du fumier et pour le mettre sur quelle culture. Les APS sur les 4 PPI nous donnent les résultats suivants:

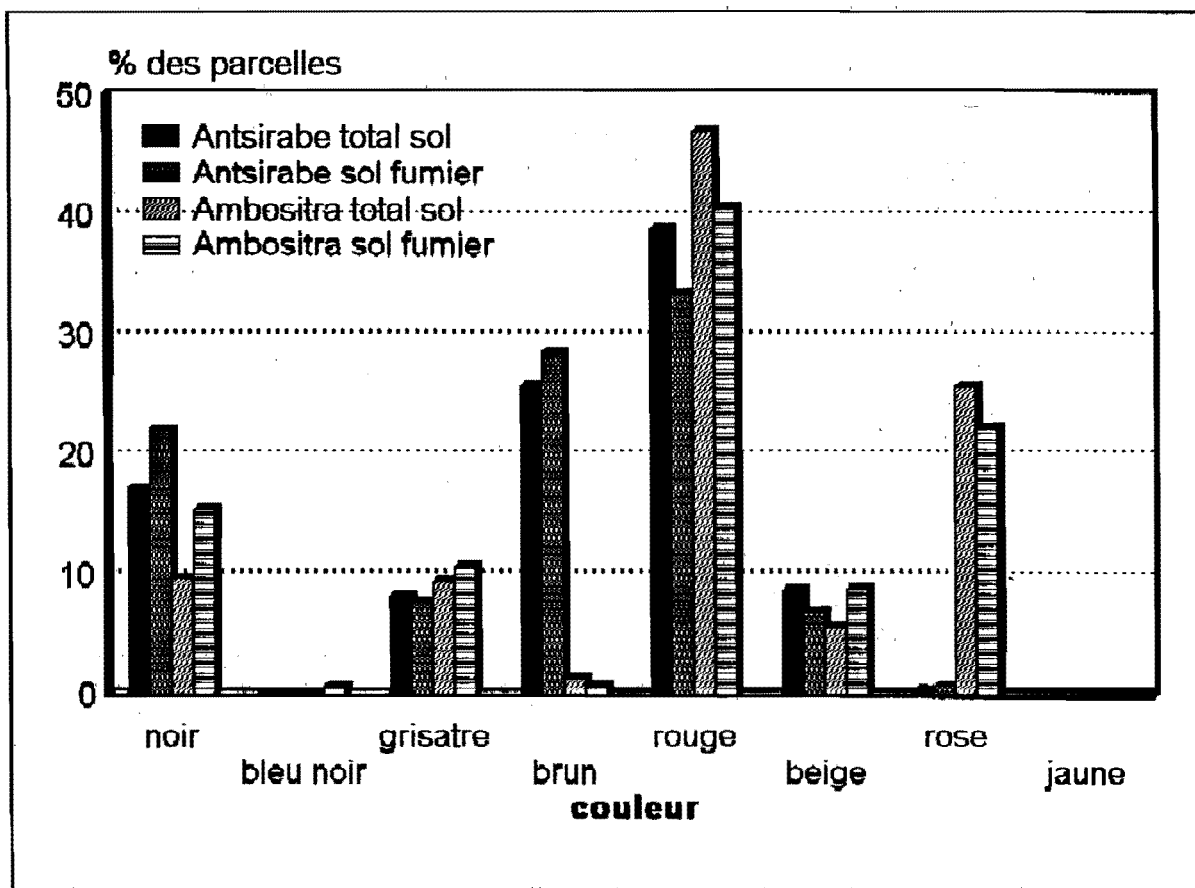


Figure 13 apport de fumier en fonction de la couleur du sol sur tanety (données ODR 1988-1989)

Tableau 17 Achats de fumier en comparaison sur la riziculture seule et la riziculture avec pomme de terre de contre saison, en proportion de parcelles de rizière

		riz seul	riz avec p. de terre
Ambohibary	riziculture seule	4.5%	
	riziculture avec CS	3%	10%
Manandona	riziculture seule	6%	
	riziculture avec CS	13%	10%
Iandratsay	riziculture seule	0.5%	
	riziculture avec CS	5%	10%
Vinaninony	riziculture seule	0.5%	

Les achats de fumier sont limités à 10% des parcelles. Néanmoins la pomme de terre de contre saison apparaît comme suffisamment attractive pour susciter des achats de fumier dans des exploitations qui n'en possèdent pas en quantité suffisante.

Lors des avant projets sommaires sur les 9 PPI d'Antsirabe et Ambositra des questions sur les achats de fumier au niveau de l'exploitation ont été posées :

**Tableau 18 Proportion d'exploitation achetant du fumier en fonction du périmètre et des cultures**

	Faratsiho	Fitakimerina	Ambato.	Ikabona	Ikianja	Isaha	Ivato	Vatambe	moyenne
sur le riz	4,5	15,4		3,23	0	13,2	0	4,7	5,13
sur cult. pluviale	1,8	4,6		6,5	0	0	0	3,6	2,06
sur contre saison	9,9	0		0	0	0	0	0	1,24
total	16,2	20	0	9,73	0	13,2	0	8,3	8,43

Les données recueillies concernant la valeur du fumier utilisé permettent de calculer par régression un prix du kg de fumier. Les coefficients de détermination obtenus permettent de penser qu'il n'existe de grosse variations ni en fonction de la qualité du produit, ni en fonction des quantités achetées.

Il est possible de trouver en revanche des variations selon les lieux: Pendant la même enquête, le kg de fumier valait 4.8fmg à Ikabona, 7 fmg à Fitakimerina, 9.1 à Isaha (Ambositra) et 15.1 à Faratsiho. Ces chiffres sont cohérents avec ceux du suivi évaluation de l'ODR qui donnent la même année (89-90) une moyenne de 7 fmg/kg à Antsirabe et de 4.7 à 5.9fmg par kg à Ambositra.

Les prix et les données concernant l'achat semblent montrer une plus grande habitude des transactions sur le fumier à Antsirabe qu'à Ambositra.

#### **Relations dose de fumure organique et la distance parcelle domicile**

Il est possible de s'attendre à des relations étroites entre la dose de fumier apporté et la distance séparant la parcelle du domicile où la matière organique est élaborée. Un premier histogramme concernant les quatre premiers PPI montre que les parcelles ne sont généralement pas très éloignées.

Les calculs de régression permettent d'obtenir des coefficients faibles dus, sans doute, à la possibilité d'utiliser la charrette pour les parcelles éloignées. La fabrication de compost sur le champ même semble encore un phénomène marginal réduit à quelques régions comme Antanifotsy.

#### **Relation entre la dose de fumure organique et la surface de la parcelle**

La relation semble un peu plus étroite entre la dose et la taille de la parcelle: les apports de fumier sont plus importants sur les petites parcelles que sur les grandes.



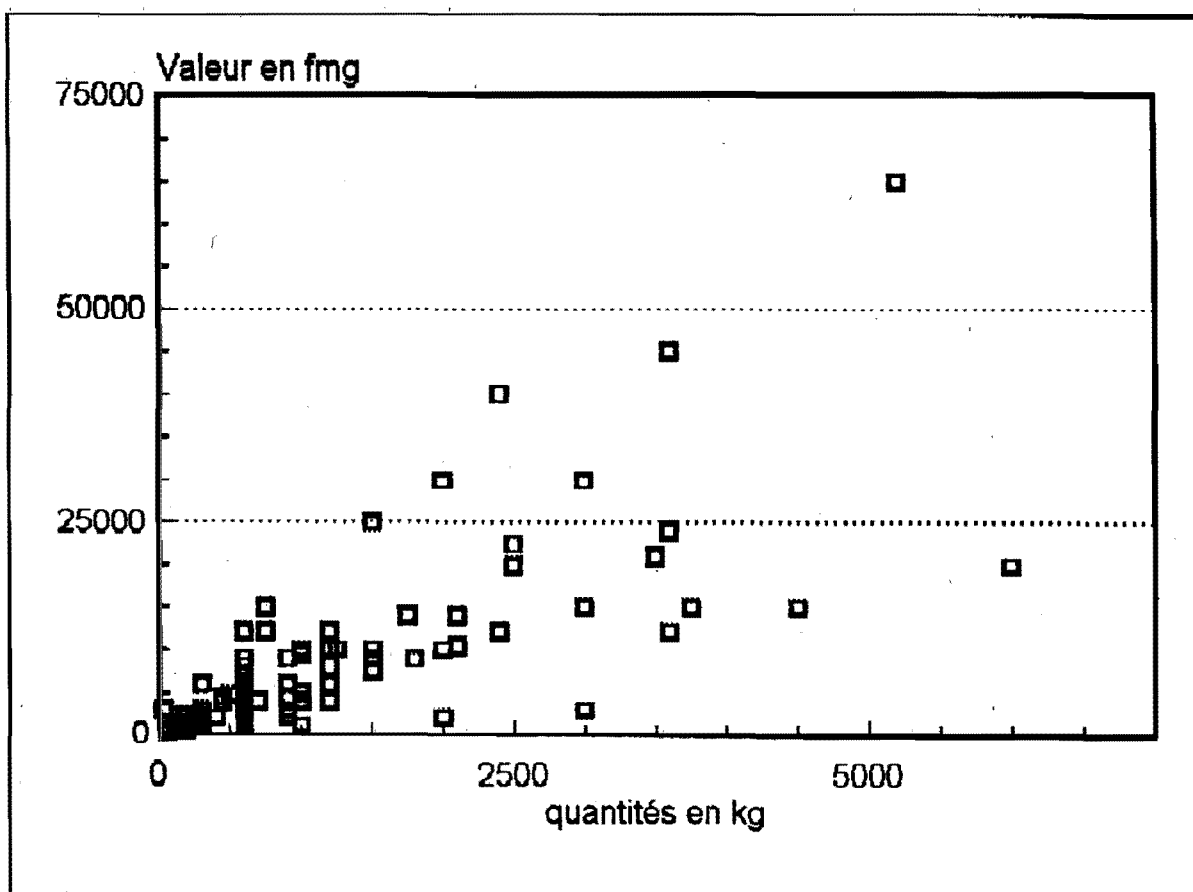


Figure 14 valeur du fumier à Antsirabe en fonction de la quantité achetée (données ODR 1990-1991)

Selon la disponibilité en animaux, les cultures pratiquées, la pression des vulgarisateurs, la tradition, des pratiques très différentes de fabrication et d'utilisation de la matière organique peuvent être identifiées. De fortes interactions "pratiques - type de parcelle sur laquelle le fumier sera apporté" sont observées. Selon le type de culture et selon les caractéristiques pédologiques, les quantités apportées, les modes d'épandage et les effets recherchés seront très différents. Dans certains cas, c'est l'aspect "apport de ferment" pour une amélioration de la minéralisation de la matière organique en excès qui sera recherchée, dans d'autres cas ce sera la disponibilité en éléments minéraux, dans d'autres encore, une amélioration des propriétés physiques du sol. Les différences entre zones sont symptomatiques de comportements régionaux de choix dans l'affectation du travail pour la fabrication, dans l'affectation du revenu pour l'achat de la matière organique mais aussi pour l'utilisation sur tel type de culture ou de parcelle. Des nuances très importantes à ces comportements régionaux sont apportés par les comportements individuels liés à une situation particulière. Comme pour la gestion de l'eau, le poids de la tradition est fort ce qui ne signifie pas que des évolutions ne sont pas observées.

Un certain nombre d'hypothèses sont vérifiées grâce aux données disponibles:

- les techniques de collecte de fabrication, d'épandage sont d'autant plus fines que les disponibilités en matériau transférable, transportable, transformable et en surface cultivable est plus faible;

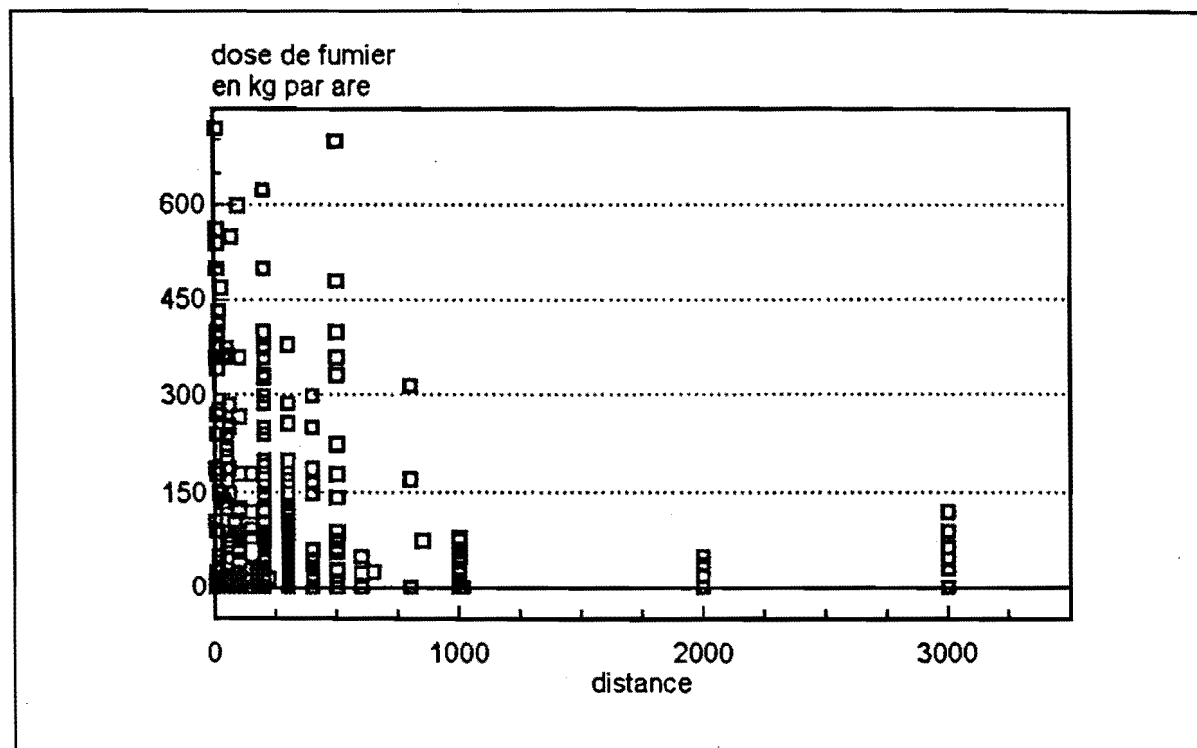


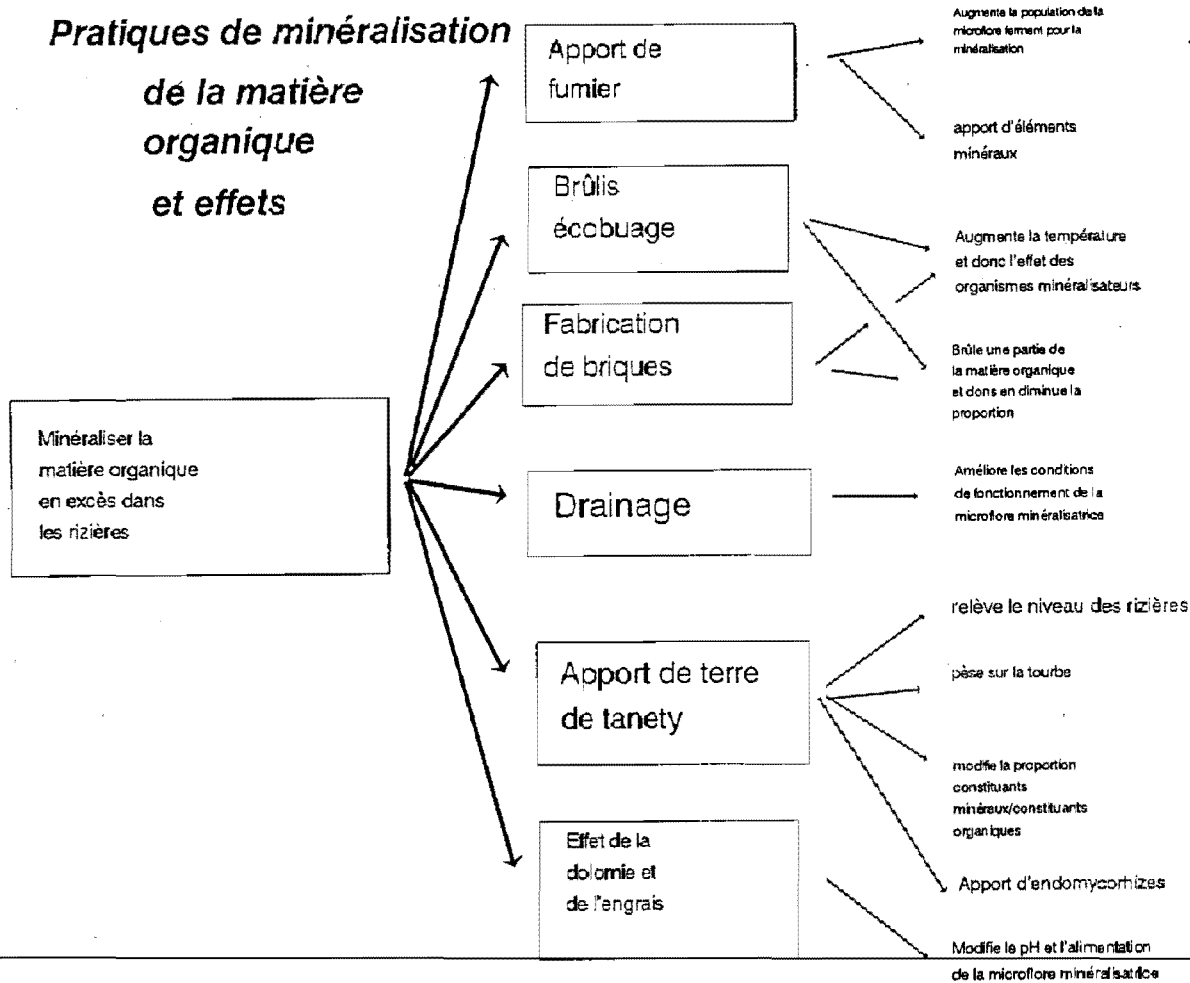
Figure 15 dose de matière organique en fonction de la distance entre l'exploitation et la parcelle (données ODR 1990-1991)

- Il existe des stratégies de fumure:
  - \* affectation sur certaines cultures considérées comme prioritaires ou comme répondant mieux à la fumure que les autres;
  - \* affectation à des surfaces plus proches nécessitant moins de temps et de travail de transport du fumier, sur des cultures risquant moins le vol car mieux surveillées de la maison;
  - \* apports localisés pour éviter des dilutions trop importantes qui minimisent les effets
  
- Il existe une variabilité des stratégies et des traditions correspondant à une variabilité des conditions du milieu et à la connaissance de la variation de ces conditions: type de fertilisation en fonction de la couleur du sol, de la position de la parcelle dans le paysage.

Des études complémentaires sur le rôle de la matière organique, (taux de la matière organique du sol et matière organique transférée) et les stratégies paysannes dans ce domaine devront être réalisées.

Sur rizière, les niveaux trop élevés de matière organique entraînent le "piégeage" des éléments minéraux et de grandes difficultés à obtenir des productions élevées. Les techniques permettant de réduire ces niveaux doivent être étudiées. Une augmentation des quantités d'eau disponibles pour le repiquage permettrait déjà de développer drainage et labour de fin de cycle. Les techniques de réchauffement par brûlis ou par écobuage devraient être étudiées dans un programme d'envergure et comparées aux techniques traditionnelles comme l'apport de terre de tanety.

Figure 16 Pratiques de minéralisation de la matière organique et effets



Ces études commencées avec des moyens insuffisants par le projet "Riz d'altitude (FOFIFA-CIRAD) devraient permettre de connaître les effets de différentes techniques (cf figure 10), les possibilités d'appropriation par les riziculteurs et les risques encourus si les précautions nécessaires ne sont pas prises: assèchement irréversible, combustion de la couche tourbeuse entraînant une baisse du niveau de la rizière, déséquilibres nutritionnels (dus en général à un excès d'azote permettant une augmentation du tallage fertile mais une grande stérilité des épillets). Pour cela de nombreux paramètres restent encore à déterminer: arrière effet et rythme (toutes les 1, 2, 3...saisons), intensité quantité de terre de tanety, de végétaux à apporter pour l'écobuage, niveau de drainage), les combinaisons de techniques (par exemple, quelle fumure apporter avec l'écobuage?), précautions à prendre.

### 5.3 Intensifier ou extensifier? La fumure minérale clé du développement ou illusion du technicien?

Dans les facteurs sur lesquels les paysans peuvent jouer, l'argent est sans doute celui sur lequel le technicien peut avoir le plus d'influence. Le paysan peut décider d'affecter plus ou moins d'argent dans la production agricole et répartir ces sommes de façon différente entre les différents intrants et les salaires. Cette proportion reste généralement faible, située en moyenne en dessous de 25 % pour l'agriculture et l'élevage (cf tableau 11 quatrième partie). Cette proportion s'élevait à 11 % en 1962 et à 13 % en 1973 sans compter le salariat<sup>292</sup>.

Lorsque l'on examine les dépenses pour la riziculture, les engrais représentent de 3 à 25 % selon les périmètres (figure 52 à 55 dans la quatrième partie). De grandes variabilités peuvent être observées (figures 52 à 55 dans la quatrième partie):

- du point de vue de la nature et de l'importance des charges de production pour des productions végétales selon le système de culture (variation de un à cinq entre les moyennes par périmètre<sup>293</sup>); ces investissements correspondent à des dépenses en nature et en intrants pour la main d'oeuvre: préparation du sol (plantation semis ou repiquage, entretien et récolte), pour les intrants (semences, produits phytosanitaires, fumier et engrais).
- du point de vue de la place des engrais à l'intérieur de ces systèmes. La dose recommandée par la recherche correspond à un maximum qui n'est pratiquement jamais dépassé. Entre la dose recommandée et l'absence d'apport, toutes les situations sont possibles selon les systèmes de culture: un système riz - pomme de terre recevra presque toujours une fumure minérale par opposition à une culture de manioc qui n'en recevra jamais. Des variations pourront être également observées selon les périmètres car l'accès aux approvisionnements et au crédit est très variable.

Pour mieux comprendre ces phénomènes, il est intéressant d'examiner:

- quels sont les paysans qui utilisent le plus la fumure minérale (périmètre, structure d'exploitation) ?
- sur quelles cultures ?
- quel est l'effet des politiques agricoles sur cette utilisation ?
- quelle est la concordance entre les résultats des expérimentations agronomiques et les pratiques des paysans ? En effet, depuis des décennies, de nombreuses expérimentations sont réalisées pour déterminer quelles sont les doses d'engrais à appliquer dans telle ou telle condition sur telle ou telle culture. Ces expérimentations font apparaître un intérêt plus grand pour certaines cultures que pour d'autres en terme d'intérêt financier de la fumure minérale.

<sup>292</sup> salariat qui s'élevait à 2 % en 1962, 10 % en 1973.

<sup>293</sup> il faut rappeler que les variations inter périmètres sont moins fortes que les variations intrapérimètres:

### 5.3.1 L'engrais et les possibilités d'augmentation de la production

Les agronomes étudiant les cultures dans leur milieu ont observé dès le début de leurs essais une réponse significative aux engrais. En effet, une proportion importante de sols présente de bonnes propriétés physique mais de fortes carences minérales qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais minéraux<sup>294</sup> et organiques. La fertilisation des sols a été une porte d'entrée privilégiée pour agir sur la production agricole.

Müntz et Rousseaux (1901), considérant les analyses des sols qu'ils avaient reçu réalisaient les remarques suivantes:

*" les analyses ayant montré quels sont les éléments qui manquent aux terres, examinons la possibilité d'améliorer celles ci par l'apport des engrais et des amendements. Nous voyons, d'une façon générale, que l'acide phosphorique fait défaut dans le plus grand nombre de cas, tout au moins dans les régions où dominent les terres rouges. Des engrais phosphatés y produiront certainement de l'effet. "*<sup>295</sup>

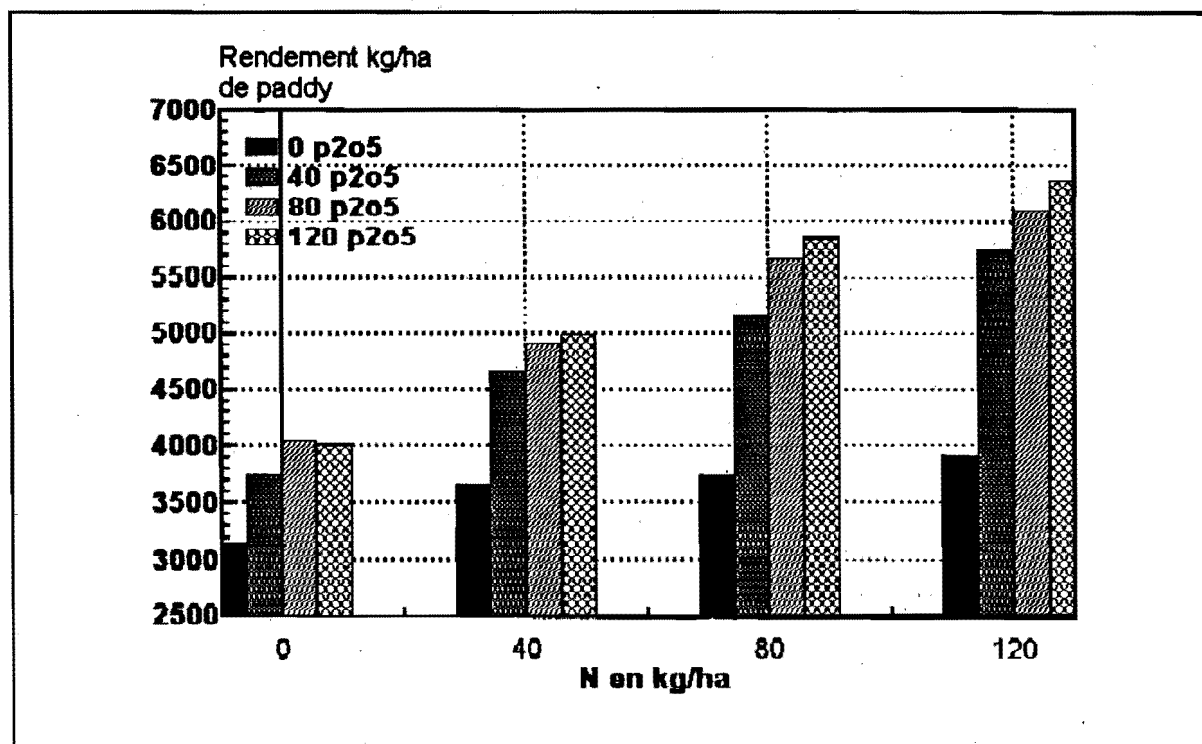


Figure 17 Rendements moyens (paddy) selon les niveaux de N et P2O5 d'après Dulcère et Losseaux (1992)

<sup>294</sup> les engrais minéraux sont des mélanges pouvant contenir un ou plusieurs éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium éventuellement d'autres éléments) sous forme minérale, fabriqués en usine et conditionnés pour la vente. Les agronomes ont pris l'habitude d'exprimer les éléments fertilisants  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N pour l'azote, de  $\text{P}_2\text{O}_5$  pour le phosphore, de  $\text{K}_2\text{O}$  pour le potassium. On désigne souvent les engrais par trois nombres inscrits sur les sacs d'engrais indiquant les pourcentages en poids des éléments nutritifs dans l'engrais, 11-22-16 signifie 11 % d'azote, 22 % de potassium, 16 % de Phosphore.

<sup>295</sup> Müntz et Rousseaux (1901) pp 207,

Les réponses aux engrais sont effectivement généralement bonnes: on retiendra par exemple les résultats fournis par le programme engrais malgache (PEM) FAO qui s'est achevé en 1992.

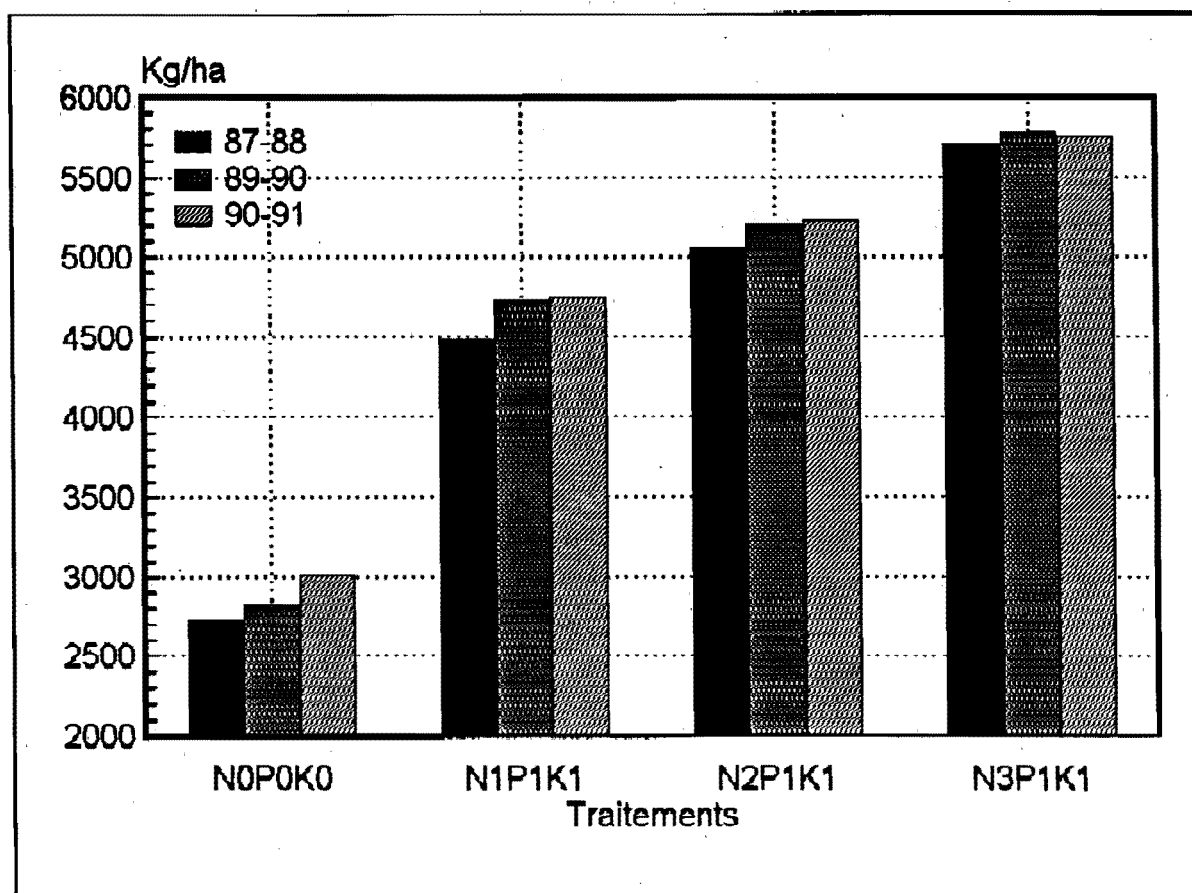


Figure 18 Réponse du riz (rendement paddy) à l'azote sur 78 sites des Hautes Terres pendant 3 années N1 = 40, N2 = 80 N3 = 120, P1 = 66, K1 = 48 d'après Dulcire et Losseaux, 1992

Parmi les milliers d'expérimentations effectuées pour examiner la réponse des différentes cultures à tel élément fertilisant, à tel engrais, à telle combinaison de fertilisant<sup>296</sup>, une série d'essais conduits sur le riz<sup>297</sup> sur les Hautes Terres, très importante dans son extension géographique (82 sites situés entre Fianarantsoa et Tananarive), dans le temps (ces sites ont été suivis pendant au moins trois campagnes successives) et dans le nombre de traitements (18) permet d'estimer la réponse moyenne aux différents éléments fertilisants.

Cette série d'essai représente une masse importante de renseignements de bonne qualité.

Les apports d'engrais augmentent de façon très significative les rendements (figures 18 et 19).

<sup>296</sup> y compris le fumier, le compost, la dolomie, la chaux.

<sup>297</sup> les exemples sont pris de préférence sur le riz parce qu'il s'agit d'une culture réalisée presque toujours sans association ce qui facilite l'appréciation de l'effet de l'engrais et parce que c'est la culture pour laquelle on dispose du plus grand nombre d'observations et de références.

Il est possible de noter une remarquable stabilité interannuelle des moyennes des traitements et donc de l'efficacité moyenne des engrais. Les différentes combinaisons essayées permettent des extrapolations donnant des résultats stables au cours des années: l'optimum obtenu avec l'ensemble des données se situerait autour de 301 unités d'azote et 178 unités de  $P_2O_5$  pour un rendement de 7765 kilogrammes de paddy par hectare (Pit, 1993). Remarquons cependant que sur ces rizières cultivées pour la plupart d'entre elles depuis plusieurs décennies, les paysans qui visent des rendements de  $2500 \text{ kg ha}^{-1}$  peuvent les atteindre sans prendre le risque de s'endetter pour des engrais.

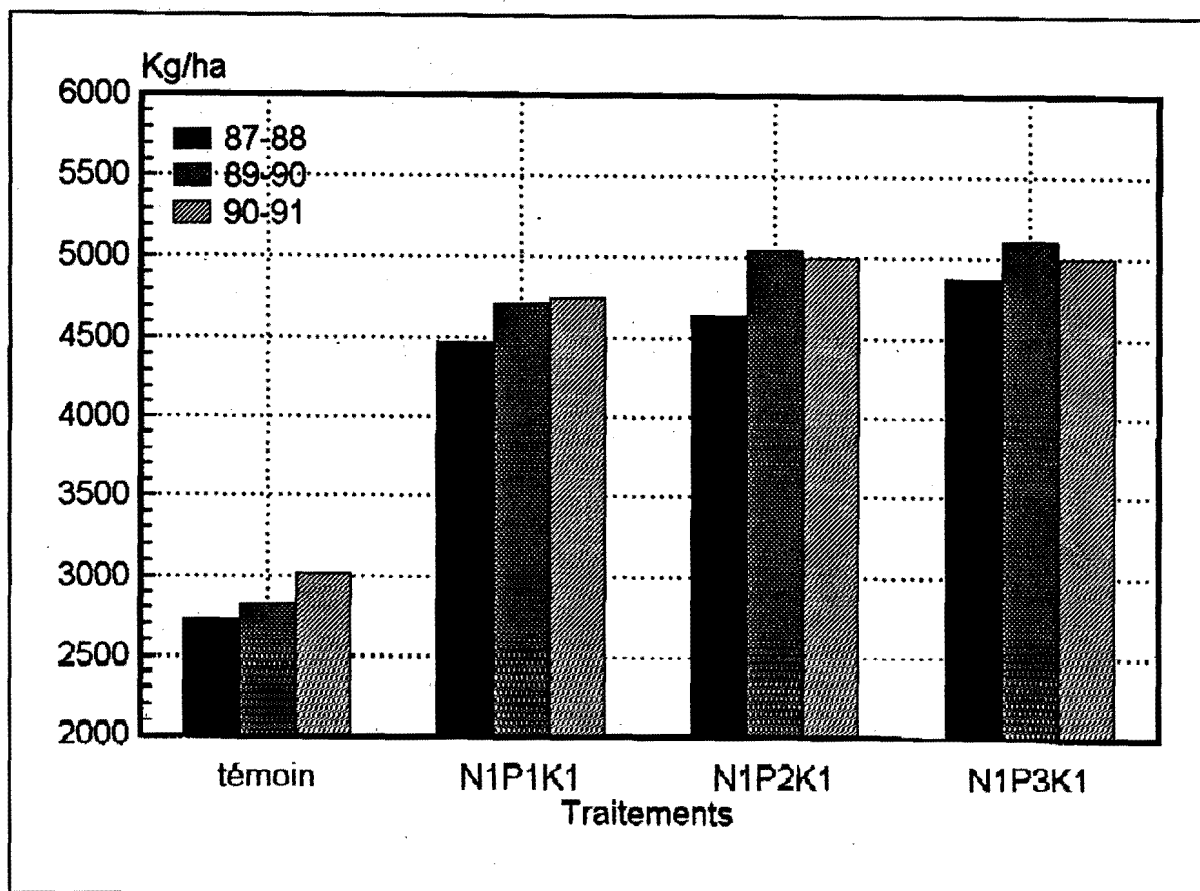


Figure 19 Réponse du riz au Phosphore sur 78 sites des Hautes Terres pendant 3 années; données du projet engrais FAO; P1 = 40, p2 = 80, p3 = 120

L'ensemble des expérimentations réalisées sur le riz (Roche et al. 1956 à 1970, IRAM, PEM, FOFIFA, ODR) va dans le même sens. Les essais conduits sur le maïs, l'arachide, le blé et la pomme de terre montrent également une bonne réponse à l'engrais.

L'appréciation de l'augmentation de la production peut se faire par le calcul de la production supplémentaire apportée par un kilogramme d'engrais<sup>298</sup>.

<sup>298</sup> ce calcul ne peut se faire que lorsque l'on se trouve dans la partie linéaire de réponse aux engrais ou alors pour une formule de fumure donnée.



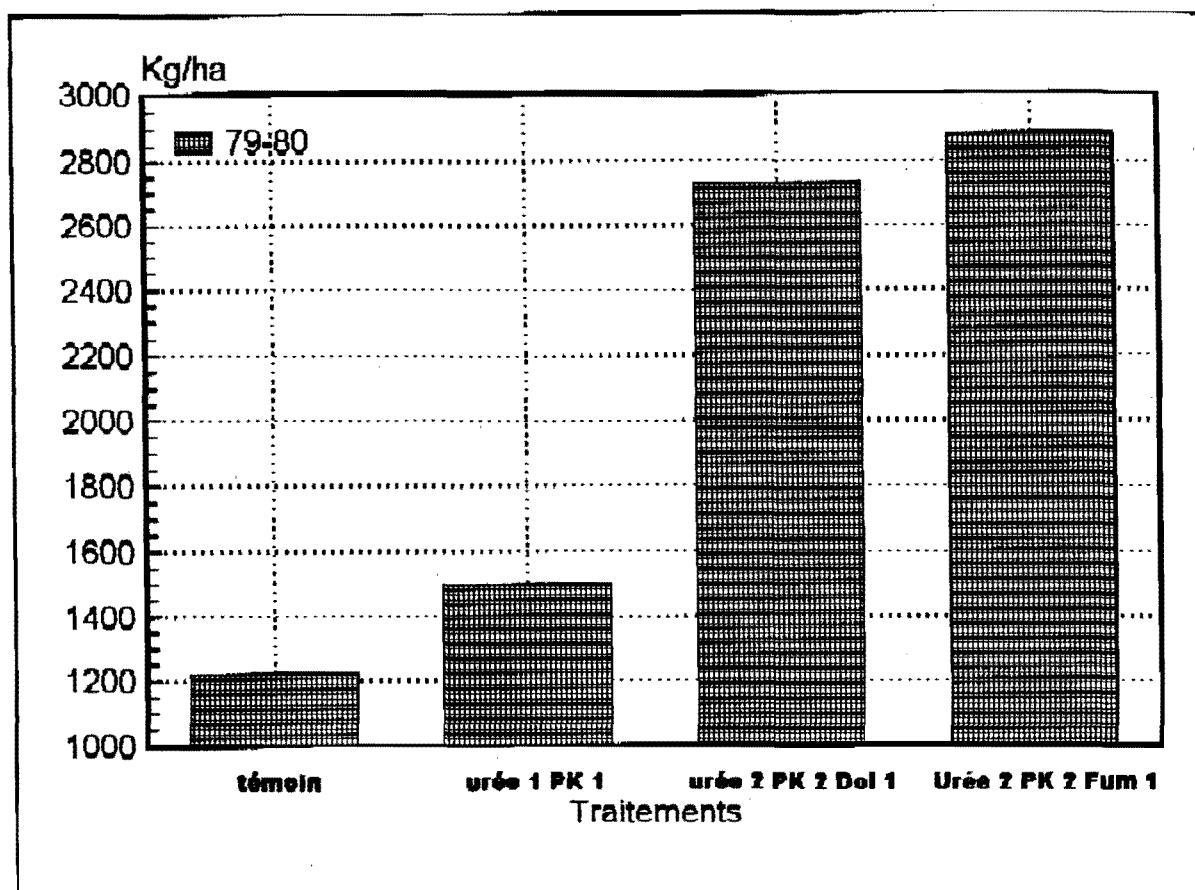


Figure 20 Réponse du maïs aux engrais sur les Hautes Terres 210 sites; données programme engrais; urée 0-150-300kg, PK 0-150-300kg, dolomie 0-300kg, fumier 0-500kg

Tableau 19 productions moyennes pour un kilogramme d'engrais (PEM-FAO, 1986) :

	moyenne pondérée	minimum	maximum
paddy (riz irrigué)	9.5	6	15
paddy (riz pluvial)	7.5	6	9
maïs	4.5		
blé	5.3	4.2	6.1
arachide	6.2	5.7	6.8

Cette productivité varie bien évidemment en fonction de l'année, de la formule utilisée et de certaines conditions qui seront développées plus loin.

## Les études sur les rendements des rizières en milieu paysan

Les enquêtes des avant projets sommaires de réhabilitation sur les quatre PPI permettent, par l'étude détaillée de 1533 parcelles de rizières d'examiner la liaison entre l'apport d'engrais et le rendement en paddy.

Les études de corrélation entre le rendement du riz et l'utilisation d'engrais sur le riz font apparaître des corrélations et des coefficients dans les équations de régressions particulièrement stables entre les périmètres. Le rendement en paddy est considéré comme une fonction linéaire de la dose d'engrais du type<sup>299</sup>:

$$\text{rendement en paddy en kg par are (R)} = a \text{ dose d'engrais en kg par hectare (D)} + b.$$

Le coefficient "a" exprime le supplément de rendement en kg obtenu pour chaque kg d'engrais supplémentaire, le nombre "b", le niveau de rendement (en kg par are ou en quintaux par hectare) du témoin sans engrais.

Tableau 20 Relation entre le rendement et la dose d'engrais; parcelles portant du riz sans contre saison

lieu	a	b	r <sup>2</sup>
Ambohibary	3.1	22	0.34
Manandona	4.92	22	0.28
Iandratsay	4.5	24	0.3
Vinaninony	3.7	23	0.17
Moyenne	4	22.8	0.28

Tableau 21 Relation entre le rendement et la dose d'engrais sur le riz; parcelles portant du riz et de la pomme de terre

lieu	a	b	r <sup>2</sup>
Ambohibary	2.52	30	0.47
Manandona	4.42	23	0.49
Iandratsay	3.12	18	0.27
Moyenne	3.35	23.7	0.41

Par rapport à un rendement de base sans engrais variant de 1800 à 3000 kg de riz par hectare, chaque kg d'engrais apporterait entre 2.5 et 5 kg de paddy supplémentaire ce qui

<sup>299</sup> cette relation de linéarité entre le rendement et une dose de n'importe quel engrais peut paraître un peu hasardeuse et les r<sup>2</sup> semblent prouver les limites de la linéarité de la relation. Il est possible d'autre part de considérer que les rendements parcelles sont difficilement agrégeables. Les résultats représentent cependant bien la réalité observée sur le terrain.

est inférieur aux données du tableau 19<sup>300</sup> dans lequel 1 kg d'élément fertilisant apporterait entre 5 et 15 kg de paddy supplémentaire<sup>301</sup>. La variabilité du rendement est moins forte (coefficient de détermination plus élevé) dans le cas d'une rotation riz - pomme de terre que pour le riz seul. L'efficacité des engrais est meilleure à Manandona (en basse altitude) que dans les autres périmètres. Les corrélations sont bien meilleures si l'on ne considère que les parcelles ayant reçu de l'engrais, 22 % des rizières en moyenne (le coefficient de détermination  $r^2$  varie alors de 0.5 à 0.75). Il est aussi intéressant d'étudier la liaison du rendement en paddy avec l'engrais apporté sur la pomme de terre:

Tableau 22 parcelles recevant de l'engrais sur le riz et sur la pomme de terre de contre saison

lieu	a	b	$r^2$
Ambohibary	5.7	24	0.35
Manandona	7.37	22	0.45
Iandratsay	8.53	17	0.60
Moyenne	7.2	21	0.47

Les coefficients du tableau 21 sont obtenus uniquement pour les parcelles recevant de l'engrais sur le riz. Les corrélations sont beaucoup moins intéressantes pour les parcelles qui ne reçoivent pas d'engrais sur le riz. Les rendements de base sans engrais sont comparables mais chaque kilogramme d'engrais y apporte un arrière effet particulièrement intéressant.

L'engrais permet donc d'augmenter la production. L'ensemble des expérimentations et les observations des résultats en parcelles paysannes mettent en évidence cette augmentation systématique (linéaire dans la fourchette des doses utilisées) de la production par l'utilisation d'engrais. Selon le type d'essai, le type d'engrais apporté et même selon le type d'analyse des données, les résultats divergent. Les rendements obtenus en milieu paysan montrent une augmentation de la production beaucoup moins importante que les résultats en milieu contrôlé.

Il est également possible d'observer une grande variabilité entre les périmètres mais aussi à l'intérieur des périmètres ( $r^2$  relativement faibles, toujours inférieurs à 0.6 en milieu paysan). L'augmentation de la production due aux engrais est donc sujette à de grandes variations entraînant chez les paysans des stratégies limitant la fertilisation minérale aux cultures (cf 534) et aux sites<sup>302</sup> qui répondent bien et où les risques sont limités.

<sup>300</sup> 1kg d'urée apporte 0.46 unité d'azote, 1 kg de 11,22,16, 0.49 unité d'éléments fertilisants NPK confondus.

<sup>301</sup> les résultats moyens annoncés par Roche et Dufournet (1967) donnent 25.5 kg de paddy par kg de N, 11.4 par kg de  $P_2O_5$  et 12.2 par kg de  $K_2O$  pour les doses étudiées.

<sup>302</sup> l'application sur les sites qui répondent bien ou dans les endroits où les risques sont limités correspond à des affirmations difficiles à démontrer avec les données disponibles mais l'observation quotidienne des pratiques et les questions posées systématiquement sur ce sujet vont dans la même direction qui correspond à ce que l'on appelle le "bon sens paysan".

### 5.3.2 L'intérêt économique de la fertilisation minérale doit être étudié

L'augmentation de la production ne peut se faire à n'importe quel coût. Dès 1901, Müntz et Rousseaux attiraient l'attention sur la rentabilité de cette fertilisation insistant surtout sur les aspects du transport et de la distribution qui restent toujours d'actualité:

*" Mais il faut envisager aussi le côté économique de la question. Des engrais concentrés (...) peuvent être amenés par mer sans frais excessifs; ce sont les transports sur terre qui sont coûteux.*

*Sur les côtes, à proximité des ports de débarquement, il sera sans doute possible de recourir à ces engrais importés d'Europe, comme on le fait, sur une grande échelle, sur d'autres points de la mer des Indes. Il en sera de même sur le parcours des lignes ferrées, si les tarifs sont suffisamment réduits, et sur celui de beaucoup de cours d'eau, que les pirogues des indigènes remontent facilement. Mais ailleurs, dans les localités très éloignées, il ne semble pas possible, à l'heure actuelle d'amener les engrais à un prix de revient qui puisse en rendre l'emploi rémunérateur.*

*C'est donc surtout dans les localités desservies par les bateaux ou les pirogues et par les chemins de fer que nous voyons la possibilité d'améliorer les terres par les engrais chimiques.*"<sup>303</sup>

Prudhomme en 1908 estime les coûts trop élevés pour les sols rouges du centre de Madagascar:

*"On arriverait certainement en leur apportant à la fois tous les éléments qui leur manquent à leur donner un peu de fertilité, mais tenter une pareille opération constituerait à coup sûr une erreur économique, surtout dans le centre de Madagascar. Il y a plutôt lieu de les exploiter dans leur état actuel naturel, c'est à dire sans essayer d'y faire des travaux cultureux pénibles ou coûteux.*"<sup>304</sup>

Les notions de marge brute<sup>305</sup> et de rapport valeur / coût représentant le rapport entre la valeur de l'augmentation de la production autorisée par l'utilisation des engrais et le coût des engrais doivent alors être introduites.

Pour le rapport valeur / coût, une limite est fixée à deux, sensée représenter la borne inférieure de l'incitation à l'utilisation. Si les résultats d'une expérimentation sur une formule de fumure dans des conditions données permettent d'obtenir un rapport valeur coût supérieur à deux, il est possible d'espérer que les cultivateurs seront incités à utiliser cette formule.

<sup>303</sup> Müntz et Rousseaux (1901) pp 208-209.

<sup>304</sup> Prudhomme (1908) p 455.

<sup>305</sup> valeur totale de la production à laquelle le coût des intrants a été enlevé -

Tableau 23 rapports valeur coût moyens (PEM-FAO, 1986) :

	minimum moyen	maximum moyen
<b>paddy (riz irrigué)</b>	1.6	5.6
<b>paddy (riz pluvial)</b>	1.5	3.3
<b>maïs</b>	1.3	1.5
<b>blé</b>	1.5	3.9
<b>arachide</b>	1.9	5.5

L'étude de ces rapports valeur / coût entraîne un certain nombre de questions:

- quelle précision accorder aux valeurs du rendement retenues pour le calcul de la valeur de l'augmentation de la production. Les écarts types et coefficients de variation observés sont souvent importants (cf en 533 l'étude de la variabilité des résultats);

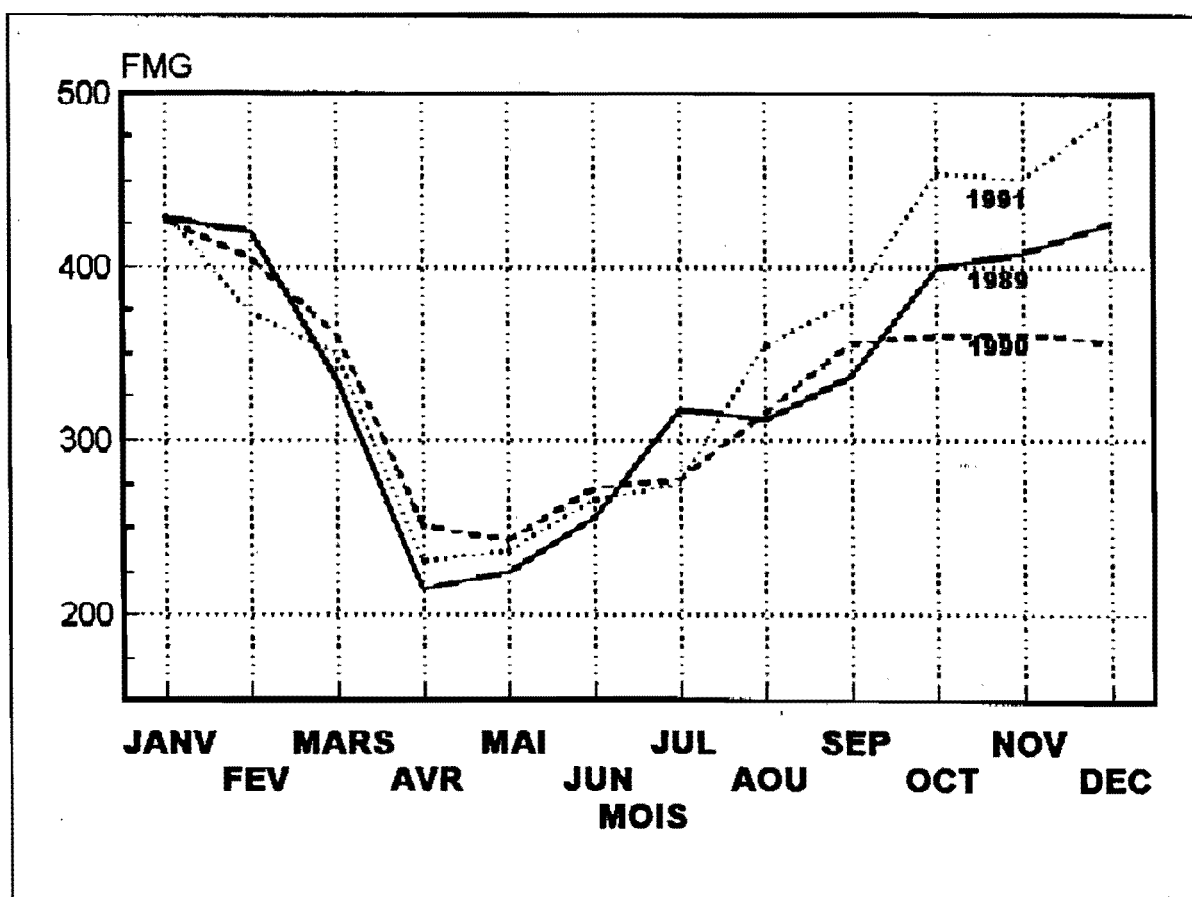


Figure 21 Variation du prix du paddy sur le marché d'Ambohibary (source suivi des marchés RD PPI)

→ quel prix prendre pour valoriser la production? On note en effet de grandes variations dans l'espace et dans le temps, en particulier pour les produits dont les prix sont fortement saisonnalisés. Faut-il prendre les prix au moment de la récolte, période où les producteurs pressés par des besoins d'argent ont tendance à commercialiser une partie de leur récolte, ou bien ceux de la période de soudure lorsqu'il faut acheter ces produits pour la consommation ou pour les semences? (variation des prix du riz blanc, de la pomme de terre). Un rapport de 1 à 2 ou à 2.5 entre les prix de différentes périodes de l'année n'a rien d'étonnant (cf figure 21 et 22). Il faudra ainsi considérer différemment ce rapport selon les exploitations: pour un paysan qui peut stocker tout le paddy nécessaire à sa consommation, il faudra considérer le prix au moment de la récolte. En effet, une augmentation de production sera vraisemblablement commercialisée à ce moment là. Il en va tout autrement pour le paysan dont la production est insuffisante et qui doit en acheter, le plus souvent au moment de la soudure. Une augmentation de production devrait permettre d'en acheter moins. Le prix du riz à prendre en compte dans ce cas sera proche du prix le plus élevé.

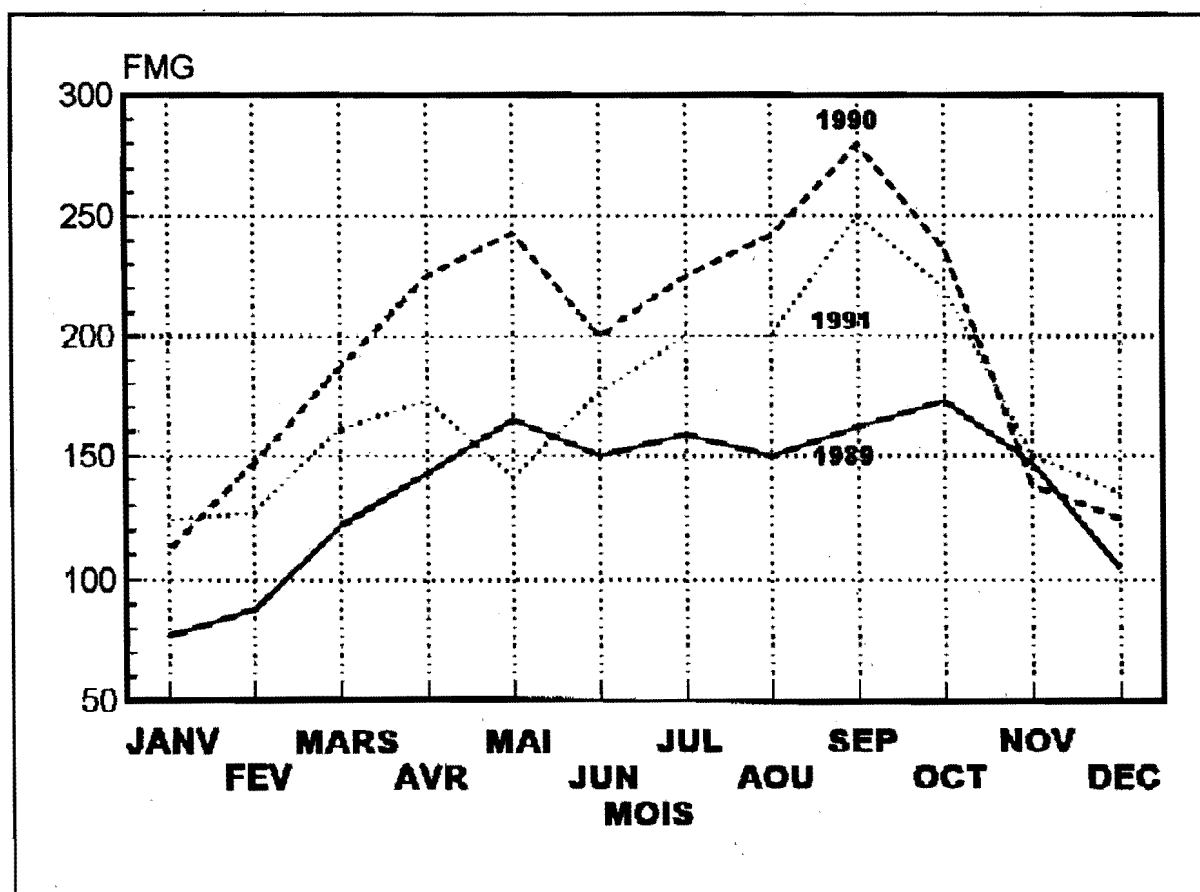


Figure 22 Variation des prix de la pomme de terre sur le marché d'Ambohibary (source suivi marché RD PPI)

→ lorsque les prix sont réglementés (comme cela a été le cas jusqu'en 1986), faut-il prendre les prix officiels ou les prix du marché noir?

- comment prendre en compte les ventes sur pied où le prix de la convention qui s'établit entre le vendeur et l'acheteur se situe bien en dessous des prix de marché à venir? Le cultivateur, talonné par des besoins d'argent urgents se sent en position de faiblesse devant l'acheteur. D'après Ranaroso (1991)<sup>306</sup>, les ventes sur pied pourraient constituer 25% des ventes de paddy à Ambohibary.
- la recherche de rapport valeur coût intéressant n'entraîne t'elle pas une recherche trop importante de produits à forte réponse aux engrais ou à prix unitaire élevé sans réellement prendre en compte les souhaits de ceux qui cultivent et qui ont parfois d'autres objectifs (comme se nourrir...). La recherche de l'amortissement d'un investissement fertilité sur les Hautes Terres (Haut de Sigy, 1968-1969-1971) a entraîné le recours à des cultures valorisant bien les apports d'engrais mais que les paysans n'étaient pas prêts à adopter. De nombreuses études ont ainsi été faites sur les fourrages (chloris, melinis) sans que ces fourrages passent dans le milieu.

Le rapport valeur coût avoisine bien souvent la valeur de deux. Lorsque l'on considère l'imprécision et le risque sur le résultat, il est possible de rechercher une marge de manœuvre plus importante. Le rapport s'exprimant de la façon suivante:

(production avec le traitement engrais - production du témoin sans engrais) \* prix du produit

-----  
nombre de kg d'engrais \* prix du kg d'engrais

est égal à

Production engrais - production témoin	+ Prix du produit
-----	-----
nombre de kilogramme d'engrais	Prix des engrais

il s'avère important de suivre l'évolution de ce rapport prix des produits sur prix des engrais.

L'étude de ce rapport (figure 23) entraîne certains commentaires, l'évolution du prix du paddy et de celui de l'engrais n'étant que très peu liées.

### L'évolution du prix du riz:

Le prix du riz a connu de nombreuses crises pendant la période coloniale<sup>307</sup> puis depuis l'indépendance. Ces variations de prix ont été étudiées par différents auteurs et notamment Yung (1986) qui distingue plusieurs périodes:

La période 1960-1973 pendant laquelle les intervenants des secteurs privés et public ont coexisté. Pendant cette période, un système de contrôle des prix<sup>308</sup> visait à assurer au niveau du producteur l'achat à un prix satisfaisant du paddy vendu et à limiter au niveau du

<sup>306</sup> p 79.

<sup>307</sup> crises étudiées par Feugas (1979).

<sup>308</sup> Bureau de Commercialisation et de stabilisation des prix du riz et du paddy supprimé en 1972 (Ramamonjisoa 1985).

consommateur les augmentations de prix. Ce contrôle s'est avéré efficace pour augmenter à la fois prix et production jusqu'en 1967.

De 1967 à 1970, des investissements importants ont permis de fortes augmentations de la production mais n'ont pas empêché une stagnation du prix au producteur. A partir de 1970, la dégradation des prix au producteur semble aller à l'encontre des efforts d'investissement<sup>309</sup>. Pélissier (1976) remarque que dès 1971, malgré les subventions gouvernementales, le rapport de prix entre l'engrais et le paddy est jugé faiblement encourageant par les paysans.

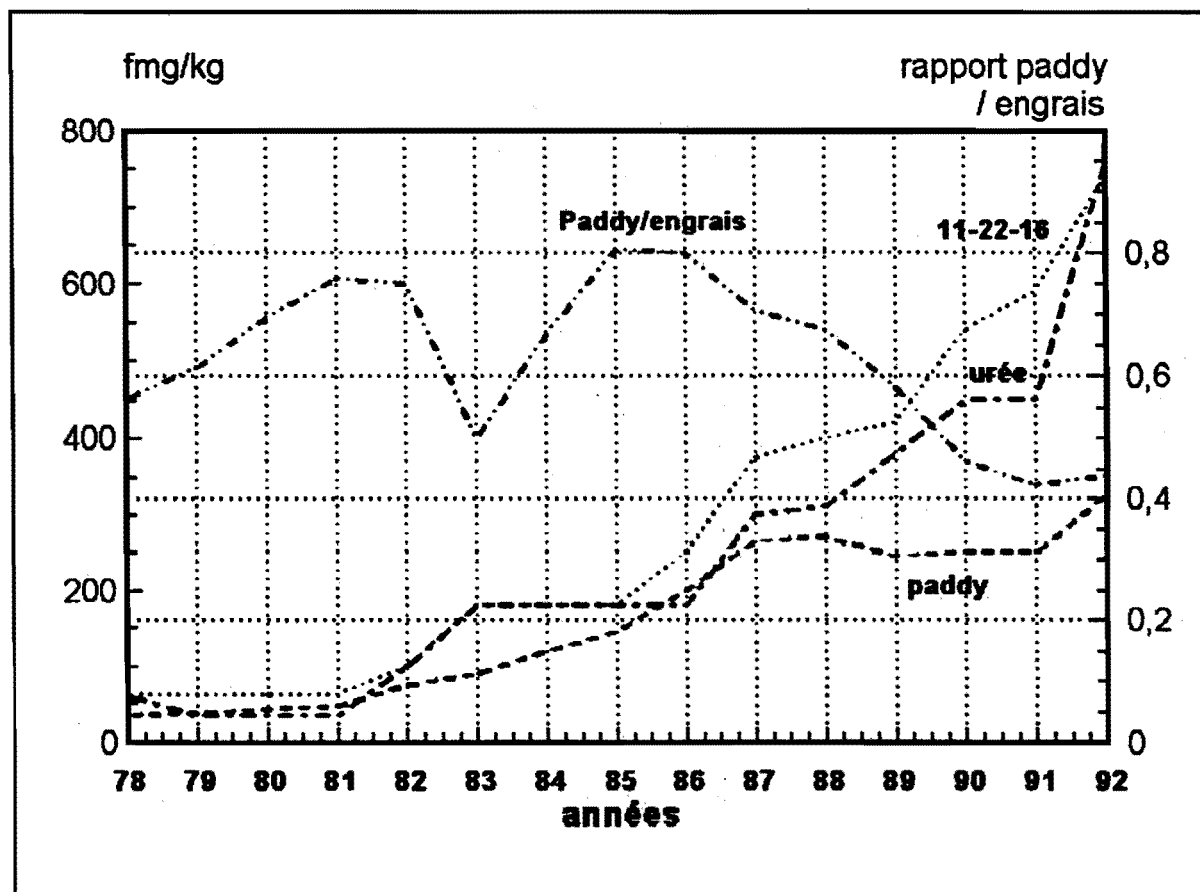


Figure 23 relation entre le prix du paddy et celui des engrais entre 1978 et 1992

de 1974 à 1983, l'Etat a voulu contrôler l'organisation de la filière riz et de son fonctionnement par l'intermédiaire de sociétés d'Etat telles que la SINPA<sup>310</sup>. Encadrement des prix à la production et à la consommation, limitations ou autorisations préalables ont empêché la liberté de cette filière. Pendant cette période, un dixième de la production était

<sup>309</sup> ce qui entraîne le commentaire suivant de l'AIRD (cité par Yung, 1986) : " au début des années 1970, le prix du paddy est resté constant, et malgré l'utilisation accrue des engrais, la production a stagné complètement".

<sup>310</sup> Société d'Intérêt National pour la Production Agricole à laquelle des objectifs très ambitieux de commercialisation mais aussi de développement étaient assignés. De 1974 à 1977, la SINPA a eu le monopole de la collecte. Ce monopole est devenu d'Etat en 1977, les intervenants comprenant en plus de la SINPA, les sociétés d'aménagement et les sociétés d'Etat COROI, ROSSO, SOMACODIS et SICE.



collecté (1974-1980). Cette quantité a presque diminué de moitié en 1981 et 1982<sup>311</sup>. En effet, les sociétés d'Etat perdaient de l'argent à collecter du paddy et elles ont diminué la collecte pour minimiser leurs pertes. De 1973 à 1977, les prix officiels de collecte ont augmenté puis baissant jusqu'en 1982 sont devenu "anti-incitatifs" à la production et ont permis le développement d'un important marché parallèle. Les prix du riz en ville, lorsqu'ils ont été soumis à ces marchés parallèles, ont augmenté brusquement suscitant des mécontentements. Yung (1986) remarque en caricaturant que cette période peut être caractérisée par une politique peu incitative de collecte de riz et, paradoxalement, par une politique de distribution encourageant, grâce à des subventions étatiques, le développement de la consommation de riz. Cette contradiction au sein de la filière était résolue par un recours massif aux importations.

A partir de 1983, les prix et la collecte sont libérés<sup>312</sup>, tout en maintenant des prix planchers, les importations sont limitées ce qui entraîne une hausse des prix aux producteurs et une augmentation très importante des prix de détail. Pendant la saison 1984-1985, avec le début de la libéralisation, un mois de février catastrophique (nombreux cyclones) entraîne une hausse des prix.

A partir de 1987, l'intervention des stocks tampons<sup>313</sup> empêche les prix du riz blanc et, indirectement, du paddy d'atteindre des niveaux trop élevés. Les prix restent stables jusqu'en 1991 où les événements politiques entraînent à nouveau une hausse des prix.

Pélissier (1976) note que les riziculteurs seraient sans doute disposés à intensifier la culture du riz si leur travail était correctement rémunéré, c'est à dire "*si une intervention sur les prix rendait payants les surplus de riz que l'emploi de l'engrais lui permettrait de mettre sur le marché*". Mais comme le signale Benz (1991), "*divers facteurs internes sont incriminés mais ils ne sont pas les seuls: la pression exercée par les exportateurs importateurs au moyen du riz bon marché et facilement disponible a largement incité les pays africains à s'approvisionner sur le marché international plutôt que d'appuyer la production locale*".

Les prix du paddy et du riz blanc varient donc de façon complètement indépendante de ceux des engrais. Le riz est à Madagascar, comme dans beaucoup de pays d'Afrique, un produit stratégique auquel on ne peut toucher sans risques de mouvements sociaux. D'une façon générale, les interventions politiques sur le prix du riz ont toujours visé une amélioration de la situation des consommateurs plutôt que celle des producteurs.

<sup>311</sup> Pelre Wurtz citée par Yung, (1986 p 65).

<sup>312</sup> "le gouvernement estime que le système d'administration des prix et de monopole de la collecte et de la commercialisation appliqué jusqu'ici n'est pas de nature à susciter une réaction favorable de la part des producteurs pour améliorer la production" déclaration du Ministre de la Production Agricole et de la Réforme Agraire cité par Yung (1986).

<sup>313</sup> stock d'intervention approvisionné par les importations qui sert à défendre un prix plafond sur les marchés.

## Les paramètres déterminant les prix des engrais

Après avoir examiné quels sont les facteurs qui influencent les prix des produits, il est intéressant de voir ceux qui influencent les prix des intrants. La première réponse des paysans lorsqu'il leur est demandé ce qu'il est possible de faire pour améliorer leur condition de production est, de façon quasi unanime: "les engrais sont trop cher, il faut que les prix baissent". Pour mieux comprendre cette réponse, il faut garder à l'esprit le fait que de nombreux paramètres ont pu influencer sur ce prix. La détermination du prix de l'engrais est, en effet un phénomène complexe dans lequel interviennent un certain nombre de facteurs dont l'importance et le poids respectif ont varié au cours des quarante dernières années.

Le prix des engrais devrait être fixé de façon mécanique à partir du prix FOB<sup>314</sup> en tenant compte de certains coûts à chaque stades de la filière d'approvisionnement (cf figure 24). Selon la théorie libérale qui prévaut actuellement, ce sont les conditions macro-économiques qui déterminent l'intérêt d'utiliser une fumure minérale sur une culture dans des conditions données et non la capacité d'une formule de fumure à augmenter une production<sup>315</sup> qui peut fixer le prix de l'engrais<sup>316</sup>.

De nombreux éléments sont intervenus pour modifier ce prix de l'engrais (cf figure 25).

**Le prix des matières premières** a connu une augmentation importante suivant les chocs pétroliers. La valeur du franc malgache a fortement baissé par rapport au dollar ou au franc français passant de 1 franc français pour 50 francs malgaches à une valeur qui tend maintenant vers 1 francs français pour 500 francs malgaches.

**Les subventions**, instrument politique ou économique d'incitation ont varié de 0 à 50 % en fonction du moment. Ces subventions ont commencé dans les années 1950 pour s'arrêter en 1961, repris en 1965 pour s'arrêter à nouveau en 1987. Les taux étaient très variables selon les époques (de 0 % à plus de 50 %) et à, une même date, entre les différents engrais pour favoriser certaines formes au dépens d'autres. Pendant l'époque du GOPR, elles étaient divisées en subvention sur le prix d'achat et subvention sur les frais d'approche pour permettre un même prix dans les magasins éloignés des axes de communication et dans les grands centres.

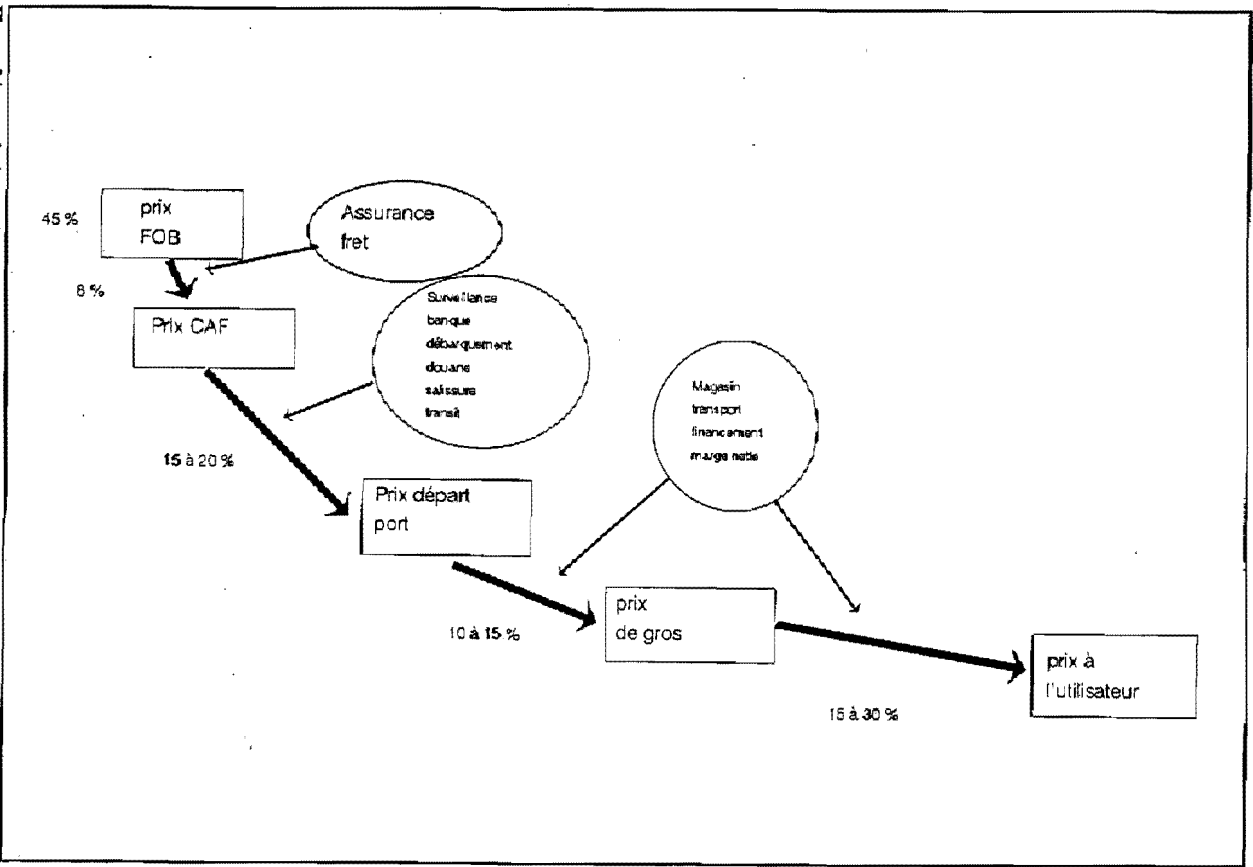
---

<sup>314</sup> free on board .

<sup>315</sup> L'augmentation moyenne de la production autorisée par l'engrais est estimée. Le prix de l'engrais est calculé pour conserver un rapport valeur de l'augmentation de la production sur coût de l'engrais supérieur à deux.

<sup>316</sup> ceci est d'autant plus vrai pour les pays qui ne disposent pas d'autre secteur que l'agriculture pour subventionner la production agricole.

Figure 24 exemple de constitution du prix de l'engrais dans un système d'économie libérale avec concurrence



**Tableau 24 subventions (fmg/kg) aux engrais supportées par le Budget de l'Etat malgache pendant le GOPR (Cacqueray, 1971)**

Type d'engrais	subvention sur prix achat	subvention sur frais d'approche	total subvention	prix engrais subventionné	prix engrais sans subvention	% subvention
Sulfate ammonium	0.17	4.2	4.37	17	21	19.2
urée	1.62	4.2	5.8	25	30.8	18.9
PK 21-16	5.12	4.2	9.3	13	22.2	41.6

La subvention aux engrais reste dans beaucoup d'esprit un des meilleurs moyens d'inciter les agriculteurs à utiliser les engrais et, à travers cette utilisation, à augmenter la production.

**Les dons d'engrais** représentent pour certains pays un moyen d'appuyer la production agricole malgache, d'établir ou de conserver une influence politique ou encore de venir en compensation de privilèges accordés dans d'autres domaines. C'est ainsi que se sont succédés les dons français et européens qui transitaient par le GOPR, les dons norvégiens qui s'y sont substitués à partir de 1975 et les dons japonais. Ces engrais sont donnés au gouvernement malgache qui les adjuge à une société d'Etat ou, depuis la libéralisation, au plus offrant pour alimenter des fonds de contrepartie. La Norvège a cessé ses dons en 1991 à cause du manque de fiabilité du système, une proportion non négligeable des fonds de contrepartie n'étant jamais versée.

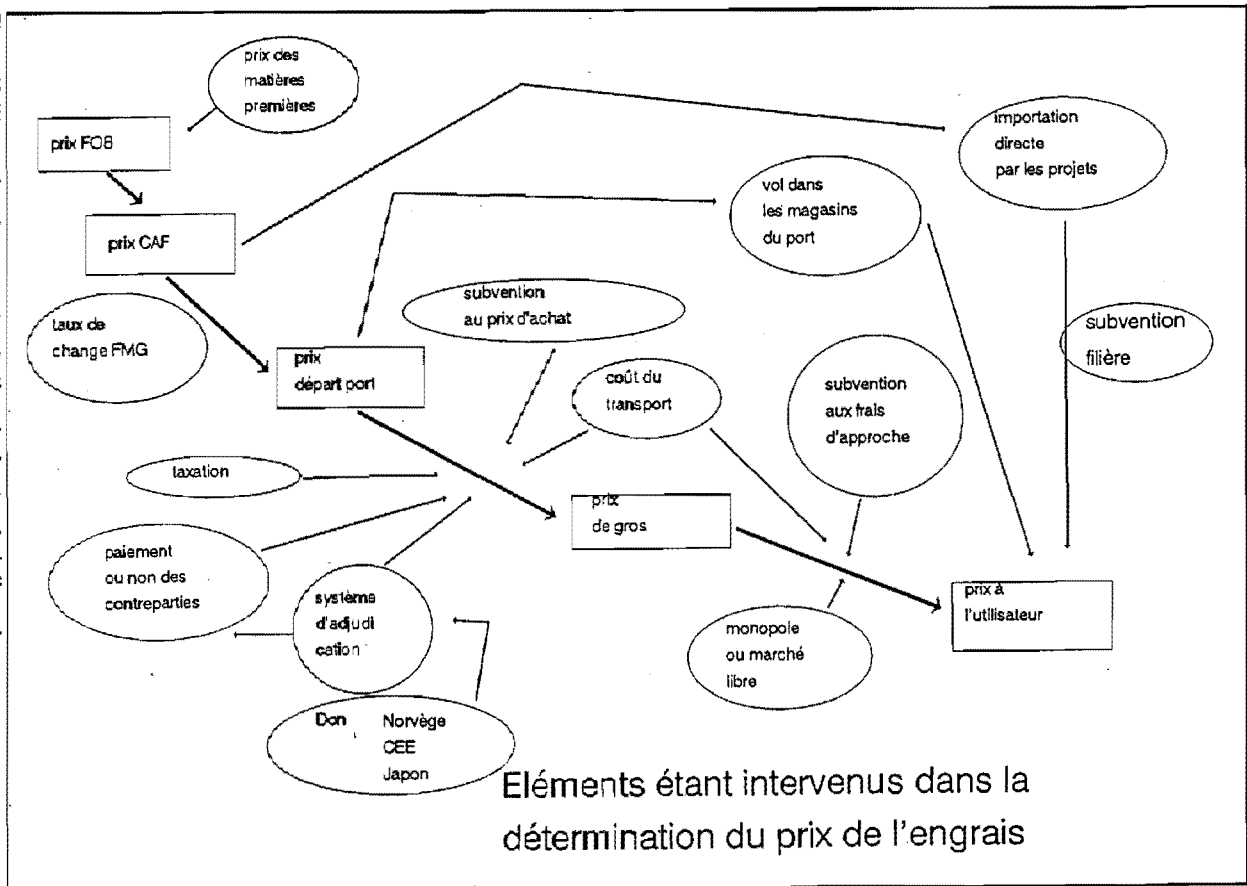
**Le coût du transport** est soumis à de grandes fluctuations: les frais d'acheminement sont parfois pris en charge par les projets sous forme de transferts par les camions de ce projet ou sous forme de subvention sur frais d'approche (cf tableau 24). Encadrement et libéralisation peuvent aussi jouer un rôle capital dans ces coûts: pendant le début des années 1980, pièces détachées introuvables et dégradation des infrastructures routières avaient rendu l'acheminement de l'engrais très difficile.

**Les vols** dans les entrepôts du port ont fait varier à certaines périodes le coût de l'engrais, les engrais volés étant revendus par de petits distributeurs indépendants qui concurrençaient de façon peu loyale les engrais de la filière officielle. La situation monopolistique de COROI a permis à d'autres périodes de réaliser des marges à la distribution substantielles.

L'ensemble de ces facteurs s'est sur-ajouté aux variations du prix CAF Tamatave dépendant des cours mondiaux et de l'importance des livraisons. Les variations reconstituées indiquent une fourchette pour le prix de cession au cultivateur allant de 110 % à plus de 300 % du prix CAF Tamatave.

### **Les effets de la libéralisation**

Figure 25 éléments étant intervenus dans la détermination du prix de l'engrais



Il est intéressant d'examiner à la lumière des prix et quantités commercialisés sur les marchés l'évolution des rapports entre les prix des produits et ceux des engrais depuis que ces prix sont libéralisés<sup>317</sup>. Le marché d'Ambohibary présente une activité suffisante pour réaliser de tels suivis.

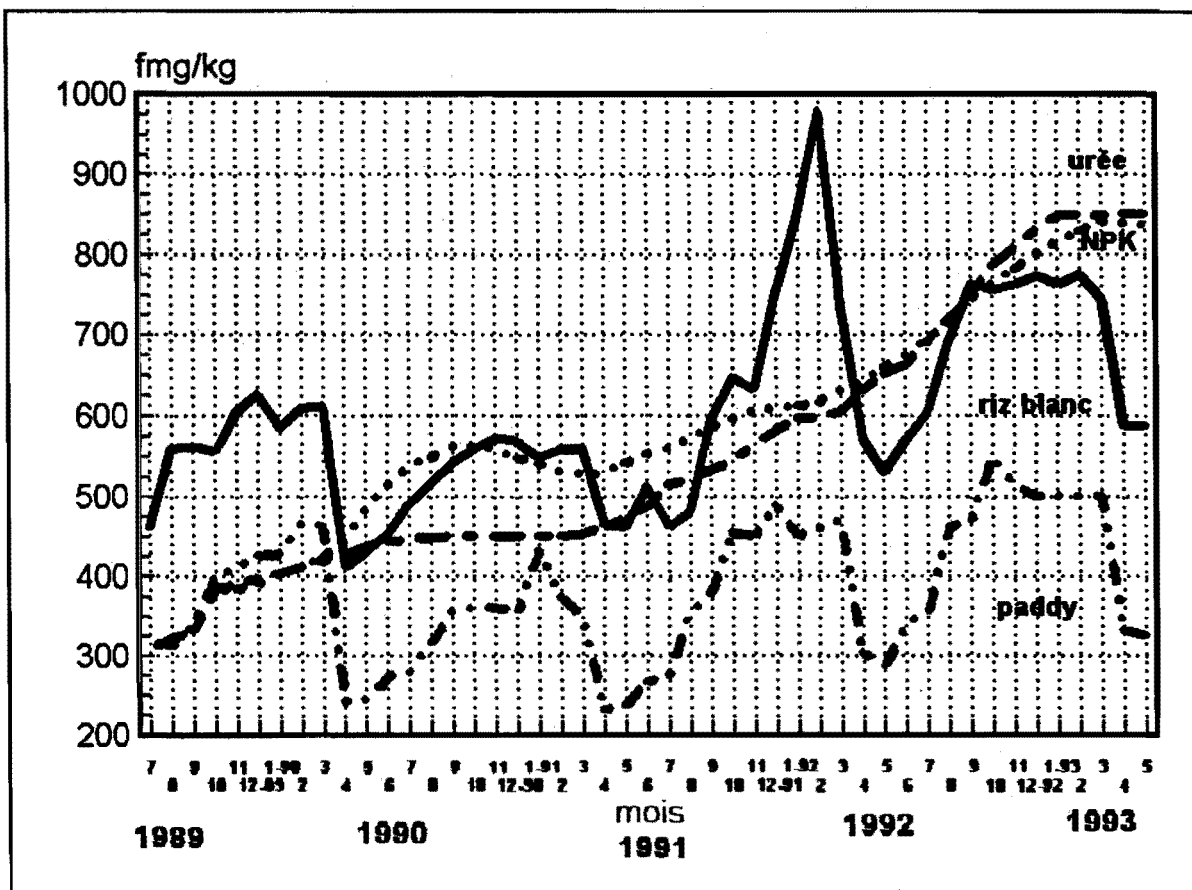


Figure 26 Variations des prix de l'engrais, du paddy et du riz blanc à Ambohibary (1989-1993) (source suivi marché RD PPI)

Les prix de l'engrais ont augmenté de façon régulière<sup>318</sup> et significative depuis 1989 (figure 26). Cette hausse peut être attribuée à la baisse du taux de change du franc malgache et à la suppression des subventions. Le prix du paddy, en revanche présente une régularité d'électrocardiogramme, répercutant l'incidence de la récolte sur la courbe des prix<sup>319</sup>.

<sup>317</sup> les premiers effets de la libéralisation ont été perceptibles à partir de 1988.

<sup>318</sup> la corrélation avec une tendance linéaire de croissance est  
 pour le NPK  $r=0.94$  la droite ayant les coefficients suivants  $9.93x + 347$   
 pour l'urée  $r=0.92$   $10.99x + 293$   
 pour le paddy  $r=0.40$   $2.47x + 322$   
 pour le riz blanc  $r=0.56$   $4.94x + 486$

la dispersion est beaucoup plus importante pour le paddy que pour le riz blanc et, bien entendu que pour les engrais. La croissance des prix est beaucoup plus grande pour le NPK et l'urée que pour le riz blanc et de façon plus importante, le paddy. La situation devient de moins en moins favorable à l'utilisation de l'engrais sur le riz.

<sup>319</sup> les quantités de paddy commercialisé augmentent de façon très importante. Tout le paddy n'est pas commercialisé au marché - une grande partie est vendue sur les bords des champs, dans les hameaux ou dans des points déterminés par les riziers et collecteurs. Il est cependant évident que prix et quantités sur les marchés sont très fortement liés aux prix et quantités hors marché.

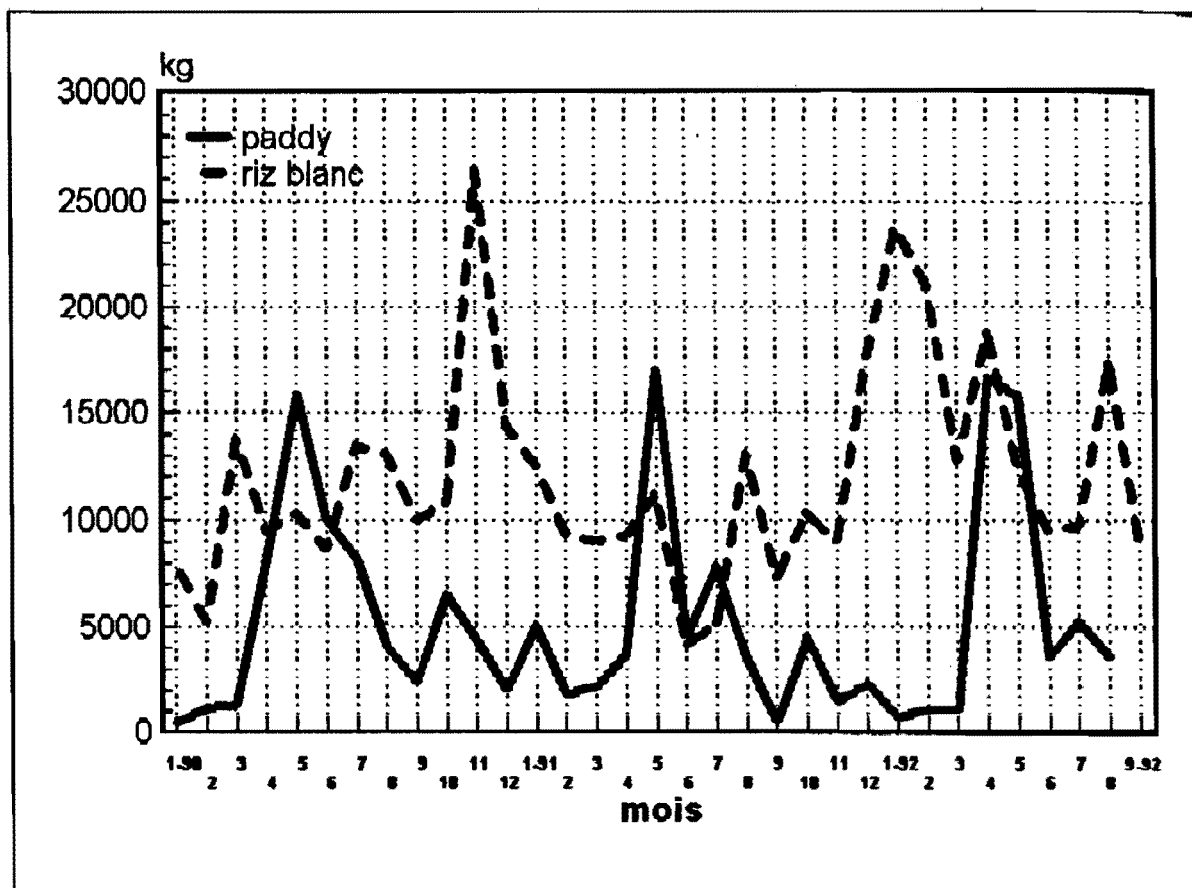


Figure 27 variation des quantités de paddy et de riz commercialisées au marché hebdomadaire d'Ambohibary (89-93) source suivi marche RD PPI

L'étude de la variation des quantités d'engrais<sup>220</sup> vendues par le magasin COROI d'Ambohibary les jours de marché (figure 28) laisse apparaître une tendance similaire au cours des années et donc une absence de tassement du à une évolution défavorable du rapport prix des produits sur prix des intrants.

Tableau 26 variation des quantités d'engrais vendues les jours de marché Ambohibary en kg

	1989	1990	1991	1992
urée	16840	20785	14515	18215
NPK	30810	54520	32135	37045

C'est la courbe du paddy qu'il faut examiner sur la figure et non celle du riz blanc forme sous laquelle la commercialisation par les paysans est très faible. La déconnexion des courbes

<sup>220</sup> Il s'agit sur la courbe de moyenne mobile pour le prix des engrais. Le prix moyen mensuel du NPK est réalisé par pondération avec la quantité de chaque engrais ternaire vendu par COROI. En effet, 11-22-16, 15-15-15 et 20-10-10 sont présents simultanément à des prix différents.

des prix paddy / riz blanc montre des phénomènes de spéculation sur le riz lorsque certaines périodes de soudures sont particulièrement difficiles (décembre 1991- janvier 1992 notamment). L'étude des quantités vendues sous les deux formes (riz - paddy), en mettant en évidence la complémentarité de ces deux formes -figure 27- (quand les quantités commercialisées de paddy baissent, les quantités de riz blanc augmentent) montrent que ce n'est pas le paddy qui vient d'être vendu qui est transformé mais plutôt qu'il s'agit de riz blanc en provenance de l'extérieur ou stocké en attendant une hausse des prix.

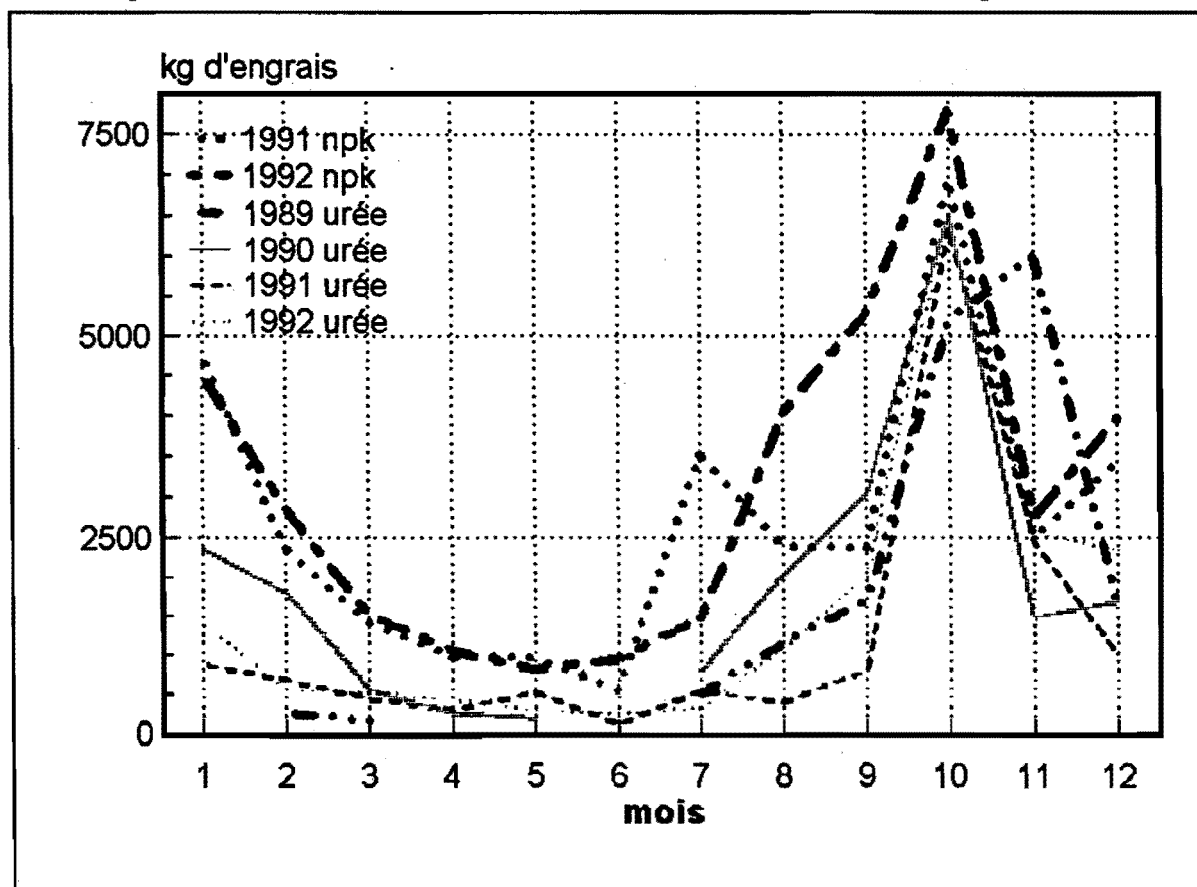


Figure 28 variation mensuelle des quantités d'engrais vendues sur le marché d'Ambohibary (données RD PPI)

Il est alors possible de se demander si les applications d'engrais ne sont pas, au moins en partie, déconnectées d'un raisonnement économique faisant plus appel au renouvellement des gestes techniques des années précédentes plutôt qu'à une réflexion sur les techniques<sup>321</sup>. L'examen de la saisonnalisation (figure 28) des ventes indique également une pointe renouvelée chaque année au moment de l'application d'engrais sur la pépinière mais peu d'évolutions en fonction des opportunités (évolution des rapports prix des produits sur prix des intrants qui peuvent rendre l'utilisation d'engrais intéressantes certaines années sur certaines cultures mais pas dans d'autres conditions).

<sup>321</sup> cette réflexion n'est pas plus présente dans le raisonnement de nombreux techniciens des opérations de développement qui reçoivent chaque année les mêmes fiches techniques sans jamais vérifier que les thèmes vulgarisés sont toujours pertinents.



Même s'il était possible d'établir une relation fiable entre l'apport d'engrais et le rendement (ce qui n'est pas le cas cf 5.3.1) l'avantage économique de l'application d'engrais devrait être étudié en fonction du rapport entre le prix de l'engrais et celui du produit. Quand le prix du produit connaît des variations importantes selon la saison (cas des produits vivriers saisonnalisés), des différences importantes de rentabilité peuvent être observées. Il ne peut donc être question, pour l'ensemble des produits vivriers, d'affirmer: "telle dose d'engrais est intéressante sur telle culture" si, entre autres description d'utilisation, les conditions de vente du produit ne sont pas précisées.

### 5.3.3 La variabilité de la réponse aux engrais

La variabilité des résultats d'expérimentation est un phénomène qui gêne toujours beaucoup les agronomes cherchant à établir des recommandations pour le développement. Les sources de variation sont nombreuses, conduisant souvent à l'utilisation de l'expression "toutes choses égales par ailleurs". Mais les choses ne sont pas égales par ailleurs, un nombre important de facteurs contribuant aux variations.

- le climat qui n'est jamais le même l'année de l'expérimentation et l'année de la mise en pratique de la recommandation; il peut même être différent à quelques kilomètres de distance pour une même année tant les masses d'air sont perturbées sur les Hautes Terres par la disposition très désordonnée des reliefs; (cf 312)
- les sols dont le type de constitution et d'évolution ainsi que l'anthropisation entraîne des inégalités dans l'aptitude à produire qui peuvent parfois se manifester au sein même d'une parcelle (cf 313);
- les techniques culturales qui varient d'un périmètre à l'autre, d'un exploitant à l'autre à l'intérieur d'un même périmètre, d'une parcelle à l'autre (en fonction de leur position dans le paysage) pour cet exploitant. En allant encore plus loin, pour un périmètre, un exploitant et une parcelle donnée, combien de fois a t'on pu observer des différences dans la réalisation d'une technique culturale parce qu'elle était effectuée par deux personnes différentes, qu'un incident climatique venait interrompre brutalement la réalisation de cette technique ou tout simplement parce que la journée avait été longue et que l'on était pressé d'en terminer ?

Pour essayer d'atténuer toutes ces sources de variabilité, des répétitions d'un même traitement sont mises en place. Ces répétitions peuvent être installées à l'intérieur d'une parcelle (ce sont les blocs) ou sur plusieurs sites. La biométrie donne des normes de variation en dehors desquelles il vaut mieux prendre beaucoup de précautions pour l'interprétation, l'extrapolation et le passage aux recommandations. Si les coefficients de variation restent souvent acceptables lorsque tous les facteurs possibles sont contrôlés (notamment l'homogénéité des techniques culturales), il n'en est pas toujours de même pour les expérimentations réalisées dans les conditions des paysans.

Force est de reconnaître que les expérimentations sur la réponse des cultures aux engrais présentent sur les Hautes Terres malgaches comme ailleurs une très grande variabilité non seulement entre les sites mais bien souvent à l'intérieur d'un même site.

Les alternatives pour le passage à la recommandation peuvent alors être les suivantes:

- peut-on proposer une formule unique, normative ou "passe partout" avec les risques de non rentabilité qui peuvent se manifester?
- doit-on rechercher des formules spécifiques qui seraient adaptées non seulement aux différents types de sols, mais également aux différents systèmes de culture (en prenant en compte association et rotation) ou, encore mieux, aux principaux types de systèmes

de production. Le problème est alors de savoir combien de formules spécifiques il est possible de gérer et comment, grâce à des critères simples, les utilisateurs pourront savoir qu'ils se trouvent dans une situation ou dans une autre.

### La détermination de la formule "passe partout"

Le travail consiste en une manipulation de données obtenues sur des sites où la courbe de réponse aux engrais est concave pour arriver à déterminer le nombre d'unité fertilisante par élément à l'optimum économique<sup>322</sup>. Lorsque la réponse aux engrais sur un site est concave, les résultats sont retenus pour calculer cet optimum économique.

Tableau 27 Eléments de réponses du riz aux engrais dans la partie centrale de Madagascar selon les résultats du programme engrais malgache de 1978 à 1987 (in Bigot, à paraître)

	Unités à l'optimum économique	Rapport valeur coût moyen	risque estimé
<b>Riz aquatique</b>			
azote	63	2.5	44 %
phosphore	47	2.1	62 %
potassium	33	2.0	64 %
<b>riz pluvial</b>			
azote	32	1.8	94 %
phosphore	30	1.6	92 %
potassium	24	1.9	77 %

Les calculs ont été réalisés avec les prix moyens<sup>323</sup> du riz et de l'engrais en 1988, en condition de marché libéralisé, sans subvention. Le risque est estimé en fréquence des dispositifs où un rapport valeur coût inférieur à deux a été obtenu (1491 sites sur le riz aquatique, 234 sur le riz pluvial). Ce risque est sous estimé par le fait que seuls les sites avec les réponses les plus favorables sont retenus et que, déjà, le choix d'un site procède le plus souvent d'une recherche de conditions favorables (notamment pour la maîtrise de l'eau).

C'est de cette façon que le type d'engrais NPK 11-22-16 a été mis au point pour le riz.

<sup>322</sup> En matière d'intrants et plus particulièrement d'engrais, l'objectif "maximisation du profit de la culture" se traduit par la dose qui maximise la marge. Cette dose est obtenue lorsque le coût marginal brut égale le produit marginal brut. Plus l'efficacité de l'engrais est faible, plus la courbe de réponse est aplatie, et plus la dose dite "économique" est faible (Crétenet, 1990).

<sup>323</sup> avec les réticences que l'on peut avoir à utiliser des prix moyens (cf 532).

Dans leur conclusions présentées lors du colloque sur la fertilisation des sols tropicaux à Tananarive en 1967, Roche Dufournet et Rabetrano proposent des résultats vulgarisables en pratique de fumure<sup>324</sup>:

- pour la riziculture d'altitude<sup>325</sup>:

*"l'ensemble de la Province de Tananarive, le versant ouest de la province de Fianarantsoa peuvent recevoir un apport ternaire NPK 30-62-45;*

*on peut conseiller deux modes d'apport:*

- *une première possibilité est l'apport avant repiquage de l'engrais binaire PK 21-16 à la dose de 300 kg /ha, suivi 30 à 40 jours après repiquage de l'apport de 150 kg/ha de sulfate d'ammoniaque à 21 % ou de 75 kg d'urée (48 %) en couverture;*
- *une deuxième possibilité est l'apport au repiquage de 300 kg/ha de l'engrais ternaire granulé 11-22-16 (l'azote et le phosphore sont principalement sous forme de phosphate d'ammoniaque). Cet apport peut d'ailleurs être aussi réalisé 30 à 35 jours après le repiquage en couverture. (...)*

*Volontairement des formules de fertilisation simples ont été recherchées et préconisées pour les zones de riziculture d'altitude. Il est évident que ces formules peuvent être adaptées au moins dans deux cas généraux: il faut forcer sur le phosphore dans le cas des sols tourbeux ou des sols hydromorphes organiques, il faut forcer sur l'azote dans le cas des sols récents d'apport (alluvions). (...)*

Apportant plus de phosphore que de potassium ainsi qu'un peu d'azote pour le démarrage de la culture, ce type d'engrais, utilisé avec de l'urée au tallage et au début de la montaison, permet statistiquement les meilleurs résultats<sup>326</sup>. Mis au point pour le riz, cet engrais ternaire a ensuite été utilisée pour déterminer des formules de fumure adaptées à l'ensemble des cultures de la région. Roche et al (1967) concluent ainsi pour les culture pluviales:

- *pour la fertilisation des sols ferrallitiques en culture sèche*<sup>327</sup>

*la fertilisation uniformément testée 10 tonnes de fumier, 42 unités de N, 57 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 unités de K<sub>2</sub>O, dans certains cas, 500kg de dolomie, s'est avérée (...) suffisante pour constituer une fumure convenable d'entretien dans le cas des sols ferrallitiques humifères (...)*

<sup>324</sup> compte tenu de la variabilité de la réponse à la fumure et de l'importance des phénomènes d'interaction comme source de variabilité, la recommandation d'une dose standard d'engrais ne correspondra que rarement à l'optimum économique (Crétenet, 1990).

<sup>325</sup> Roche, Dufournet et Rabetrano (1967) p 1113.

<sup>326</sup> 300 kg de 11-22-16 et 80 kg d'urée apportent 70 unités d'azote, 66 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 48 de K<sub>2</sub>O. Une autre possibilité est d'apporter 400 kg de 15-15-15 et 80 kg d'urée (97-60-60) correspondant au même prix. Ces doses sont de toutes façon très supérieures aux possibilités de financement des paysans.

<sup>327</sup> Roche, Dufournet et Rabetrano (1967) p 1118-1119.

*mais insuffisante pour constituer une fumure d'entretien sur les sols ferrallitiques rouges non humifères(...)*<sup>328</sup>.

Bigot (à paraître) prônant l'engrais "passe partout" argumente ainsi sa position: "On se trouve en présence d'une utilisation de l'engrais à caractère de jardinage où toute complication dans les dosages et les formules relève d'un perfectionnisme peu utile. L'engrais composé maraîcher le moins cher, complété par quelque azote éventuel, est ce qu'il y a de mieux pour être efficace un peu partout. L'examen des réponses par plante à tel ou tel engrais dans telles ou telles conditions de culture n'a guère de signification pratique".

### La prise en compte de la variabilité

Dès les premiers essais d'engrais sur le riz à Madagascar (Bonney, 1934), les résultats sont exprimés vallée par vallée distinguant bien les parties hautes médianes et basses de la vallée, remarquant bien les différences de réponse selon la vallée et le niveau où l'on se place.

Par la suite, l'ensemble des agronomes réalisant une expérimentation sur les engrais s'est efforcé de décrire avec le maximum de précision les conditions d'obtention des résultats que ce soit pour arriver à une recommandation "passe partout" ou à une recommandation spécifique. Pour Vlek (1985), le degré de précision nécessaire lors de l'élaboration de carte pédologique ou d'aptitude culturale pour refléter la micro-variabilité observée dans la zone du projet semble interdire toute recommandation générale.

Lors de l'importante étude sur la fertilisation des rizières réalisée par le programme engrais malgache (FAO), après de nombreuses manipulations des résultats, Dulcire et Losseaux (1992) en arrivent à la conclusion qu'il faut nuancer les apports de phosphore en fonction du taux de matière organique<sup>329</sup>. Ce paramètre apparaît comme un "facteur fédérateur satisfaisant tant par sa facilité d'emploi que par sa bonne capacité à rendre compte des différentes formes des courbes de réponse"<sup>330</sup>.

La question du nombre de classe de taux de matière organique à prendre en compte se pose immédiatement. Il doit y avoir suffisamment de classes pour diminuer au maximum les risques d'avoir une formule de fumure non rentable, elles ne doivent pas être trop nombreuses pour que les utilisateurs sachent sans trop d'hésitation dans quelle classe se placer.

Dulcire et Losseaux proposent après discussion 3 classes: de 0 à 4 % de matière organique, de 4 à 8 % et plus de 8 %. Les réponses à l'azote (figure 29), au phosphore (figure 30)

<sup>328</sup> insuffisante aussi pour constituer une fumure d'entretien valable sur les sols ferrallitiques dérivés de basalte où le niveau de fertilité permet déjà d'atteindre, avec ou sans fumier, des niveaux de rendements de 25 quintaux de maïs et 20 quintaux d'arachide.

<sup>329</sup> cette classification était déjà celle de l'IRAM qui distinguait par niveau décroissant de matière organique les sols tourbeux, les sols hydromorphes organiques à gley, les sols hydromorphes humiques à gley, les sols hydromorphes à pseudogley et les sols peu évolués d'apport.

<sup>330</sup> Dulcire et Losseaux (1992) p I.

ainsi que l'interaction azote - phosphore sont nettement différenciées pour les trois classes de sol<sup>331</sup>.

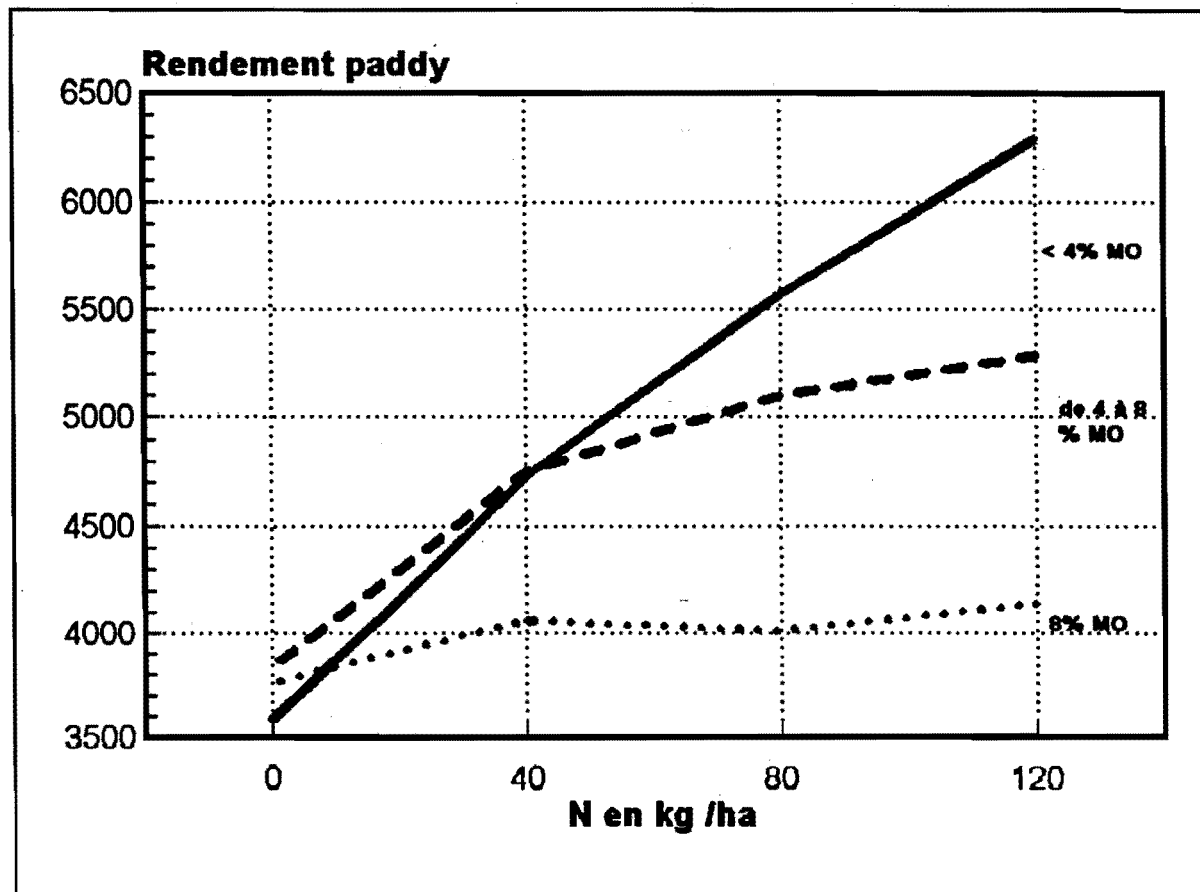


Figure 29 réponse moyenne (kg/ha) aux niveaux d'azote pour 3 classes de sol (d'après Dulcire et Losseaux, 1992)

Cette classification rend plus complexe le travail de l'utilisateur et notamment du vulgarisateur de l'ODR qui avait l'habitude de différencier, essentiellement d'après la couleur, les sols organiques plus foncés, s'approchant souvent de la tourbe et les sols minéraux plus clairs.

Pour les cultures pluviales, la variabilité n'est pas analysée par rapport à la matière organique mais par le pH<sup>332</sup> qui permettra de déterminer la dose de chaux ou de dolomie à apporter en entretien ou en fumure de fond pour permettre de valoriser les apports de fumier et d'engrais minéraux. Dans certaines situations, les apports s'avèrent inutiles (rarement dépressifs), dans d'autres situations l'optimum économique sera trouvé pour des doses de 500, 1000, 2000 kg/ha, parfois en entretien, parfois en apport de fond. La généralisation de l'emploi de la

<sup>331</sup> La meilleure réponse au phosphore dans les sols très organiques pourrait être liée aux endomycorhizes intervenant dans l'absorption du phosphore par les plantes, moins développés dans les zones tourbeuses organiques (Puard, 1989).

<sup>332</sup> Arrivets et al. (1989) ont confirmé la liaison existant entre pH et cations bivalents échangeables.

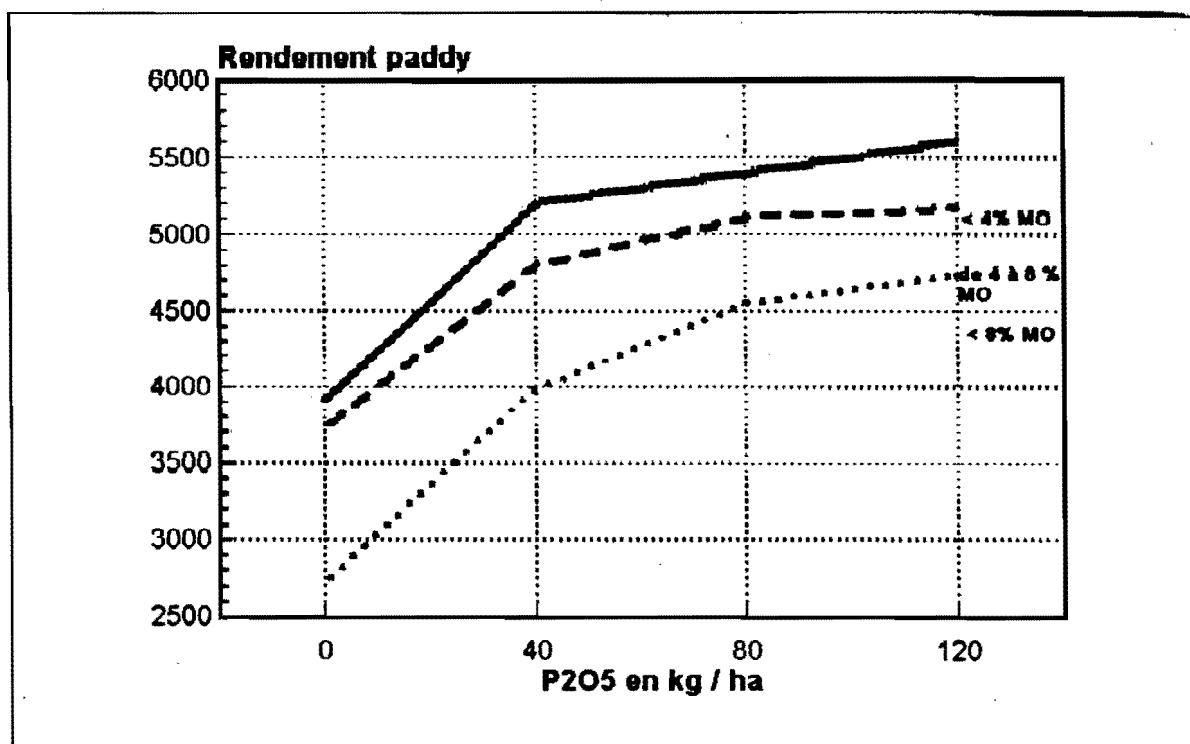


Figure 30 réponse moyenne (kg/ha) aux niveaux de phosphore pour les 3 classes de sol (d'après Dulcire et Losseaux, 1992)

dolomie préconisé par la SOMADDEX<sup>333</sup> n'est donc pas justifiée dans un nombre non négligeable de situations à cause de l'inadéquation de la dose ou de la méthode d'épandage.

En fait, il est essentiel de proposer à l'utilisateur des outils faciles d'emploi qui lui permette de savoir quel engrais apporter, à quelle dose, avec quel mode d'épandage afin de limiter les risques d'une utilisation non rentable. Les outils habituellement utilisés par les agronomes n'ont pas été portés à la disposition des cultivateurs malgaches. C'est le cas des analyses de sol parce qu'elles sont d'un coût élevé et d'une interprétation demandant une formation préalable importante. L'utilisation des symptômes de toxicité ou de carences<sup>334</sup>, de plantes indicatrices<sup>335</sup>, des classifications paysannes des sols (cf 313) pourraient, en revanche, être utilisées mais ne l'ont pas été à cause d'un manque d'intérêt de la recherche dans ce domaine.

<sup>333</sup> Société Malgache d'Exploitation minière, le producteur de la dolomie (ou dolomite).

<sup>334</sup> pour la plupart des plantes cultivées les symptômes de carence ou de toxicité sont connus élément par élément. Selon les plantes ces symptômes sont plus ou moins aisément reconnaissables. Le maïs présente l'avantage d'extérioriser de façon bien reconnaissable les principales carences et toxicités. (cf en particulier Grondon, 1987).

<sup>335</sup> dans la plupart des hameaux, il existe une ou plusieurs personnes capables de reconnaître et de déterminer dans une classification vernaculaire les noms d'une grande majorité de plantes présentes sur le terroir. Certains travaux comme ceux de Perrier de la Bathie (1934) pourraient être repris.

Pour Pélissier (1976)<sup>336</sup>, "*chaque parcelle offre des particularités pédologiques ou hydrauliques qui justifient une expérimentation voire une adaptation spécifique de la fertilisation minérale*". Il poursuit en insistant sur l'intérêt de la mise en place d'expérimentations individuelles simples<sup>337</sup> permettant à chaque cultivateur de mettre au point des systèmes de fumure pour les différentes conditions rencontrées. Ces expérimentations posent néanmoins la question de la formation d'un très grand nombre de producteurs dispersés sur un vaste territoire.

La variabilité des réponses des cultures aux engrais est donc acceptée par tous. Pour cet aspect également, il faut conjuguer variabilité dans l'espace et variabilité dans le temps. La résolution de ces questions de variabilité est différente selon les auteurs: formules passe-partout contre caractérisation plus ou moins fine du milieu avec adaptation de la formule. Le paysan semble le seul à pouvoir déterminer la formule présentant une probabilité suffisante de rentabilité sur telle parcelle pour telle culture mais il a besoin pour cela d'outils adaptés.

---

<sup>336</sup> p 47.

<sup>337</sup> qui avaient commencé pendant le GOPR.



### 5.3.4 La mise en pratique: une faible appropriation des résultats de la recherche

#### Une forte disproportion entre les quantités vendues et les possibilités d'utilisation

Quelques années après la fin du GOPR, Pélissier appréciait le comportement des riziculteurs des Hautes Terres, en particulier par rapport à l'utilisation de la fertilisation minérale car *"de toutes les techniques diffusées par l'OPR, la fertilisation par l'engrais minéral est évidemment celle dont les effets sur la production sont les plus immédiats et les plus importants. La consommation d'engrais paraît, d'autre part, fournir l'indicateur le plus précis de la modernisation du système de culture et de la volonté d'investir des paysans"* (Pélissier, 1976).

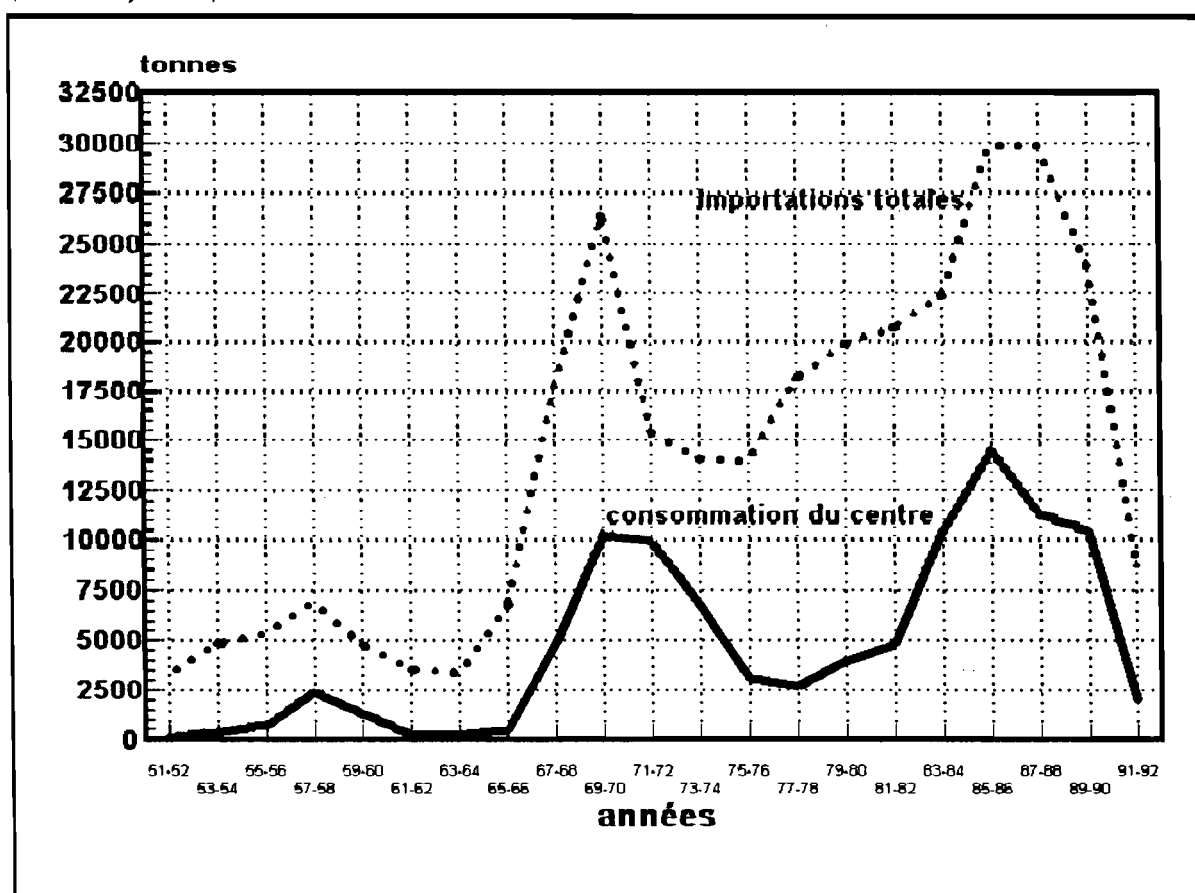


Figure 31 Utilisation annuelle d'engrais: consommation du centre de Madagascar et importations de tout le pays en tonnes de tout produit (d'après Bigot et al. 1993)

L'utilisation d'engrais minéral a toujours été faible à Madagascar. Il faut attendre 1951 pour enregistrer les premiers dons dans la banlieue de Tananarive. La consommation a augmenté jusqu'en 1971 (figure 31). Il suffit de regarder les quantités d'engrais vendues dans la région (qui est la plus forte consommatrice d'engrais de Madagascar<sup>338</sup>) et de la comparer aux surfaces cultivées pour se rendre compte que les recommandations de la recherche en matière de fumure minérale sont très faiblement prises en compte par les cultivateurs (tableau 28).

<sup>338</sup> en dehors de la banlieue de Tananarive.

Tableau 28 calcul de la quantité d'engrais consommée en 1986 par unité de surface et par exploitation d'après FIDA (1988)

	Vakinankaratra	Nord Betsileo	total
nombre d'exploitations	110 000	59 000	169 000
superficie cultivée en rizière (ha)	54 000	39 000	93 000
superficie cultivée en tanety (ha)	59 000	23 000	82 000
consommation d'engrais (tonnes)	3 400	900	4300
engrais (kg par hectare)	30	14.5	24.5
engrais (kg par exploitation)	30	15.2	25.4

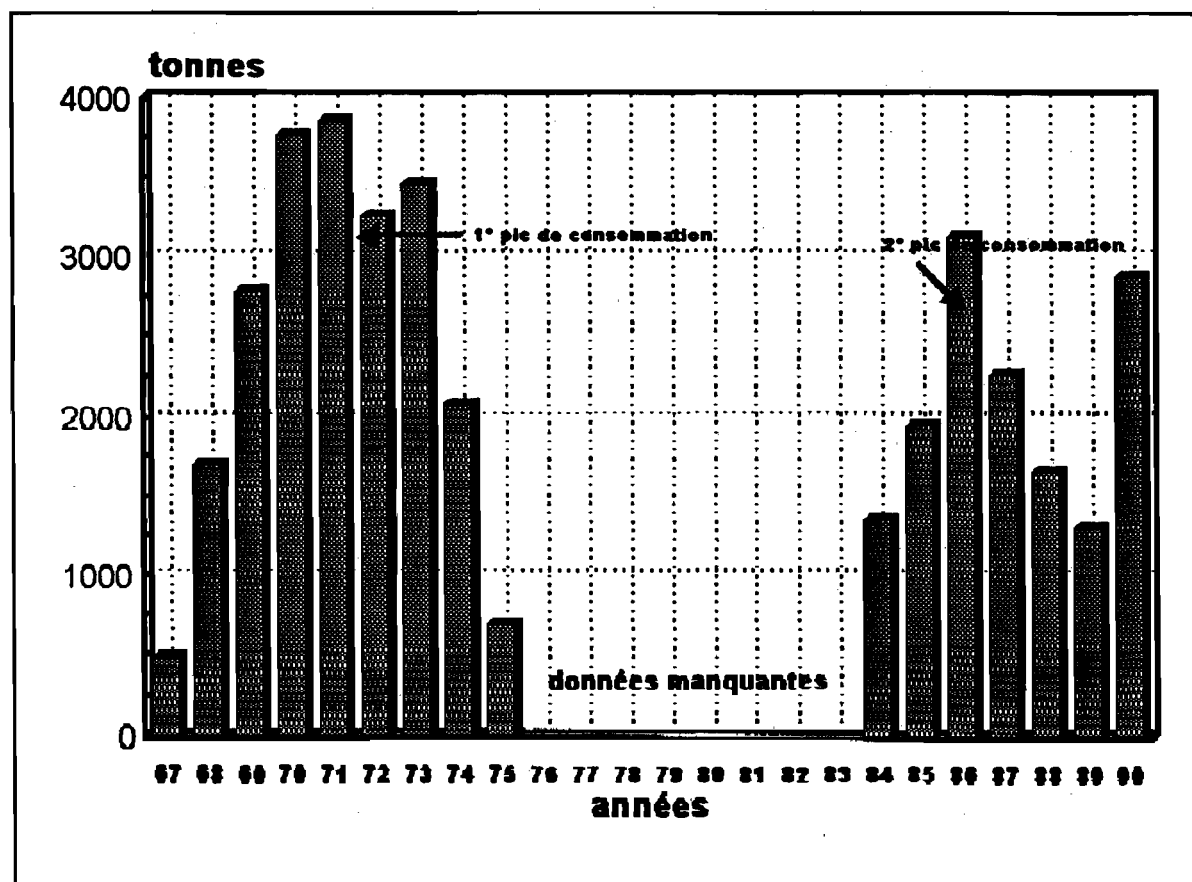


Figure 32 Evolution de la quantité d'engrais vendue dans le Vakinankaratra source GOPR ODR

En 1986, pour les 175 000 hectares cultivés dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo la quantité d'engrais consommée est de 4300 tonnes (toutes formules confondues) ce qui représente une consommation approximative de 25 kg par exploitation et par hectare. Les quantités vendues en 1986 constituent pourtant un second pic dans les quantités d'engrais vendues, le premier ayant été atteint en 1970-1971.

L'examen des données de l'enquête "rizicole" de 1973, juste après ce premier pic de consommation des engrais permet de mesurer la variabilité régionale dans l'utilisation.

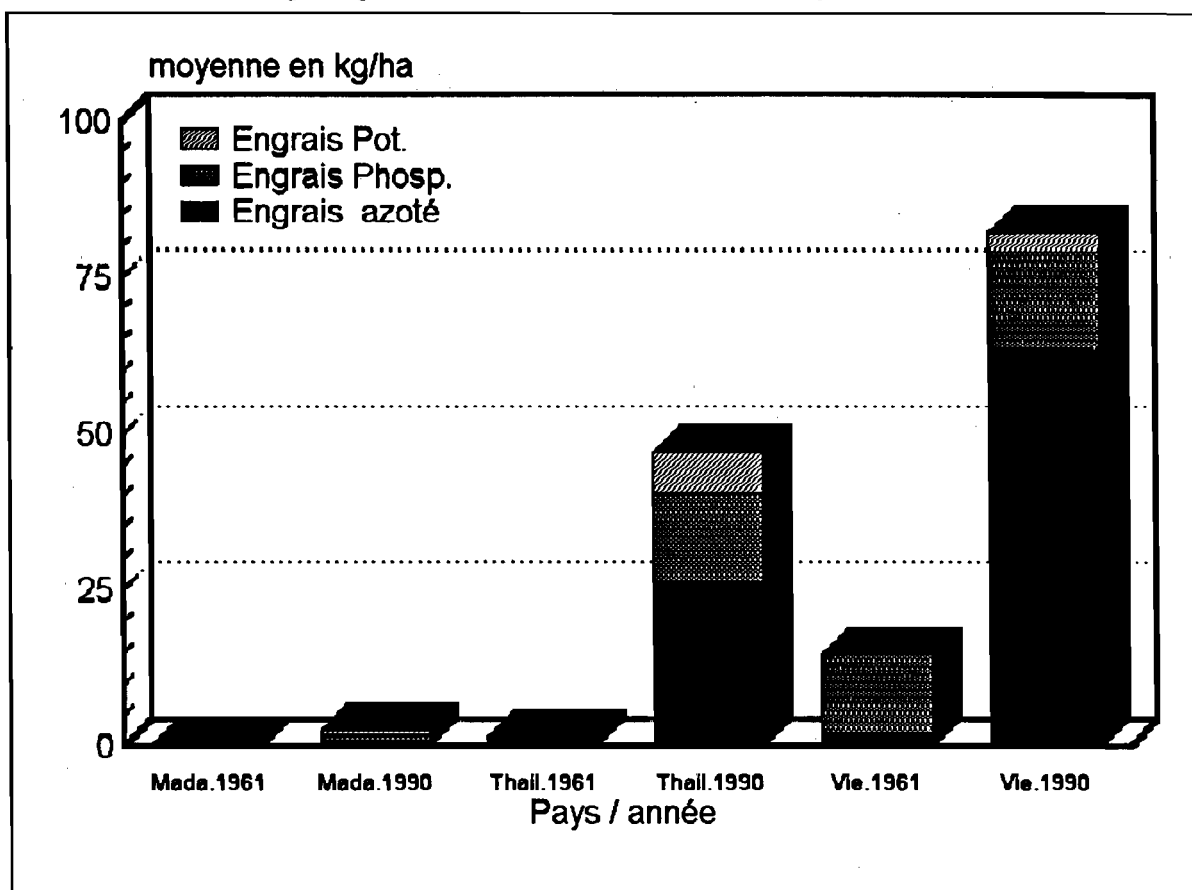


Figure 33 évolution de l'utilisation d'engrais. Comparaison Madagascar, Thaïlande, Vietnam (source Agrostat FAO) en engrais total sur surface arable et culture permanente

Tableau 29 Calcul de la quantité d'engrais consommée par hectare et par an d'après les données de l'enquête rizicole de 1973

<sup>399</sup>	Abe	Btf	Atf	Frts	Vakin	Atof	Abs	Fdr	N Bts
Nombre d'exploitation (1000)	29.9	21.1	24.5	10.3	85.9	9.1	23.4	19.2	51.7
Surface rizière (1000 ha)	14.5	15	10.6	5.6	45.8	7.2	11.1	9.7	28
Surface tanety (1000 ha)	12.6	9.5	14.7	4.9	41.8	3.7	5.6	6.5	15.8
Consommation engrais (tonnes)	406	323	886	742	2357	44	305	412	717
Engrais en kg/ha	15	13	35	70	27	4	18	25	16
Engrais en kg/cxpl	13	15	36	72	27	5	13	21	14

<sup>399</sup> Abe = Antsirabe, Btf = Betafo, Atf = Antanifotsy, Frts = Faratsiho, Vakin = Vakinankaratra, Atof = Ambatofinandrahana, Abs = Ambositra, Fdr = Fandriana, N Bts = Nord Betsileo.

La variabilité entre les sous préfecture apparaît nettement (de 4 à 70 kg par hectare cultivé) de même que la différence entre Vakinankaratra et Nord Betsileo qui ressemble énormément à celle observée en 1986.

Un historique des quantités consommées dans le Vakinankaratra permet de se rendre compte que, pour cette circonscription, les quantités ont varié de moins de 500 tonnes par an à près de 4000 tonnes (cf figure 32). Entre 1976 et 1983, les données ne sont pas disponibles mais il. Il semble cependant que la consommation sur les Hautes Terres ait beaucoup diminué<sup>340</sup>.

Les surfaces cultivées ont peu évolué au cours des trente dernières années. Leur recensement faisait déjà apparaître des surfaces cultivées supérieures à 100 000 hectares en 1960 (Woillet, 1962) pour le Vakinankaratra. Les surfaces cultivées dans le Vakinankaratra en 1986 ne dépassent pas 113 000 hectares de rizière et tanety<sup>341</sup>.

La consommation d'engrais a donc pu varier de moins de 4 kg à près de 30 kg par hectare et par an pour l'ensemble de la région, certaines zones approchant sans doute les 100 kg par hectare et par an pendant des années de forte consommation<sup>342</sup>. La comparaison avec la Thaïlande et le Vietnam est éloquent: les consommations d'engrais et particulièrement d'azote par hectare ont "explosé" alors qu'elles n'ont pratiquement pas bougé pour Madagascar.

La faiblesse de ces quantités est d'autant plus surprenante lorsque l'on remarque avec Pélissier que *"contrairement aux réactions notées en certaines régions d'Afrique où se déroulent des expériences similaires, l'opinion générale des paysans malgaches à l'égard de l'engrais minéral est, de manière persistante, nettement positive"*<sup>343</sup>.

Avec des quantités aussi faibles, il est possible de se douter que ces engrais n'ont pas été répandus uniformément sur toute la surface mais que certaines zones et certaines cultures ont été privilégiées.

La distorsion existant entre les recommandations de la recherche et la mise en pratique de ces recommandations intéresse un certain nombre d'acteurs pour des raisons différentes.

Les agents du Ministère de l'Agriculture sont intéressés par les possibilités d'augmentation de la production, l'assimilant, parfois un peu trop vite, à une amélioration du niveau de vie des exploitants et à une progression des exportations de la zone.

---

<sup>340</sup> de 1975 à 1981, Madagascar n'a pas acheté d'engrais et les dons ont été utilisés en grande partie sur le coton et la canne à sucre (Vlek, 1985) cf 533.

<sup>341</sup> Ravromihaja (1992) faisant état de recensements par Firaisampokontany arrive à une surface légèrement supérieure de 130 000hectares.

<sup>342</sup> Pendant les années de grandes consommations, dans certaines zones favorisées. On est encore très loin des consommations des pays industrialisés. La consommation d'engrais (kg de N + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O) par hectare de terres labourées et de cultures pérennes était en effet en 1982 de 435 kg pour l'Allemagne, 299 pour la France... (FAO, 1987). En 1981, la quantité d'engrais utilisée sur le riz au niveau de Madagascar était de 6 kg/ha.

<sup>343</sup> Pélissier, 1976 p 45.

Les bailleurs de fonds y ont vu un moyen simple d'agir de façon très efficace et donc de bâtir des projets dans lesquels les taux de rentabilité interne ne poseraient pas de problème<sup>344</sup>.

Les marchands d'engrais y ont vu un grand marché de consommation dans lequel les profits seraient à la mesure des quantités vendues.

Grâce aux données sur les pratiques en matière de fertilisation minérale, assez nombreuses et espacées dans le temps, "il convient donc de s'interroger sur les raisons qui expliquent l'attitude du paysan face aux thèmes de la fertilisation minérale et, en particulier, sur celles qui l'incitent à diminuer l'emploi de l'engrais alors même qu'il en reconnaît l'intérêt"<sup>345</sup>.

Un premier élément d'explication vient de l'importance de la proportion de l'engrais appliquée sur le riz et non sur des cultures qui, comme la pomme de terre, ont une meilleure valorisation technique et économique de la fumure minérale.

Les engrais, pendant les périodes de grande consommation dont l'enquête rizicole de 1973 donne une idée, étaient essentiellement appliquées en rizière:

Tableau 30 calcul de la proportion de l'engrais utilisé sur le riz source enquête rizicole 1973

	Abs	Bif	Atf	Frts	Vakin	Atof	Abs	Fdr	N Bts
engrais total vendu (tonnes)	406	323	886	741	2356	43	305	412	760
Engrais sur le riz (tonnes)	372	263	714	291	1640	36	278	262	576
% sur le riz	92 %	81 %	80 %	39 %	70 %	84 %	91 %	63 %	76 %

Seule la sous-préfecture de Faratsiho, où une part importante de l'engrais était déjà utilisée sur la pomme de terre, se distingue par une proportion un peu plus faible d'engrais sur le riz. Dans le reste de la région, sur les rizières soit 50 à 60 % des surfaces cultivées, on applique de 80 à plus de 90 % de l'engrais vendu (tableau 30).

#### Les variations dans l'adoption de l'utilisation des engrais minéraux sur rizière

Un des objectifs du GOPR était de substituer le fumier appliqué sur les rizières par de l'engrais minéral pour permettre en même temps une augmentation de la production de paddy, une meilleure disponibilité en paille pour l'alimentation des animaux et la fabrication du fumier et, enfin, de conserver le fumier pour les cultures pluviales qui valorisaient mieux cet apport de matière organique.

Après le dépouillement de l'enquête SATEC SEDES (Marnay, 1971) évaluant les effets du GOPR, il était possible de se réjouir de l'adoption des thèmes: sur 90 % des surfaces en pépinière et 75 % des surfaces en rizière, l'engrais minéral était utilisé (tableau 31). La substitution fumier par l'engrais semblait même acquise puisque un grand nombre de

<sup>344</sup> raisonnement à la base de la première phase de l'ODR.

<sup>345</sup> Pélissier, 1976 p 45.

riziculteurs utilisaient l'engrais seul à Ambositra comme à Antsirabe. Marnay, rédigeant les résultats de cette enquête remarque que la technique s'était étendue bien au delà des exploitations touchées par la vulgarisation.

Dix ans après, l'enquête de base<sup>346</sup>, réalisée sur les 11 zones de développement concernées par la première phase de l'ODR, permet d'estimer à quel point, parmi les techniques d'intensification préconisées par le GOPR, l'utilisation de l'engrais en riziculture était devenue faible en 1983.

Actuellement, les enquêtes du suivi évaluation permettent d'estimer ce qui reste de ces thèmes du GOPR repris par l'ODR. Avec 40 % des pépinières d'Antsirabe et 18 % de celles d'Ambositra, 17 % des rizières d'Antsirabe et 6 % de celles d'Ambositra, les niveaux d'utilisation ne sont pas vraiment remontés. Il est cependant possible de remarquer l'inversion dans l'utilisation du fumier qui se substitue à l'engrais minéral quand celui-ci n'est pas disponible ou qu'il devient trop cher.

**Tableau 31 Evolution de la proportion des surfaces de pépinière selon la fertilisation apportée**  
source enquête Satec Sedes 1971, enquête de base ODR 1983, Suivi évaluation Odr

147	Pépinières					
	Abe 73	Abe 83	Abe 92	Abs73	Abs83	Abs92
Circons./année						
Fumier	23	83	62	74	84	83
Engrais	90	31	40	90	19	18
dont eng. + fum.	17			64		
urée		8	38		12	25

**Tableau 32 Evolution de la proportion des surfaces de rizière selon la fertilisation apportée**  
source enquête Satec Sedes 1971, enquête de base ODR 1983, Suivi évaluation Odr

	rizière					
	Abe 73	Abe 83	Abe 92	Abs73	Abs83	Abs92
Circons./année						
Fumier	37.5	44.5	26	38.5	28	18
Engrais	72.5	11.1	17	77.5	12.6	6
dont eng. + fum.	27			24.5		
urée		4.9	10		4.1	1

Rouveyran (1980) compare l'adoption des thèmes du GOPR à la conversion dans une religion. Les variations dans l'utilisation de cet engrais minéral font en effet penser à des fidèles dont le niveau de pratique, après l'enthousiasme de la conversion, change en fonction

<sup>346</sup> effectuée sur 911 parcelles de rizière (48 hectares) et 727 parcelles de pépinières (7 hectares).

<sup>147</sup> Abe = Antsirabe, Abs = Ambositra.

des conditions du milieu, mais, comme dans la foi, il n'est pas possible d'y trouver une totale rationalité<sup>348</sup>.

### La variabilité de l'utilisation peut être appréciée par l'examen de l'interaction entre espace et systèmes de culture

La variabilité dans l'espace peut être appréciée par les différentes enquêtes. Celle réalisée par la Satec Sedes montre bien que sous une apparente homogénéité entre URER, des différences importantes apparaissent entre échantillons villageois. Marnay (1971) insiste aussi sur les différences entre exploitations dans un village et sur les combinaisons différentes qui sont adoptées<sup>349</sup>. La variabilité entre moyenne de consommation et d'utilisation par sous-préfecture est confirmée par l'enquête rizicole de 1973. Les enquêtes de l'ODR confirment ces tendances.

En 1983, les proportions de parcelles recevant de l'engrais et de l'urée variaient, de 0 à 35 % des pépinières (jusqu'à 48 % des surfaces) et de 0 à 22 % des rizières (jusqu'à 32 % des surfaces).

En moyenne sur l'ensemble de la zone (cf figures), 90 % des rizières ne recevaient pas d'engrais (80 % des pépinières) et 95 % pas d'urée (90 % des pépinières). Dans les 10 % de rizières et les 20 % de pépinières restant, les doses préconisées par la recherche et le développement<sup>350</sup> ne sont pas respectées pour la quasi totalité des parcelles (cf infra).

Les zones du Moyen Ouest (14 - Soavina et 25 - Betafo ouest) se distinguent systématiquement par l'absence de fertilisation minérale. Marnay (1971), fait remarquer que l'utilisation de fumier est très faible dans ces zones et que les exploitants étaient passés d'une fertilisation traditionnelle extrêmement faible à une fertilisation minérale nouvelle. "*Cette évolution est très satisfaisante*" écrivait-il. L'abandon de la fertilisation minérale ne sera pas compensée, comme dans les autres zones, par le fumier montrant bien la réversibilité du passage à ce type de fertilisation.

L'examen des pratiques sur les petits périmètres irrigués<sup>351</sup> fait apparaître des différences entre systèmes de culture, entre périmètres et entre exploitations. Dans le cas de la riziculture sans contre saison, l'engrais représente de 2.7 % à 22 % des dépenses pour la riziculture avec le paradoxe apparent d'une consommation importante pour le périmètre le plus enclavé

<sup>348</sup> cf la réflexion de Sébillote (1993) p 249: "Pour le chercheur non familiarisé avec ces questions (risque, incertitude, processus de prise de décision), la découverte de l'impossibilité de réduire l'acteur à un Homo économique ou à un Homo agronomique est une source de trouble".

<sup>349</sup> Engrais + fumier, engrais et fumier associés + fumier, engrais et fumier associés + engrais, engrais et fumier associés + engrais + fumier, engrais + aucune fertilisation, fumier + aucune fertilisation.

<sup>350</sup> Les doses recommandées par le GOPR étaient de 5 kg de 11-22-16 et 2 kg de sulfate d'ammoniaque par are de pépinière. 3kg de 11-22-16 et 0.7 kg d'urée pour les sols minéraux. 3kg de 21-16 sur sol tourbeux en rizière (Marnay, 1971). L'ODR recommande 5 kg de NPK et 1.5 kg d'urée par are pour les pépinières, 4 kg de NPK et 0.8 kg d'urée pour les rizières (fiches techniques FN).

<sup>351</sup> enquête avant projets sommaires de 1987. Ces enquêtes portent sur l'année 1987, juste après le deuxième pic de consommation d'engrais cf figure, 1533 parcelles de rizières et 1734 parcelles de tanety ont été décrites par un grand nombre de variables sur les quatre périmètres.

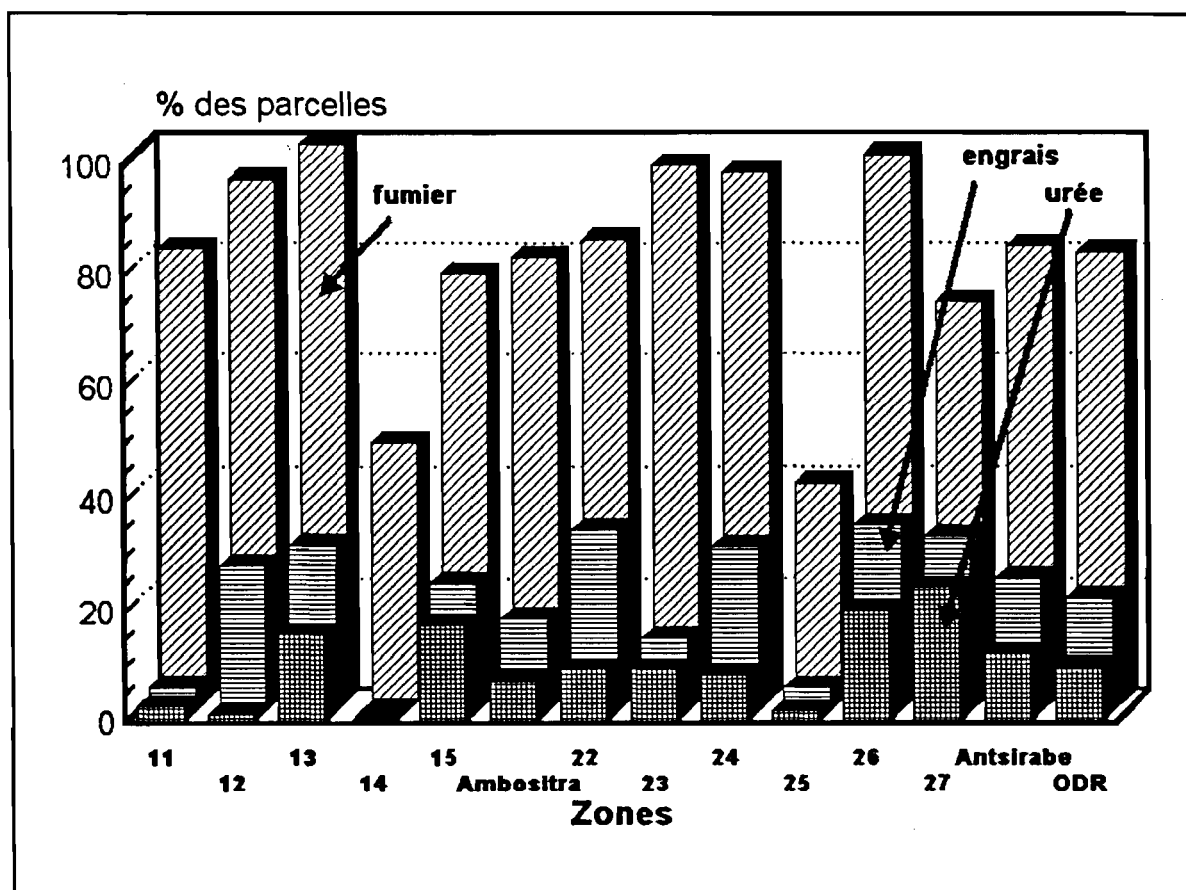


Figure 34 proportion des pépinières recevant de l'engrais NPK, de l'urée, du fumier d'après les données de l'enquête de base ODR 1983

(Vinaninony) et plus faible pour le périmètre le plus proche d'Antsirabe. Le phénomène peut s'expliquer en partie par la distribution de l'engrais au même prix par COROI quel que soit le point de vente de l'engrais (le coût du transport n'est pas calculé pour chaque point de vente mais pour la région).

Tableau 33 Le cas de la riziculture sans culture de contre saison (les coûts sont donnés en fmg/ha)

	Ambohibary	Manandona	Iandratsay	Vinaninony
rendement en kg/ha	2504	1924	1987	2437
main d'oeuvre payée en espèce	18206	14663	17374	8434
main d'oeuvre payée en nature	5454	9904	6363	5100
location de matériel	1744	3693	4153	350
fumier	787	389	199	107
engrais	7265 (20%)	5710 (16.5%)	788 (2.7%)	4567 (22%)
autres intrants	2439	155	336	1880
total	35895	34514	29213	20438



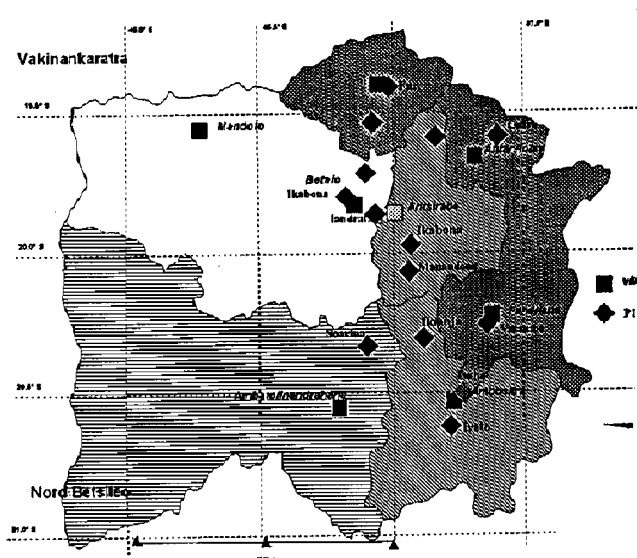
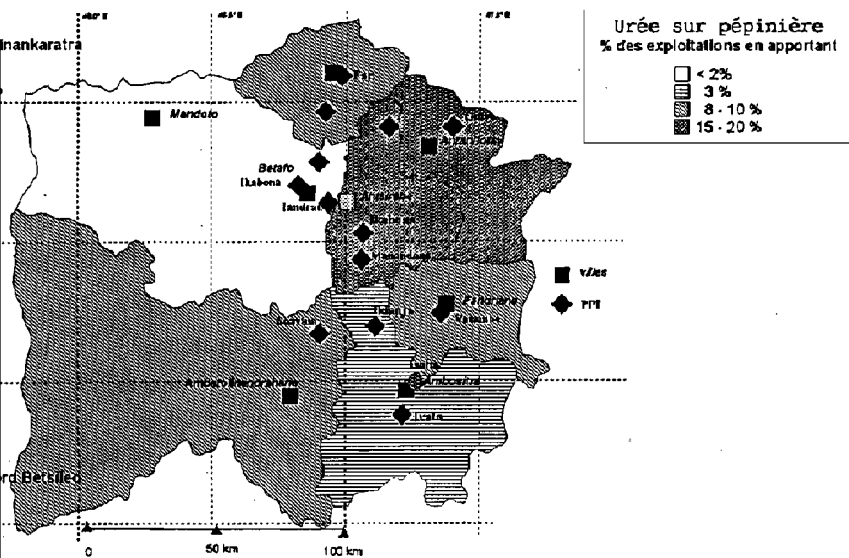
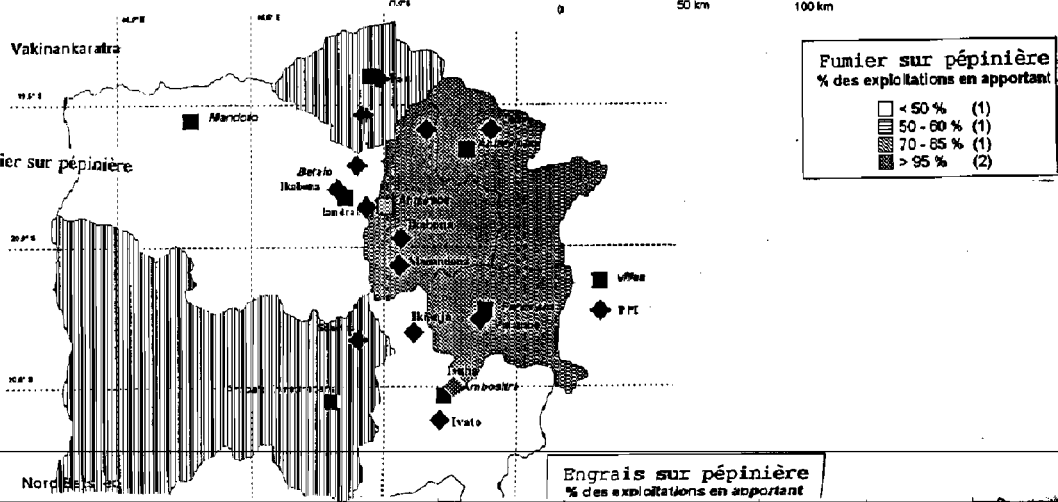
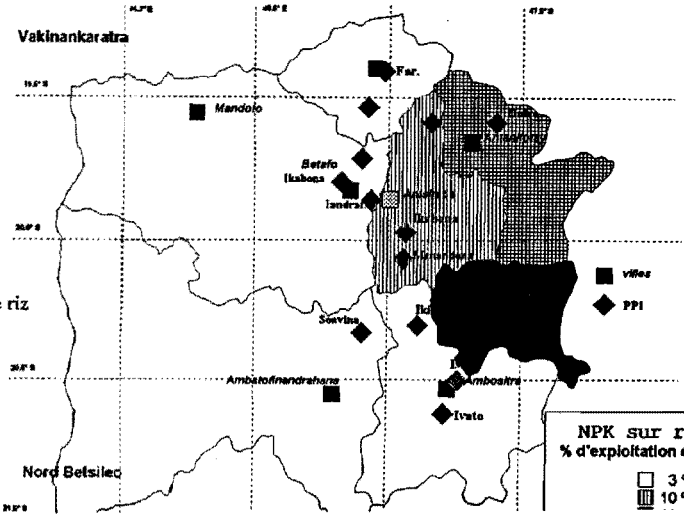
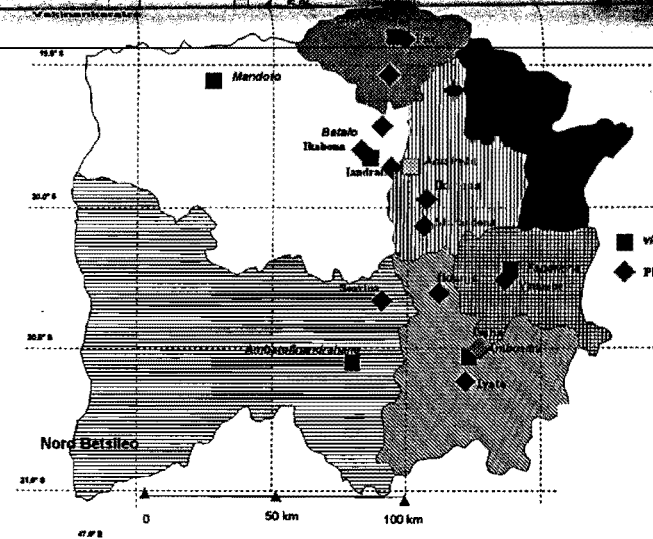
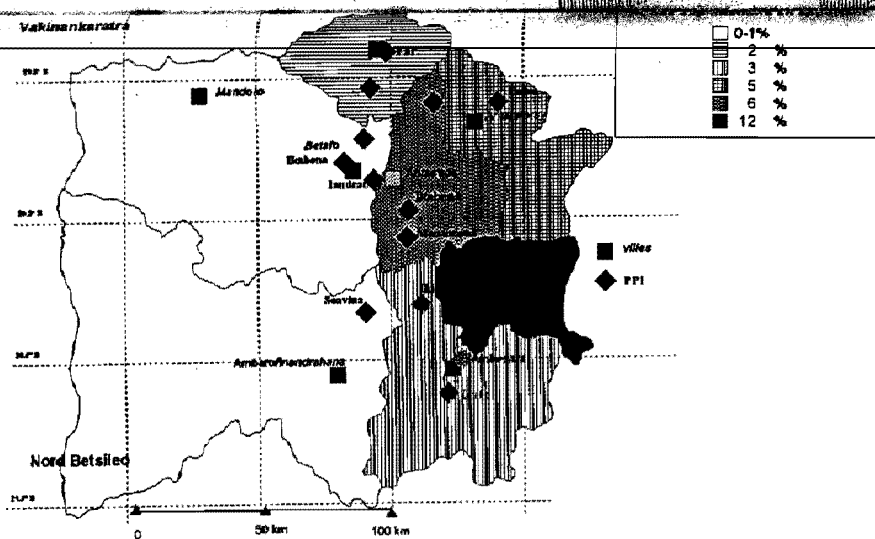


Figure 35 variation spatiale de l'application d'engrais et de fumier sur pépinière





**Fumier sur rizière**  
en % des exploitations apportant

- 1 %
- 13 %
- 20 %
- 26 %
- 60 %
- 70 %
- 78 %

**NPK sur rizière**  
% d'exploitation en apportant

- 3 %
- 10 %

Figure 36 variation spatiale de l'application d'engrais et de fumier sur le riz

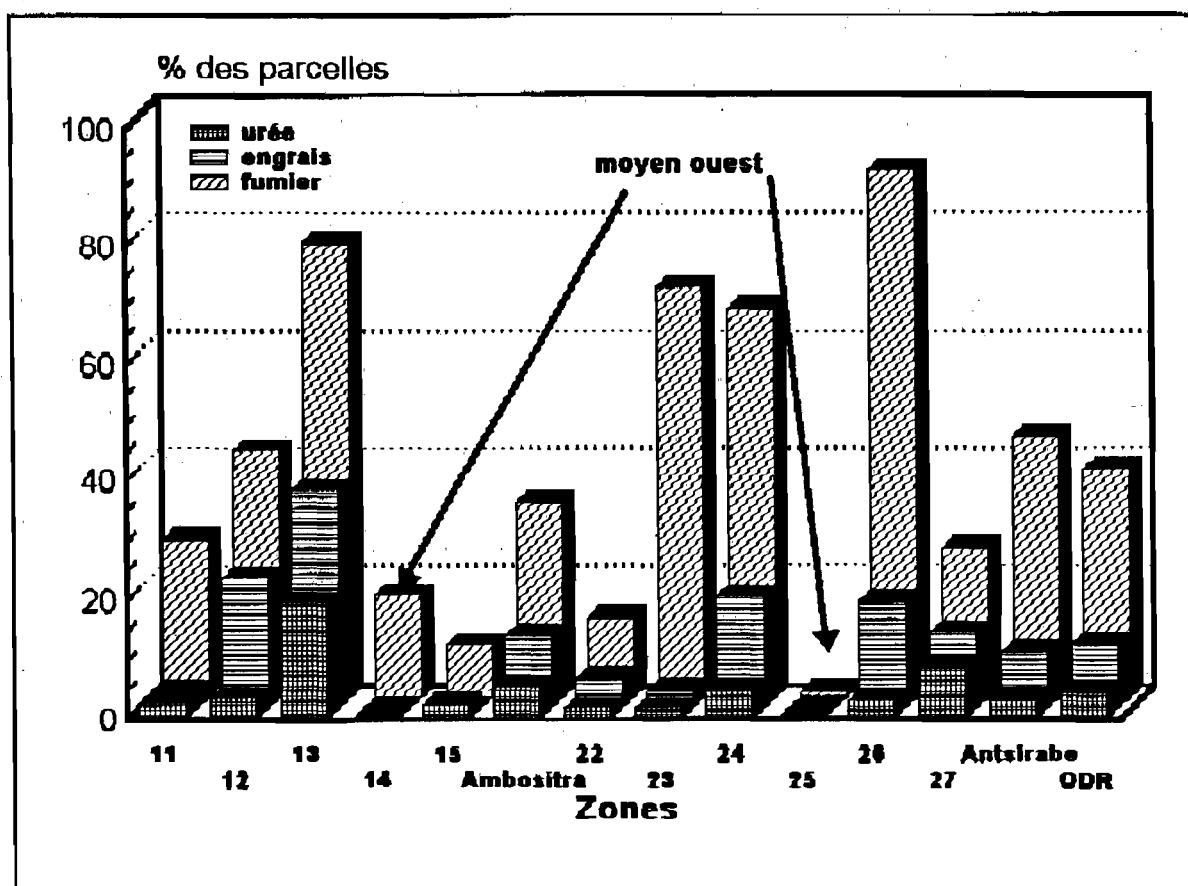


Tableau 34 Le cas de la riziculture avec de la pomme de terre en contre saison:

	Ambohibary		Manandona		Iandratsay	
	riz	p. de terre	riz	p. de terre	riz	p. de terre
rendement en kg/ha	2616	4684	2937	3879	1919	3803
main d'oeuvre payée en espèce	13387	6938	12787	4228	14604	4379
main d'oeuvre payée en nature	7380	3623	9613	2632	5377	1905
location de matériel	930		2609		2332	
fumier	320	1858	700	456	811	3464
engrais	7549 (25%)	9323 (37%)	8216 (25%)	14885 (37%)	4892 (18%)	2847 (12%)
autres intrants	1680	2341	879	15600	871	8924
total	30316	25013	32195	40410	26555	23851

Ces comptes moyens de dépenses pour les cultures montrent des différences en valeur absolue et en valeur relative selon les périmètres. Les achats d'engrais pour la pomme de

terre de contre saison représentent le poste le plus important à Manandona<sup>352</sup> (37%) et à Ambohibary (25 %) ce qui donne une dose moyenne de 60 kg NPK/ha à Manandona et 37 à Ambohibary<sup>353</sup>.

Ces comptes doivent être éclairés par la proportion de parcelle pour lesquelles les paysans achètent de l'engrais. La pomme de terre de contre saison reçoit une fumure minérale dans près de 70 % des parcelles de contre saison à Ambohibary et à Manandona contre 25 % à Iandratsay. Le riz suivant la pomme de terre est généralement mieux fumé que le riz sans contre saison (stratégie de concentration de la fertilité) ce qui permet, grâce à l'arrière effet supplémentaire de la pomme de terre et de sa fumure, d'obtenir des augmentations moyennes de rendement qui dépassent une tonne à Manandona. (tableau 34: 2937 kg/ha contre 1924kg/ha)

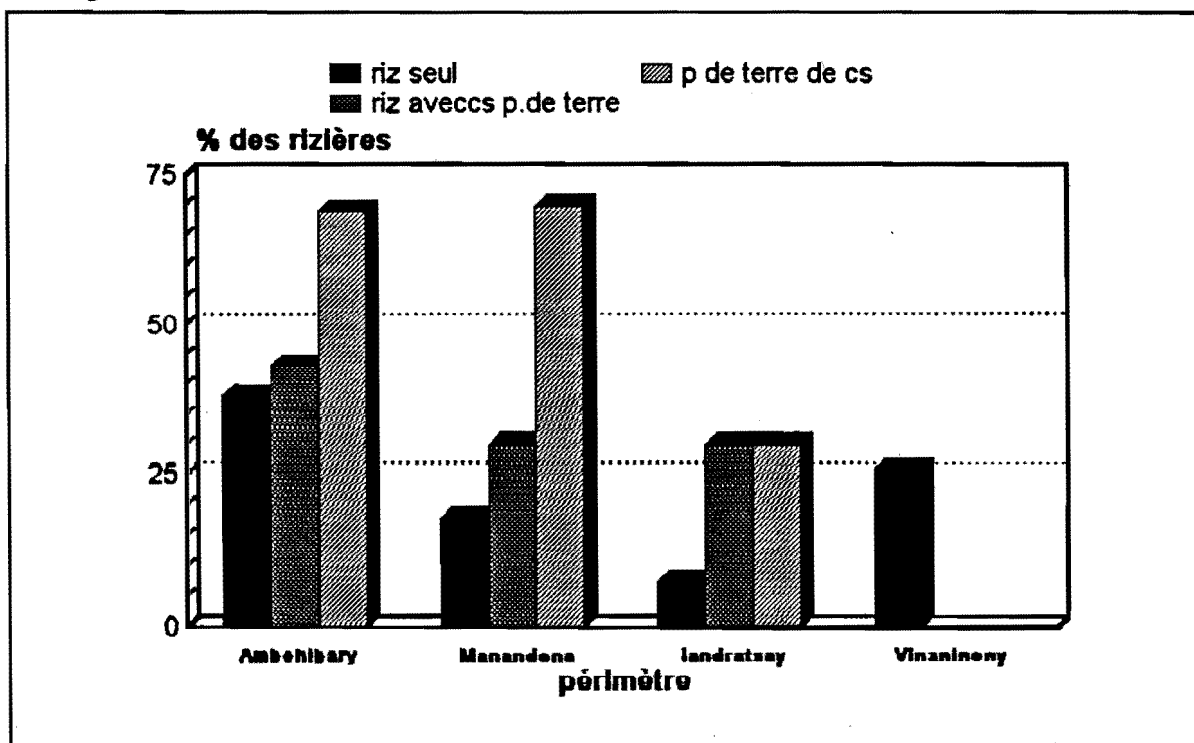


Figure 38 Utilisation de l'engrais en rizière selon les périmètres (source avant projets sommaires sur les 4 PPI 1987)

Les mêmes comptes peuvent être réalisés pour les cultures pluviales. L'examen de ces données permet de voir que l'engrais est, de façon générale, réservé à la pomme de terre et que le manioc n'en reçoit jamais. Selon les périmètres, des proportions plus ou moins grandes de parcelles portant des associations avec le maïs pourront en recevoir (cf figure 39).

<sup>352</sup> le poste "autres intrants" pour la pomme de terre est plus important à Manandona où, la culture n'étant pas traditionnelle comme sur les autres périmètres, les semences ne sont pas produites au sein même de l'exploitation (ou obtenues dans des circuits particuliers comme dans la relation Ankaratra - Ambohibary) mais achetées dans les magasins de FIFAMANOR.

<sup>353</sup> pour 1 kg de NPK égal à 250 fmg.

Les sommes moyennes dépensées pour les cultures autres que la pomme de terre sont insignifiantes.

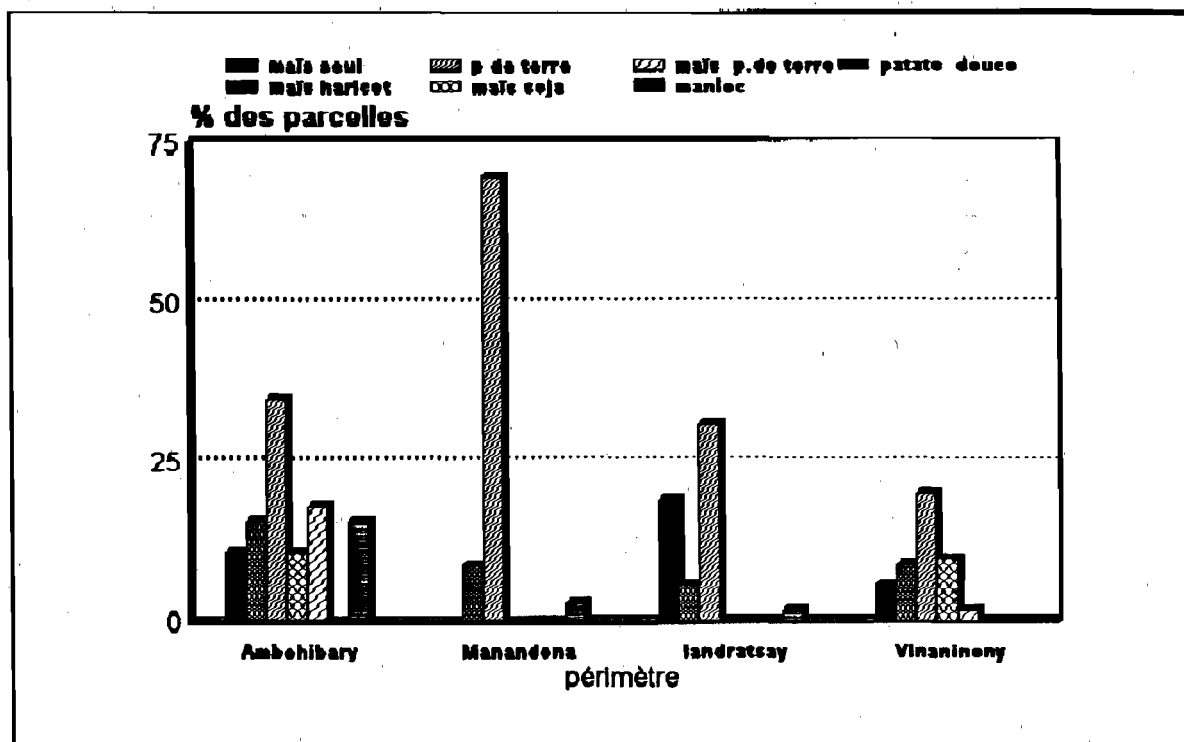


Figure 39 Utilisation d'engrais sur tanety selon la culture et le périmètre en % des parcelles (source APS 4 PPI 1987)

Tableau 35 Montant moyen des dépenses (fmg) en engrais par hectare selon les cultures pluviales pratiquées. Les pourcentages représentent la proportion de parcelles concernées par ces achats d'engrais (données des enquêtes APS PPI)

	Ambohibary	Manandona	Iandratsay	Vinaninony
Maïs seul	639 (11%)		1075 (19%)	170 (6%)
Maïs haricot	845 (16%)	1501 (9%)	836 (6%)	555 (9%)
Maïs soja	1083 (11%)			825 (10%)
Maïs p. terre	4300 (18%)			716 (2%)
P. de terre	4294 (35%)	20443 (70%)	5432 (31%)	2789 (20%)
Manioc		0	0	
Patate douce	1785 (16%)	441 (3%)	288 (2%)	

Il existe des différences selon les zones ou selon les périmètres, selon les cultures. Il existe des interactions "région - système de culture" et, à l'intérieur de ce croisement région -

système, il est souvent possible de retrouver des adaptations individuelles au système. L'hypothèse d'une adaptation des pratiques à la diversité du milieu semble particulièrement vérifiée pour cet aspect "utilisation de la fumure minérale".

### Les doses appliquées ne correspondent pas aux normes de la vulgarisation

Dès l'enquête SATEC-SEDES, il était possible de comprendre les approximations dans la mise en pratique des recommandations. Appréciation des surfaces, méconnaissances des recommandations, complémentarité et substitution entre fumier, engrais ternaire et urée, prise en compte des aptitudes particulières de la parcelle ou tout simplement adéquation entre quantité achetée et surface à fertiliser, tout concourt à ce que les doses préconisées ne soient pas respectées. Les résultats de cette enquête font apparaître 73 % des surface en rizière fertilisées à une dose inférieure à la dose recommandée. Pélissier (1976) remarquait qu'au sein de chaque exploitation, les différentes parcelles recevaient un traitement autonome.

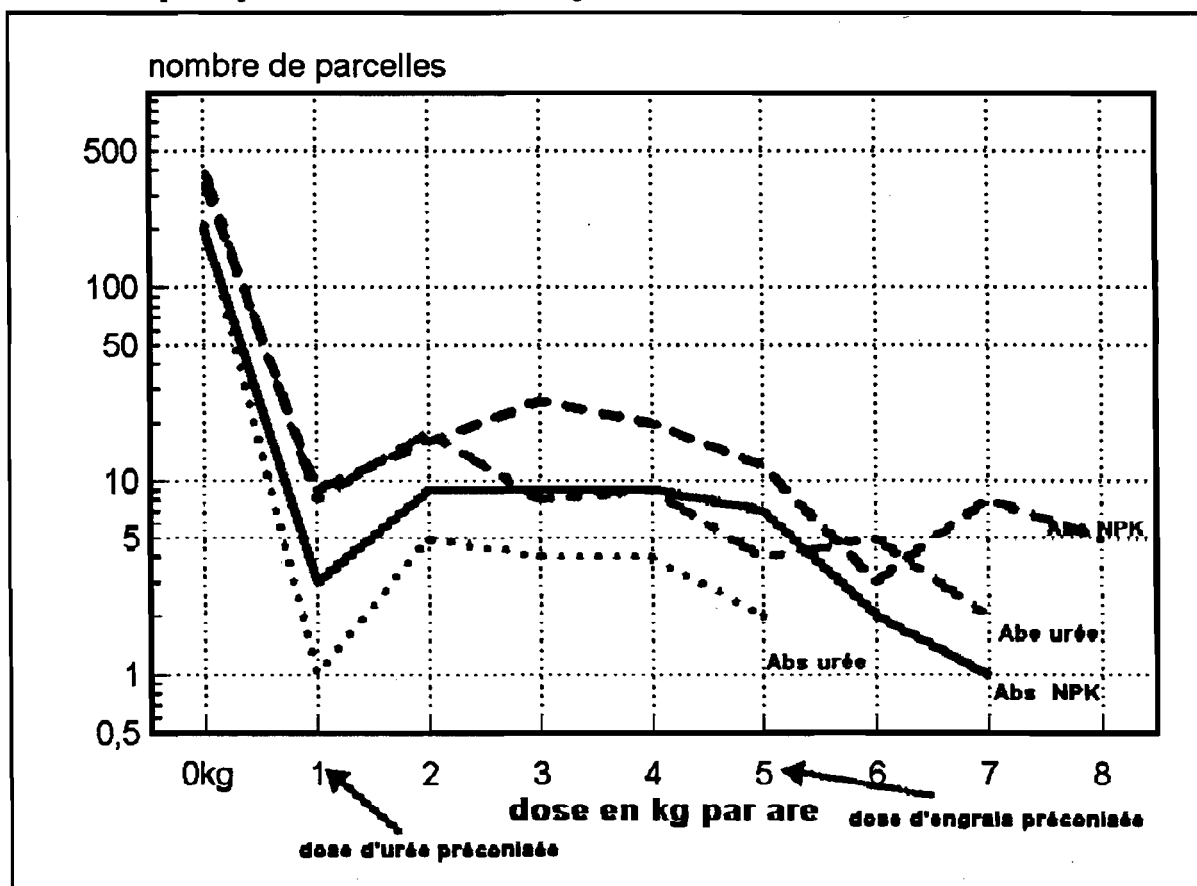


Figure 40 répartition des parcelles selon les doses d'engrais utilisées sur pépinière (enquête de base ODR 1983 échelle log)

L'enquête rizicole de 1973 ne fait malheureusement pas la différence entre parcelles recevant de la fumure minérale, celles recevant de la fumure organique et celles recevant les deux types de fumure. Il est cependant possible d'en tirer les quantités d'engrais utilisées en rizière et de séparer les rizières fumées des rizières non fumées.

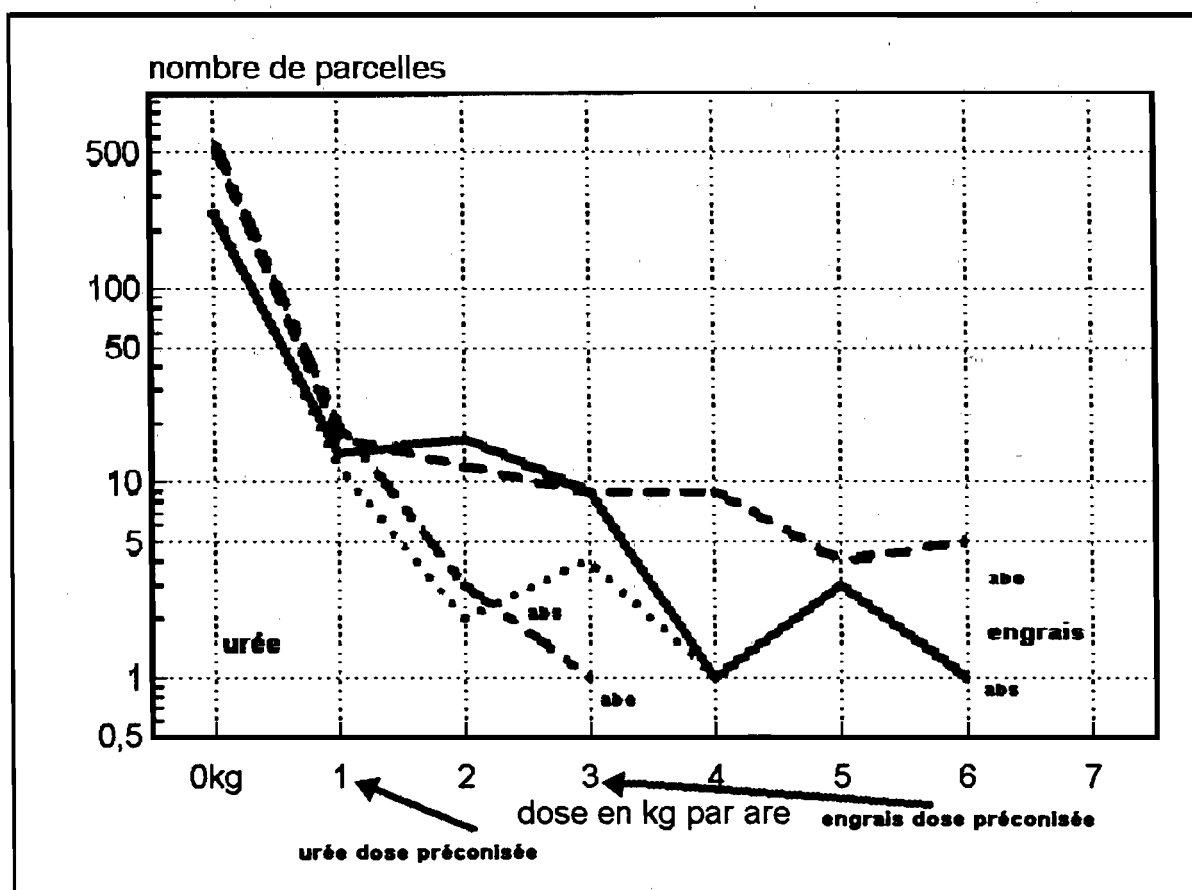


Figure 41 répartition des parcelles selon les doses d'engrais utilisées sur rizière (enquête de base de l'ODR 1983 échelle log)

Tableau 36 Quantités d'engrais moyennes apportées en rizière en 1973 source enquête rizicole 1973

	Abc	Btf	Atf	Fris	Vakin	Atof	Abs	Fdr	N Bts
quantité d'engrais sur le riz	372	263	714	291	1349	36	278	263	577
kg engrais/s.tot.riz	25.7	17.5	67	51.5	29.5	5	25	27	20.6
kg d'engrais/s.riz.fumées	41.9	73.3	94.4	88.4	60.6	28.6	64.8	85.5	67

### Les raisons évoquées pour la non application des engrais minéraux

A la suite de l'enquête de base, une investigation complémentaire fut conduite de façon conjointe par COROI et l'ODR pour tenter d'expliquer les raisons de "non utilisation" au cours de la dernière année (1983).

Une première discrimination était faite sur la régularité de "non utilisation": combien étaient les "non utilisateurs" occasionnels par rapport à ceux qui n'avaient jamais eu recours à l'engrais:

Tableau 37 permanence de l'absence du recours aux engrais

	n'utilise pas l'engrais cette année	n'utilise pas l'engrais de façon régulière
Antsirabe	16	84
Ambositra	25	75
ODR	18.5	81.5

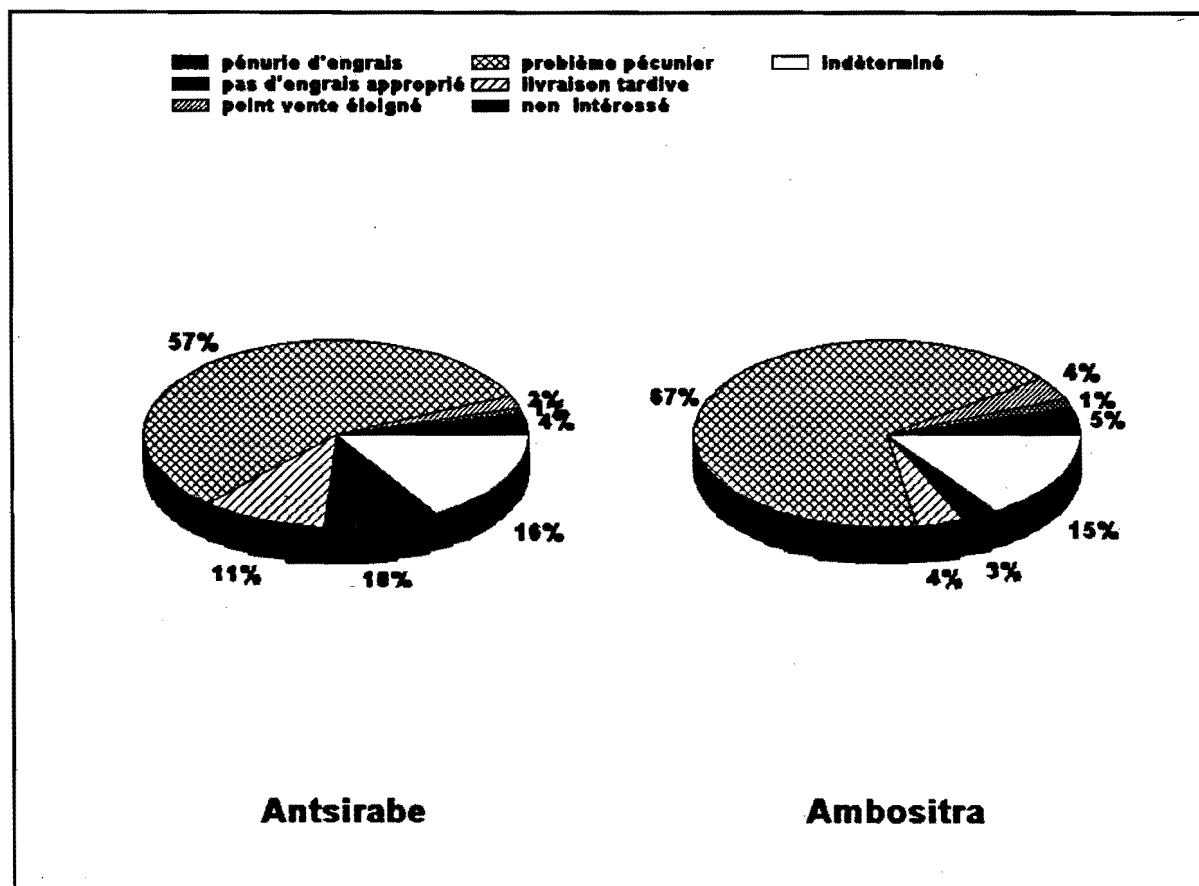


Figure 42 distribution des exploitants n'utilisant pas l'engrais selon les raisons évoquées (données de l'enquête ODR COROI 1984)

Pour la très grande majorité cette absence de recours à l'engrais est donc plus un phénomène permanent qu'occasionnel.

Les raisons avancées mettent en avant les problèmes pécuniers suivis de très loin par les livraisons tardives et l'intérêt des engrais. Les questions de pénurie d'engrais, de points de vente trop éloignés et d'absence d'engrais appropriés se posent peu<sup>354</sup>.

<sup>354</sup> Il n'a pas été possible de retrouver les bases de sondage, de localiser les échantillons ce qui nécessite la plus grande prudence dans l'utilisation des résultats. Une étude approfondie de ces questions s'avère nécessaire.



Des différences apparaissent entre "non utilisateurs" permanents et occasionnels sur l'absence d'engrais appropriés, les occasionnels étant beaucoup plus nombreux à évoquer cette raison que les permanents. L'attachement à une forme d'engrais connue est souvent remarquée ce qui rend les changements d'apparence longs à passer. Un paysan habitué au 11-22-16 emploiera difficilement du 8-20-20 ou du 15-15-15 non pas à cause de différences dans la formulation mais pour des modifications dans l'aspect.

La deuxième différence entre occasionnel et permanent concerne l'intérêt de l'engrais dont les "non utilisateurs" occasionnels sont beaucoup plus persuadés.

Les enquêtes du suivi évaluation de l'ODR ont cherché à nouveau en 1992 à comprendre les raisons de cette absence d'utilisation. Les raisons en sont toujours les mêmes:

- prix des engrais (50 % à Antsirabe, 43 % à Ambositra);
- éloignements des points de vente (1% à Antsirabe, 18 % à Ambositra);
- Autres 49 % à Antsirabe, 38 % à Ambositra.

Les pratiques paysannes de fertilisation minérale correspondent en partie à une rentabilité économique qui n'existe pas dans toutes les conditions. Pour apporter de l'engrais, il faut que la culture soit sensible ou réponde bien à la fertilisation et que la parcelle sur laquelle le paysan veut l'utiliser présente des risques (parasitisme, sécheresse, inondation, vol, grêle...) qu'il juge limité. Si tous ces critères sont favorables, les questions du financement et de l'approvisionnement se posent. Elles constituent les principaux obstacles à l'utilisation des engrais. Une politique de développement basée sur la fertilisation minérale qui ne prendrait pas en compte les variations d'efficacité, de prix des produits et des intrants et les difficultés de financement et d'approvisionnement n'aurait aucune chance d'aboutir.

Les pratiques de fumure minérale montrent clairement une diversité des choix liée à la diversité des conditions du milieu et à la diversité des situations des exploitations. Les explications de ces choix ne nous semblent pas toujours "rationnelles" en première approche non seulement à cause de différences entre notre conception du risque et celle du paysan mais aussi en raison de niveaux de formation et d'information très différents.

## 5.4 Spécialisation ou diversification: les possibilités des filières

Les trois premières parties de ce chapitre ont permis de comprendre comment les pratiques paysannes de gestion de l'eau, de la matière organique ou des engrais minéraux étaient adaptées à la diversité des milieux et des contraintes.

La description et l'analyse des pratiques de gestion de l'eau, de la matière organique, d'intrants fertilisants montrent chez le paysan des Hautes Terres malgaches une bonne connaissance du milieu et des techniques pour produire dans ce milieu. Ce ne sont généralement pas des problèmes de connaissance des différentes techniques qui sont déterminantes pour l'augmentation de la production mais beaucoup plus des questions d'approvisionnement et de marché.

Du fait de l'augmentation de la population agricole, de la saturation des espaces rizicultivables et des espaces facilement exploitables en culture pluviale, les exploitations agricoles passent d'un système rizicole avec élevage extensif à un type intermédiaire de poly-production (cf 44). A la suite de dévolutions successorales, les surfaces cultivées par personne diminuent (cf 423) et il devient difficile d'assurer l'auto-approvisionnement de l'exploitation.

Différentes "stratégies" s'offrent alors au producteur:

- il peut vendre son travail en ville<sup>355</sup> (ouvrier, artisan, manoeuvre, pousse-pousse...), mais la migration journalière n'est possible que si l'exploitation n'est pas trop éloignée d'un centre urbain. Dans le cas contraire, la migration devra être saisonnière ou définitive, la production de l'exploitation restant alors à la charge de la famille stricte (femme et enfant) ou élargie (parents, frères ou soeur, cousins).
- Il est possible de vendre son travail sur place; la dépendance par rapport à l'offre et à la demande de main d'oeuvre est très grande; il s'agit bien souvent d'une situation de grande misère dans laquelle la subsistance de la famille au jour le jour dépend du travail de la journée;
- pour beaucoup d'exploitations devenant trop petites pour être autosuffisantes, le salariat agricole ne procure qu'une partie des revenus. Une partie importante peut, en revanche, provenir d'une production végétale ou animale que le paysan intensifie en apportant plus de travail, plus d'intrants ou en combinant un apport des deux pour obtenir une valorisation plus importante de l'unité de travail ou de l'unité de surface. Le revenu ainsi dégagé devra permettre de faire face aux besoins du ménage ou d'acheter plus de nourriture que la production de culture vivrière obtenue sur la même surface avec le même travail.

<sup>355</sup> Raison (1984) conclut sur les résistances des paysans des Hautes Terres aux migrations vers l'ouest en indiquant que "c'est une civilisation rurale évoluée, aux activités diversifiées, largement ouverte à l'influence des villes" (...) entretenant "l'espoir d'une promotion venant d'une façon ou d'une autre de l'univers urbain".

## 541 Les différentes possibilités offertes par les filières existantes ou potentielles

L'organisation de filières intégrant approvisionnement et crédit en intrants, conseils techniques, collecte et commercialisation représente une opportunité pour ces exploitations en voie de spécialisation<sup>356</sup>.

De nombreuses possibilités existent<sup>357</sup>.

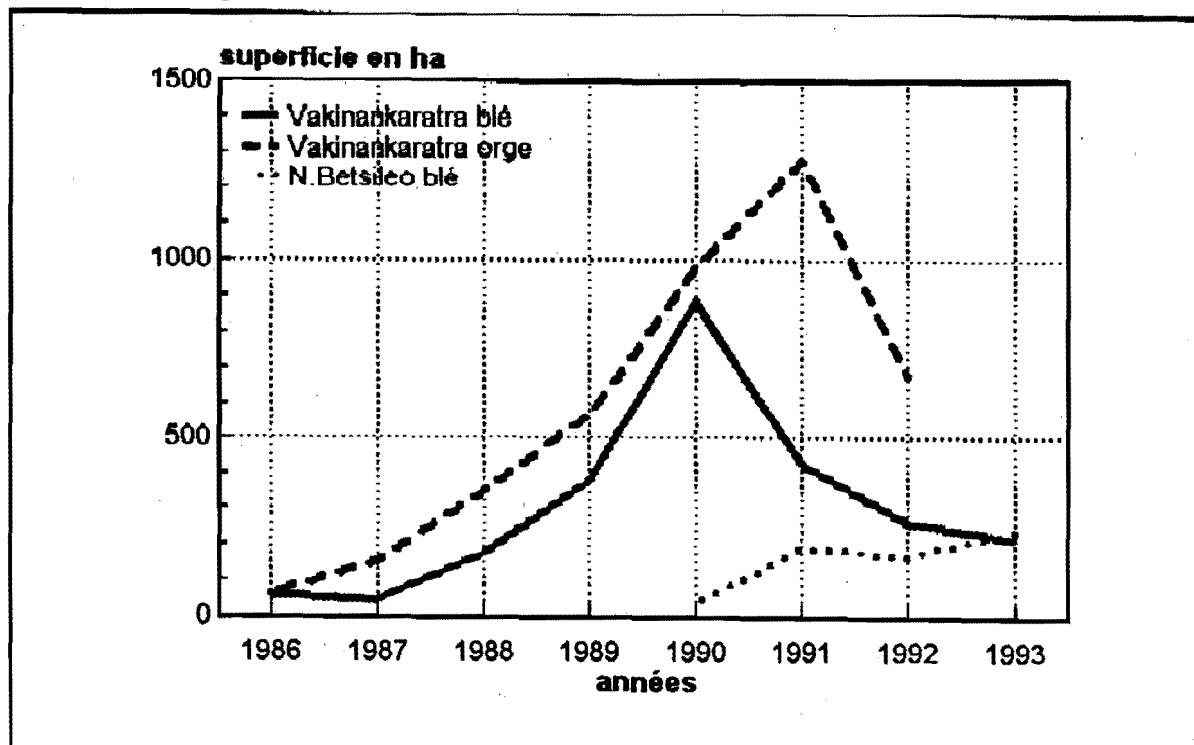


Figure 43 Evolution des surfaces en blé et orge dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo (source Malto et Kobama)

Les filières des céréales à paille blé, triticale et orge ont été développées pendant les années 1980 par des opérations de développement: Kobama et Fifamanor pour le blé et la triticale, Malto pour l'orge. Après quelques années consacrées à la recherche de régions aptes à ces cultures, à la mise au point d'itinéraires techniques et de variétés, le développement des surfaces cultivées et du nombre de producteurs touchés a été recherché. Introduites depuis longtemps à Madagascar (Bourde - 1897, Boquet - 1961, Rollin - 1993), ces cultures ont connu un développement important au cours des dernières années. Les opérations de développement offrent un approvisionnement en intrants à crédit, des conseils techniques, une assurance et la garantie d'un achat de la production. L'évolution des surfaces cultivées en blé et orge (figure 43) montre, dans le Vakinankaratra, un accroissement jusqu'en 1990 pour le

<sup>356</sup> la référence en matière de filière pour les agronomes chargés de développement reste la filière coton en Afrique de l'Ouest.

<sup>357</sup> Compte tenu de la forte autoconsommation et de l'importance de l'élasticité de cette consommation, le riz peut être considéré comme une filière à part (cf les études sur le sujet de Leplaideur et al, 1993).

blé, jusqu'en 1991 pour l'orge suivi d'une forte baisse. Les explications de la baisse sont complexes et différentes pour les deux cultures.

Pour l'orge, cela correspond à une accumulation de stock en 1991 accompagnée d'une forte baisse de la consommation de bière au niveau national<sup>358</sup>. Malto a donc choisi de réduire les surfaces emblavées par une limitation des crédits octroyés et par une stagnation des prix.

Pour le blé, ces surfaces ne concernent que l'encadrement Kobama alors que de nombreuses parcelles ont été emblavées en dehors de cet encadrement en profitant notamment des crédits Greniers Communs Villageois (GCV). D'autres parts, la Kobama a freiné la culture du triticale en agissant sur prix et crédit pour des raisons de qualité de panification.

**Les filières des cultures pluviales** traditionnelles maïs, haricot et manioc sont encore loin d'être structurées correctement. Quelques collecteurs achètent sur les marchés ou sur le bord des champs le maïs qui peut être intéressant pour le marché intérieur notamment s'il est transformé en viande de porc. Les collecteurs de haricot s'approvisionnent dans le Moyen Ouest et jusqu'à Miandrivazo, recherchant le lingot blanc<sup>359</sup>. Tsimoka<sup>360</sup> a organisé la collecte du haricot dans la vallée de la moyenne Mania et a démontré que la seule organisation de la commercialisation du haricot pouvait augmenter très significativement le revenu du paysan. Des études de filières devraient examiner les possibilités de contrat de culture, la production étant destinée à la consommation nationale ou à l'exportation. Les essais de développement de la culture du soja n'ont, quant à eux, pas donné les résultats escomptés essentiellement à cause du non fonctionnement de l'usine et donc de l'absence d'achat des productions. Une tentative pour démarrer à nouveau la filière dans le cadre de la privatisation de Mamisoa est en train de se mettre en place.

**Les filières des cultures maraîchères** se sont structurées toutes seules avec des producteurs qui se chargent d'écouler leur récolte. La situation des parcelles autour des villes ou sur un grand axe de communication est un facteur très favorable. Les carottes d'Ambohibary peuvent être retrouvées jusqu'à Toamasina, Mahajanga ou Antsiranana. Des progrès importants restent néanmoins à faire pour tout ce qui concerne l'approvisionnement en intrants et l'organisation de la commercialisation<sup>361</sup>.

Un gros travail reste à faire pour les **cultures fruitières**. Bien sur, à Antanifotsy, les achats de grenadelles pour faire du jus de fruit permettent à bon nombre de ménages d'équilibrer leurs comptes. La grande variabilité d'espèces<sup>362</sup>, de variétés ainsi que des conditions de

<sup>358</sup> La bière est fabriquée à Madagascar avec 13 kg de malt par hectolitre ce qui correspondait à une importation de 3900 tonnes de malt à laquelle 5200 tonnes de production locale d'orge pourraient se substituer (100 kg d'orge donnent 70 à 80 kg de malt) Polti, 1991. De 300 000 hectolitres par an, la consommation est descendue en 1992 en dessous de 200 000 hl. 100 000 hl correspondent à un besoin en orge de plus de 1700 tonnes.

<sup>359</sup> Deux variétés de haricot dominant: le lingot blanc destiné à la vente et le menakejy (petit rouge destiné à l'autoconsommation).

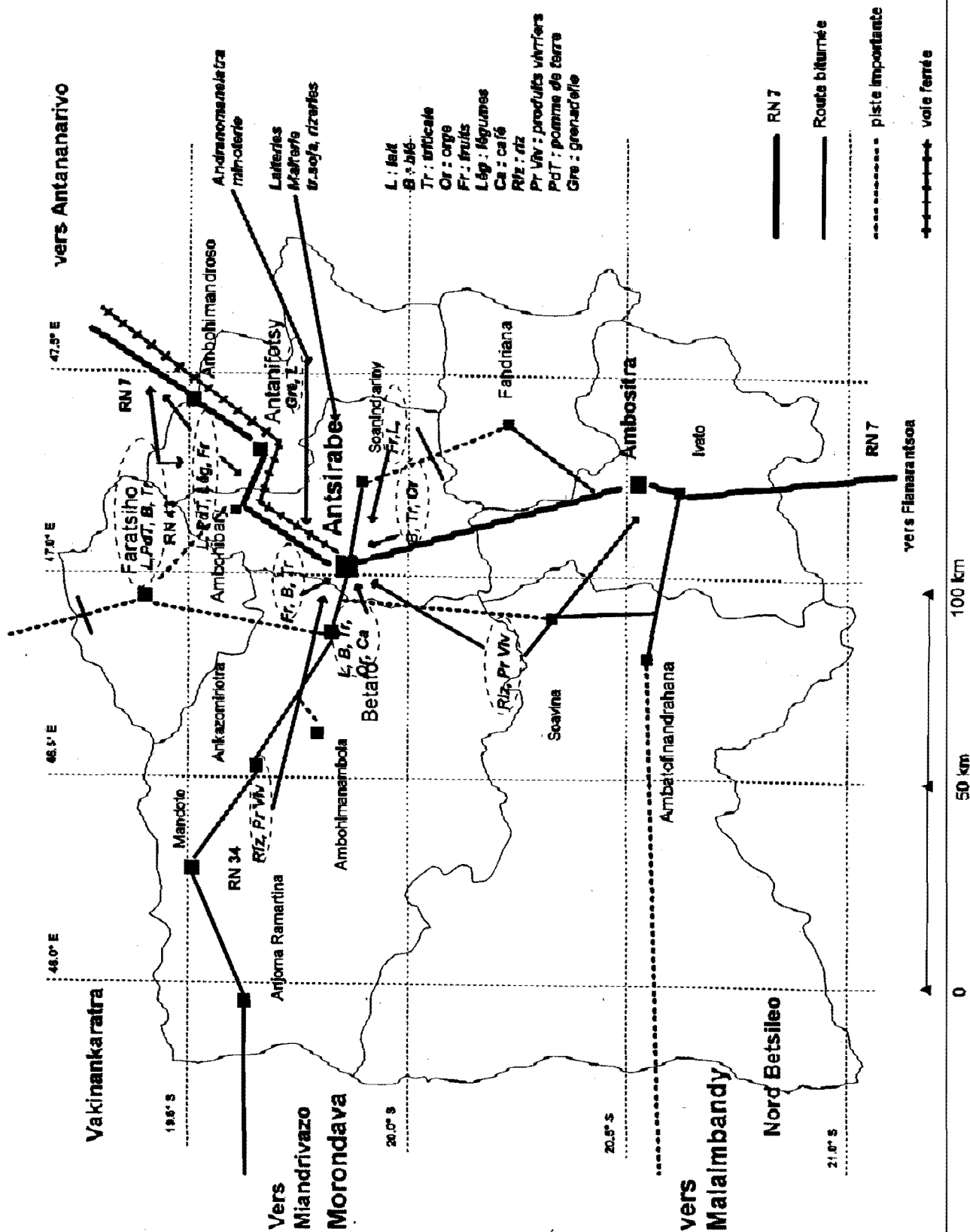
<sup>360</sup> ONG malgache appuyée par Fert France visant l'organisation des producteurs intervenant dans certaines parties de la zone étudiée.

<sup>361</sup> notamment pour la pomme de terre.

<sup>362</sup> fruits tempérés: pomme, poire, pêche, prune, abricot, raisin; fruits tropicaux: kaki, mangue, grenadelle, orange, mandarine, papaye, ananas, banane.

milieu relativement favorables devraient permettre une amélioration de la production en quantité et en qualité mais surtout au niveau du revenu du paysan.

Le lait et les autres produits de l'élevage: porcs, volailles, poissons... ne peuvent être oubliés. Ils constituent souvent la meilleure opportunité.



## 542 Filières et avantages comparatifs

Bigot (à paraître) a étudié l'utilisation d'engrais à Madagascar dans une perspective d'avantages à la production agricole sur les marchés intérieurs et pour l'exportations. Il calcule un coefficient mesurant l'avantage économique à engager les ressources non échangeables (terre et travail) dans les principales productions<sup>363</sup>. Il tient compte pour cela des coûts réels en devise (FOB) pour les facteurs échangeables (produits et intrants) et du transport dans les différentes régions. Taxes et subventions sont exclues.

Plus le coefficient descend en dessous de 1, plus les avantages comparatifs à produire cette culture dans ces conditions dans cette région sont grands, plus il monte au dessus de 1, plus l'importation du produit devient intéressante.

Pour les cultures irriguées (tableau 38), les résultats indiquent un avantage à la production pour le marché intérieur mais pas pour l'exportation. Le passage à l'irrigation entraîne une supériorité pour les itinéraires techniques avec apport d'engrais. Si cet avantage est relativement faible pour le riz, il n'en est pas de même pour le blé qui présente des rendements très faibles sans fertilisation.

Tableau 38 Coefficients de coûts réels pour les cultures sur rizière (source Bigot, à paraître, données des rapports AIRD Cultures irriguées et spécialisation régionale 1991-1992)

Culture	région	pour le marché intérieur	pour l'exportation
riz repiqué	centre	0.65	1.21
riz repiqué (i <sup>364</sup> )	centre	0.60	1.32
blé	centre	1.38	
blé (i)	centre	0.65	
p.de terre	centre	0.82	2.75

Pour les cultures pluviales (tableau 39), les coefficients indiquent un avantage à produire toutes les cultures citées (mis à part l'orge pluvial) pour le marché intérieur. L'intérêt des plantes à racine et à tubercule est manifeste avec des coefficients inférieurs à 0.5 ce qui pose des questions sur l'inexistence de filières organisées pour ce type de produit<sup>365</sup>. Les possibilités d'exportation n'apparaissent que pour la pomme de terre et le manioc mais le coefficient est proche de 1 indiquant une sensibilité forte à une modification du marché mondial<sup>366</sup>. L'intérêt de l'apport d'intrant varie selon les cultures et les situations: il n'est pas intéressant d'apporter de l'engrais sur le maïs en Moyen Ouest alors que l'utilisation améliore

<sup>363</sup> Les données de base proviennent d'un ensemble d'étude sur le secteur agricole faites en 1990-1991 sur financement BIRD et PNUD.

<sup>364</sup> culture plus intensive avec engrais.

<sup>365</sup> une étude a été réalisée sur ce sujet en 1987 par le FOFIFA et FIFAMANOR.

<sup>366</sup> notamment les accords du Gatt qui devraient permettre une augmentation des cours mondiaux des produits.

le coefficient de la pomme de terre. L'absence de données permettant la comparaison empêche malheureusement d'aborder le cas de cultures comme le haricot.

Tableau 39 Coefficients de coûts réels pour les cultures pluviales (source Bigot, à paraître, données des rapports AIRD Cultures irriguées et spécialisation régionale 1991-1992)

Culture	région	pour le marché intérieur	pour l'exportation
riz pluvial	moyen ouest	0.59	1.56
p.de terre	moyen ouest	0.30	0.93
maïs	moyen ouest	0.42	1.33
maïs (i)	moyen ouest	0.69	2.68
manioc	moyen ouest	0.30	0.93
p.de terre	centre	0.36	1.16
p.de terre (i)	centre	0.23	0.85
orge	centre	1.84	1.84
blé	centre	0.93	1.48
triticale	centre	0.96	1.24

Pour les productions animales (tableau 40), des différences importantes apparaissent selon le type d'alimentation. Le lait, intéressant si les vaches sont alimentées avec des sous produits, devient beaucoup moins avantageux avec des cultures fourragères. Des exceptions peuvent cependant être faites lorsque les fourrages sont produits en contre saison sur rizière. Les coefficients négatifs pour le lait à l'exportation sont dus à des valeurs ajoutées négatives. La faiblesse dans la collecte d'information sur l'élevage rend cet exercice difficile.

Tableau 40 Coefficients de coûts réels pour quelques produits d'élevage (source Bigot, à paraître, données des rapports AIRD Cultures irriguées et spécialisation régionale 1991-1992)

Culture	région	pour le marché intérieur	pour l'exportation
lait via ss prod.	centre	0.47	-2.82
lait via c.four.	centre	1.07	-2.64
porc industriel	moyen ouest	0.80	1.34

Le facteur transport joue un rôle très important dans l'efficacité de l'une ou de l'autre filière en fonction des quantités à transporter et de la situation des zones de production. Bigot (à paraître) insiste pour cela sur l'intérêt d'une comparaison entre les investissements dans le domaine des infrastructures rurales pour le transport ou pour l'irrigation. Ces calculs sont faits sans intégrer les arrières effets de certaines rotations, sans prendre en compte des considérations pratiques ou agronomiques ce qui limite l'intérêt de ces approches uniquement économiques.

### 543 L'intérêt des filières pour modifier la gestion de la fertilité

Ces filières présentent un double intérêt pour l'exploitation du point de vue de la gestion de la fertilité: existence d'un revenu<sup>367</sup> et arrière effet de la fertilisation.

Elles assurent un revenu qui permet de subvenir aux besoins courants de l'exploitation mais aussi d'investir en intrants sur des productions autoconsommées. La comparaison de charges moyennes et de produits moyens, pour quelques cultures sur lesquelles des apports d'intrants ont été réalisés, permet d'apprécier les différentes opportunités. Il est cependant nécessaire de garder à l'esprit que la faible variation des charges pour une culture donnée encadrée par un opérateur n'empêche pas le rendement (figure 44) et le prix de vente (essentiellement selon la possibilité de stockage pour les cultures vivrières) de varier de façon importante.

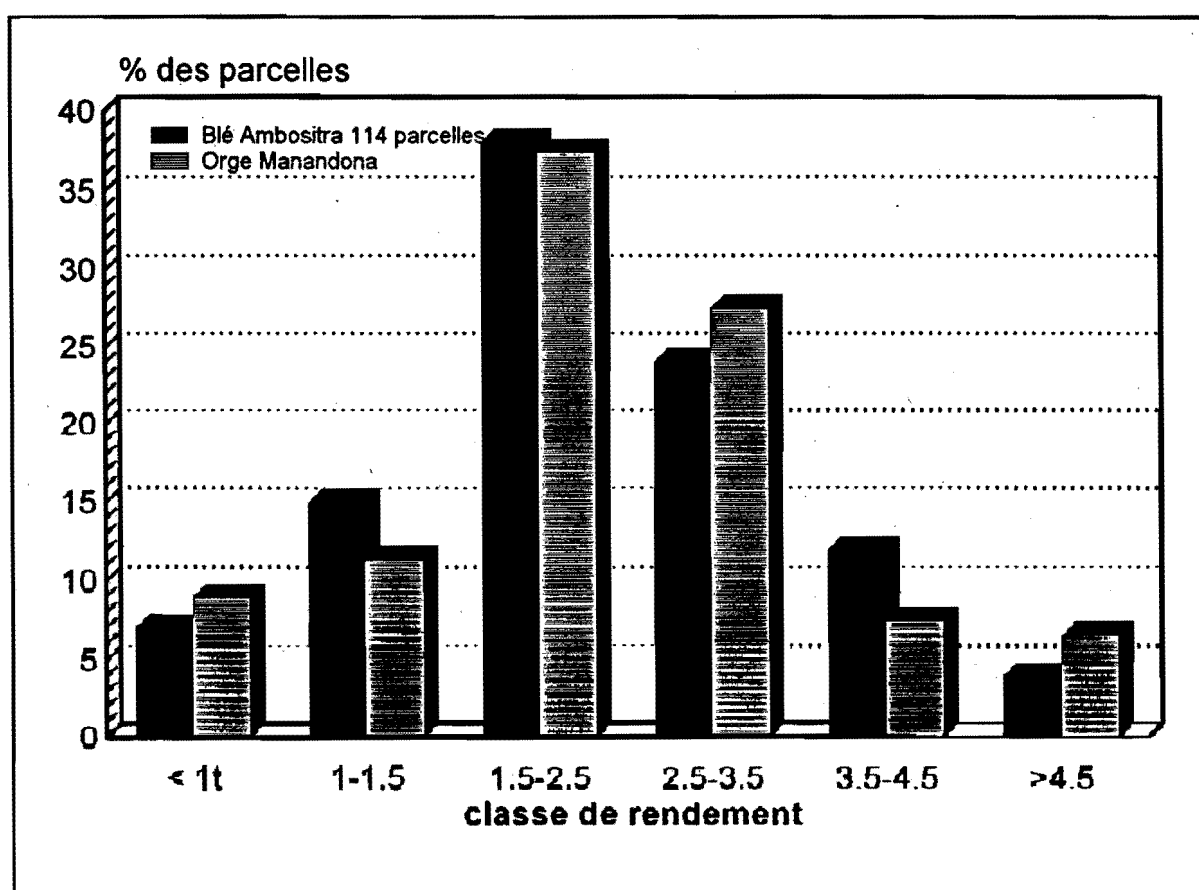


Figure 44 Variation du rendement du blé et de l'orge avec les mêmes apports théoriques d'intrants

Avec les mêmes apports d'intrants, pour un rendement moyen compris entre 2.5 et 3 tonnes par hectare, il est possible d'observer des rendements inférieurs à 1 tonne par hectare, d'autres supérieurs à 4.5 tonnes par hectare. Pour les rendements inférieurs à 1.5 tonnes, un doute existe cependant sur l'utilisation de l'intégralité des intrants sur ces parcelles d'orge ou de blé.

<sup>367</sup> avec, la plupart du temps, crédit et approvisionnement en intrants.



tableau 41 Comparaison des coûts de production, des revenus moyens par unité de surface (en are) et par jour de travail

	riz irr.	maïs	haricot	blé 1 <sup>368</sup>	blé 2	triticale	p.de t 1	p.de t 2	orge
semences	200	252	560	1275	1020	1026	7000	4200	855
fumier	1600	1600	1600	1600	800	1600	1600	800	1600
dolomie	850	850	850	850		850	850		292
bore				440		440			261
eng.NPK	2125	2125	2125	2130	1105	2130	3550	705	2653
urée	864	864		864	425	864	360		695
fong. + ins.				915	50	915	1500	350	1473
assurances				824		824	824		250
coût crédit	564	570	515	900		900	1590		565
<b>total charges</b>	<b>6203</b>	<b>6261</b>	<b>5650</b>	<b>9950</b>	<b>3620</b>	<b>10370</b>	<b>17500</b>	<b>6050</b>	<b>8644</b>
rend kg arc <sup>-1</sup>	40	40	15	25	19	28	200	80	30
produit brut	10000	8000	9750	14000	10640	14840	30000	10400	13720
marge brute	3797	1739	4100	4050	7020	4470	12500	4345	5076
nb jour trav.	1.8	1.5	2.2	2.25	2.25	2.25	2.4	2.4	2.33
val jour trav	2109	1159	1863	1800	3100	1986	5200	1800	2206

**Base de calcul 1993**

semences: elles seront très souvent produites sur l'exploitation. Les quantités et prix retenus sont les suivants: riz 50 kg à 400fmg, maïs 120 kg à 210 fmg, haricot 80 kg à 700fmg, blé1 150 kg à 850 fmg, blé 2 120 kg à 850 fmg, triticale 180 kg à 800 fmg, 150 kg à 570 fmg pour l'orge

fumier 10 tonnes à 16 fmg kg<sup>-1</sup>, 5 tonnes en blé 2 pomme de terre 2

dolomie 500 kg à 170 fmg kg<sup>-1</sup>, pas de dolomie en blé et pomme de terre 2, 200kg pour l'orge

bore 20 kg à 2200 fmg pour le blé 1, 10 kg en semi intensif et pour l'orge

engrais riz et maïs 250 kg de 11-22-16 à 850 fmg plus 120 kg d'urée à 850 fmg, haricot 250 kg de 11-22-16, blé 1 300 kg de 11-22-16 à 710 fmg et 120kg d'urée à 720fmg (subvention Kobama) blé 2 130 kg de 11-22-16 à 850 fmg et 50 kg d'urée à 850 fmg, pomme de terre 1 500 kg de 11-22-16 à 710 et 50 kg d'urée, sur l'orge 400kg de 11-22-16 et 100 kg d'urée au tallage

Produits phytosanitaires insecticide terriicole Hoechst 10 kg ha<sup>-1</sup> et Dithane, insecticide fongicide foliaire, raticide

Assurance récolte sur pied négociée entre Malto, Kobama et ARO, une partie est prise en charge par Malto (2/3)

Crédit 6 mois à 10.14% (8.33 % en 1992) pas de crédit institutionnel sans le soutien d'un opérateur, le crédit informel reste possible mais les taux sont beaucoup plus élevés.

Prix pour la valorisation Riz 250 fmg, maïs 200 fmg, haricot 650 fmg, blé 560 fmg, triticale 530 fmg, pomme de terre 150 fmg, orge 470fmg possibilité d'avoir en plus une prime de rendement (rendement supérieur à 2.7 tonnes), une prime semencière et une prime de groupement.

Selon les possibilités des parcelles de l'exploitation, de l'approvisionnement et de l'écoulement des produits, selon les habitudes, la persuasion des vulgarisateurs de la filière, les modalités d'octroi de crédit et de remboursement, les paysans pourront choisir une des opportunités qui leur est proposée. La valorisation de la journée de travail est à comparer avec un salaire minimum de l'ordre de 1800 fmg<sup>369</sup> en 1993.

<sup>368</sup> Blé 1 et pomme de terre 1 correspondent aux parcelles encadrées par un opérateur. Blé 2 et pomme de terre 2 correspondent aux situations réellement observées en 1993 sans le soutien d'un opérateur.

<sup>369</sup> en dessous duquel il est fréquent que les travailleurs journaliers vendent leur force de travail.



Vakinankaratra sur une rotation maïs, pomme de terre, blé, les arrières effets des apports de dolomie et de phosphore ont été étudiés<sup>370</sup>.

L'effet de la dolomie existe en première année sur le maïs mais l'arrière effet est plus important en deuxième saison; on obtient 1.45 kg de pomme de terre par kg de dolomie apportée la première année et cet arrière effet reste encore significatif sur le blé. L'apport de dolomie est beaucoup mieux valorisé en complément de l'engrais ternaire.

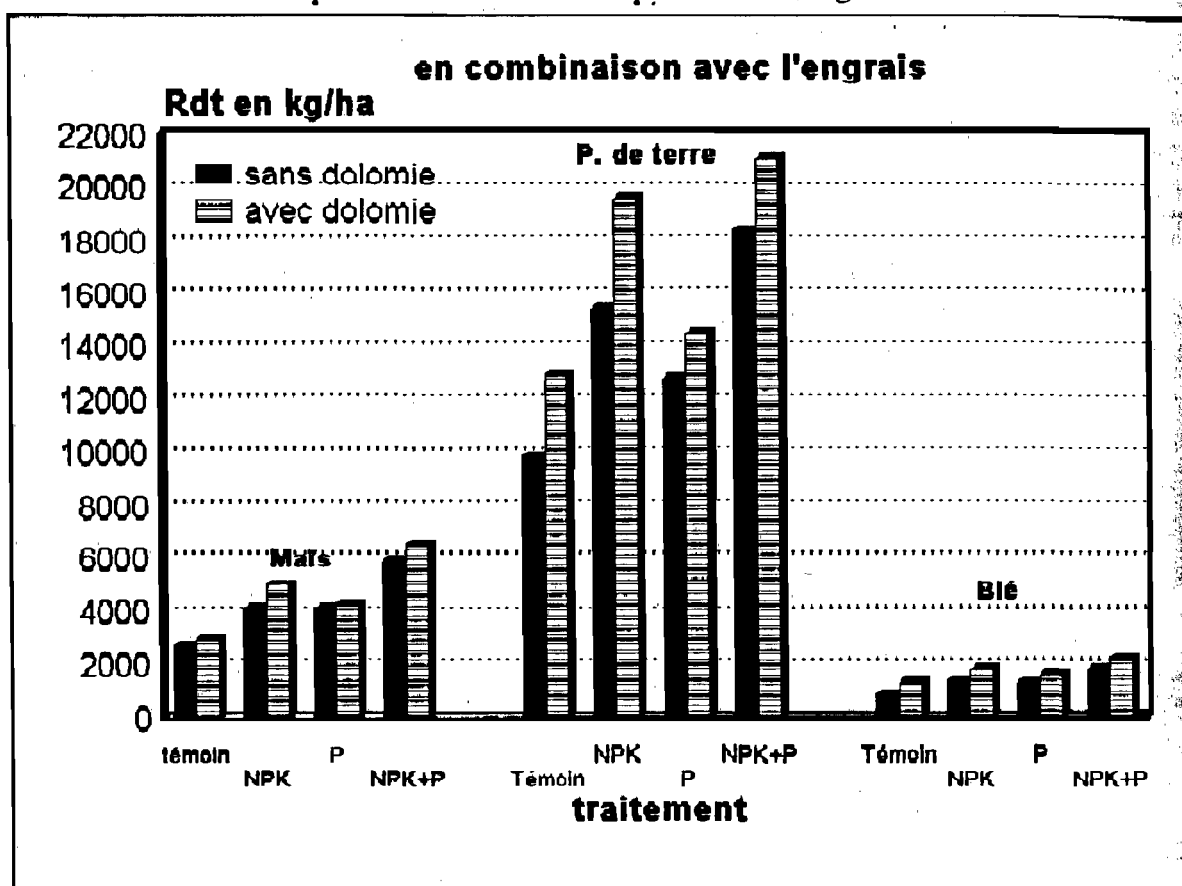


Figure 46 Effet et arrière effet de la dolomie sur une rotation dans le Vakinankaratra en combinaison avec l'engrais

L'effet du phosphore est net dès la première année: 14 kg de maïs supplémentaire par kg de  $P_2O_5$  apporté. En deuxième année, il reste un effet résiduel très important (22 kg de pomme de terre par kg de  $P_2O_5$ ). En troisième année, l'arrière effet du phosphore est encore de 4 kg de blé par kg de  $P_2O_5$  (figure 47).

<sup>370</sup> effets de la dolomie en combinaison avec les engrais sur rotation des cultures dans la région du Vakinankaratra essais réalisés par FIFAMANOR:

1<sup>re</sup> année septembre 1976 Maïs (54 essais) dolomie 2 niveaux 0 et 2000kg/ha,  $P_2O_5$ , 2 niveaux 0 et 100kg/ha, NPK 16-16-16 2 niveaux 0 et 500 kg/ha

2<sup>e</sup> année septembre 1977 Pomme de terre (41 essais) NPK 16-16-16 500 kg/ha

3<sup>e</sup> année septembre 1978 Blé 50 essais NPK 16-16-16 500 kg/ha.

Toutes les différences données sont significatives. (SOMADEx, 1990).

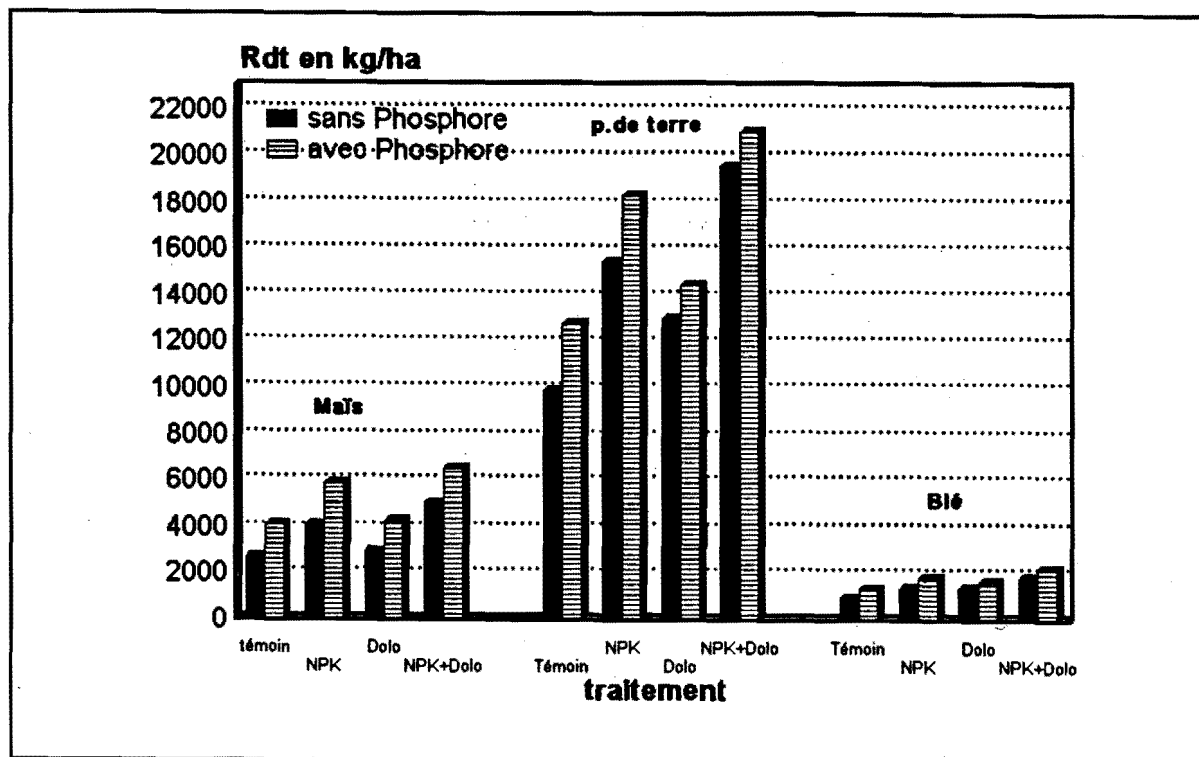


Figure 47 Effet et arrière effet du phosphore sur une rotation dans le Vakinankaratra en combinaison avec engrais et dolomie.

## 544 Quelques conditions pour le développement de la filière

La première condition à réaliser pour mettre en oeuvre une filière de façon satisfaisante est l'instauration d'une confiance entre le paysan et les autres acteurs de la filière.

Les retards dans les livraisons d'intrants qui arrivent après la date limite de semis, les modifications des prix du produit au moment de la collecte voire la suspension de la collecte, les balances faussées sont devenus des lieux communs lorsque l'on parle des filières dans la région.

### Les débouchés et les prix:

La mise en place d'une filière stable nécessite l'assurance d'un débouché. L'installation de l'usine Mamisoa pour le traitement du soja, de la malterie et des laiteries à Antsirabe, de la minoterie à Andranomanelatra sont partis d'une volonté politique d'installer des centres de transformation dans les zones de production. Ces unités de transformation sont généralement bien dimensionnées pour la consommation nationale mais sur-dimensionnées pour la production locale.

Plusieurs conceptions du développement de la filière peuvent être comparés.

Le type Mamisoa part du principe que le seul fait de mettre en place une infrastructure de traitement du soja accompagné d'un peu de vulgarisation devrait permettre le développement de cette culture;

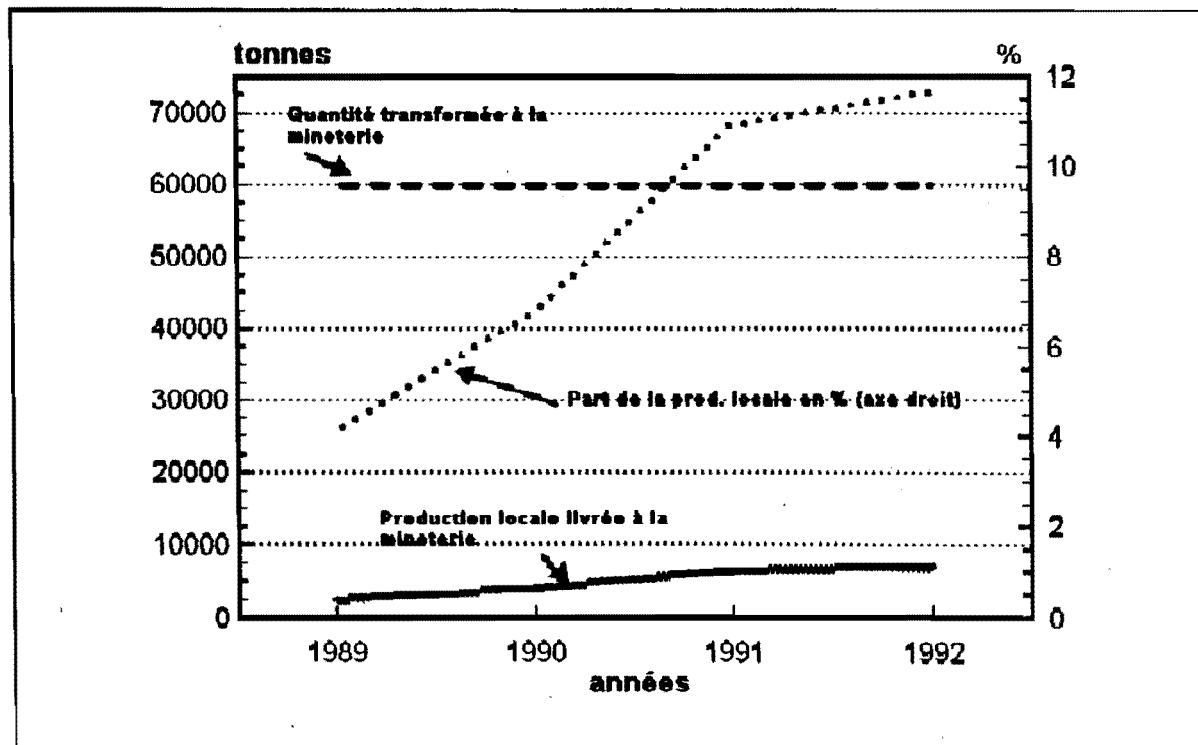


Figure 48 Evolution de la part de la production locale dans le blé transformé à la minoterie d'Andranomanelatra (Mendez, 1993)

Le type KOBAMA vise la substitution progressive d'une partie des importations de blé par du blé et du triticale produits sur place grâce à un projet d'encadrement de la filière (figure 48). La proportion de la production locale dans les quantités livrées à la minoterie, inférieure à 1 % dans le début des années 1980, approche les 12 % en 1992<sup>373</sup>.

Le type Malto recherche la production locale d'une certaine quantité d'orge qui sera transformée artisanalement jusqu'à ce qu'une malterie modulable puisse être alimentée.

La filière produits vivriers vise une ponction sur la production de l'exploitation grâce à un prix attractif au moment de la récolte.

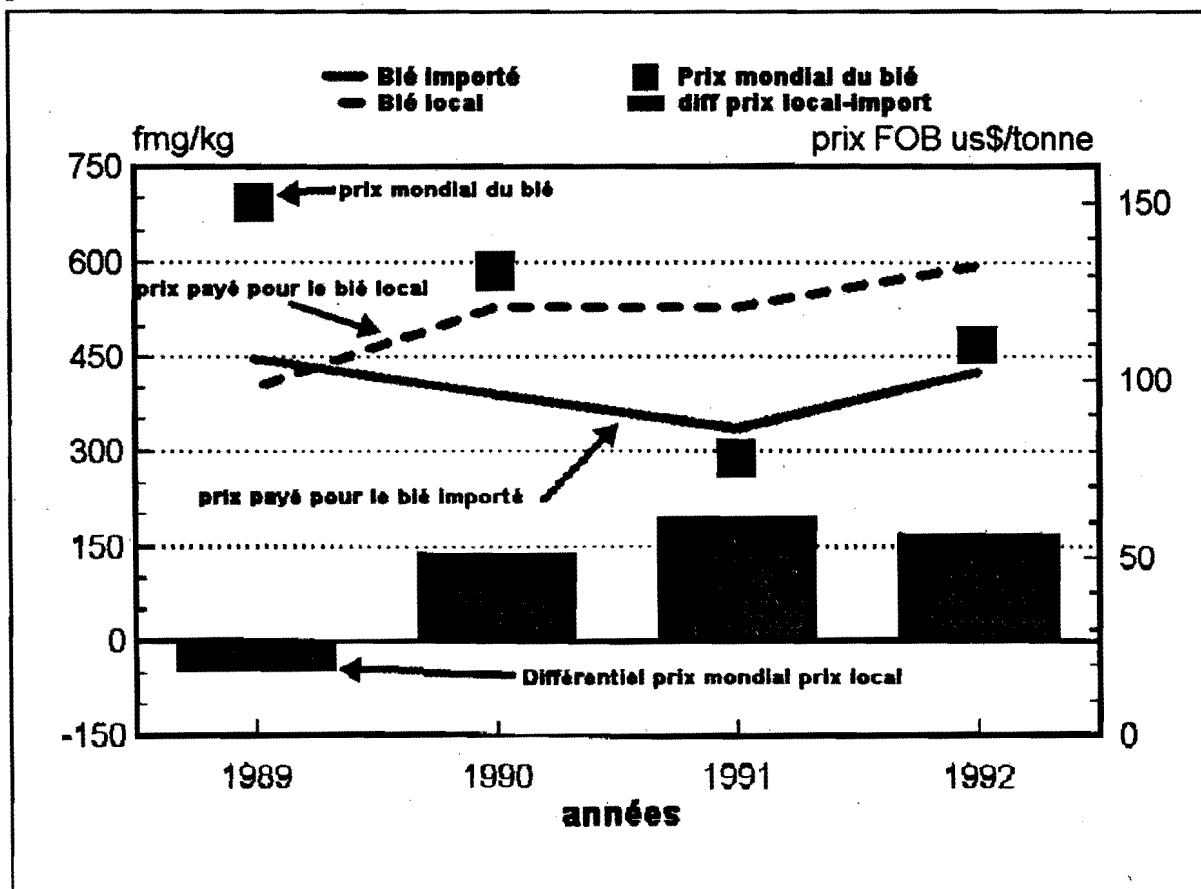


Figure 49 Evolution du prix du blé entrée usine: comparaison blé importé, production locale

Ces filières de production locale s'opposent en permanence aux possibilités d'importation sur le marché mondial. Malgré le faible coût de la main d'œuvre malgache, la faible productivité entraîne une concurrence difficile avec les importations. La libéralisation et la théorie des avantages comparatifs ne laisse pas beaucoup d'opportunités à un paysan produisant dans ces Hautes Terres relativement enclavées. Une volonté politique de préserver des productions locales est nécessaire;

<sup>373</sup> il y aurait en plus 3000 tonnes de blé et de triticale produits localement, non livrées à la minoterie, transformées par des unités artisanales ou autoconsommées (Mendez del Villar, 1993).

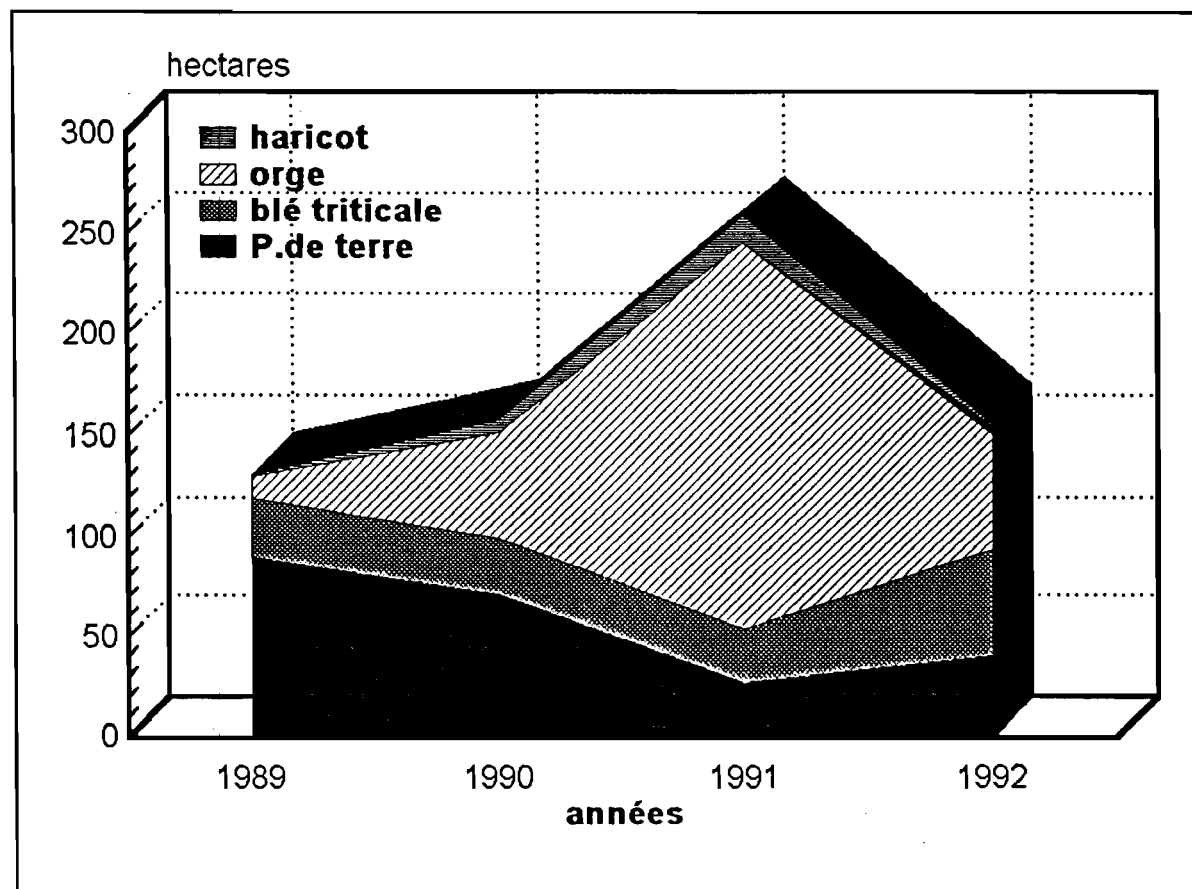


Figure 50 Evolution des surfaces des principales cultures de contre saison à Manandona

Le défaut de livraison de récolte par le paysan peut être du à une consommation de la récolte ou à une vente à un autre collecteur. Le problème n'existe pas pour des cultures comme l'orge aux possibilités d'autoconsommation limitées et pour laquelle Malto dispose d'un monopole de transformation.

La question de la qualité du produit livré se pose souvent et entraîne des litiges dans lesquels le paysan n'a, la plupart du temps, que très peu de recours.

Le développement de nouvelles filières dans la région peut être décomposé en deux phases:

- une première de mise au point et de démonstration des nouvelles techniques,
- une deuxième de sécurisation des filières par des mesures politiques et économiques adaptées.

Des recommandations basées uniquement sur une analyse des avantages comparatifs peuvent s'avérer inopérantes pour des raisons évidentes, mises en lumière lors d'une analyse des pratiques. Il est donc nécessaire de mettre en place en même temps que les infrastructures des filières des observatoires des prix pour comprendre l'intérêt des acteurs dans cette filière mais aussi des observatoires des pratiques pour comprendre l'adoption ou le rejet des thèmes techniques, les raisons de l'adoption ou du rejet et pouvoir ainsi mettre au point de nouvelles alternatives techniques.

Tableau 42 Comparaison des différentes filières du point de vue Crédit, Approvisionnement, conseil et débouchés

	Crédit Approvisionnement « in intrants	Conseil technique	Débouchés commercialisation
Céréales à paille	Bien organisé par Malto et par Kobama qui présente cependant quelques problèmes pour les semences. Le relais par les opérateurs privés n'est pas encore assuré	De gros progrès ont déjà été faits. Il reste à faire une recherche sur la petite mécanisation (préparation du sol, battage) sur la tolérance variétale à la rouille, l'acidité, la submerision, le froid	Pas de problème de débouchés pour le blé et le triticale. Les ajustements des prix par rapport aux cours mondiaux doivent être réalisés dans une perspective de protection de la production locale
Cultures pluviales	Crédit limité aux associations de crédit à caution solidaire touchant surtout les produits autoconsommés. Il serait intéressant d'établir des contrats de culture intégrant la fourniture d'intrants	Conseils techniques faibles en dehors des vulgarisateurs de l'ODR qui n'ont pas grand chose à proposer. Combinaisons de fumures organiques, minérales et amendements calcaires méritent d'être mis au point individuellement. Amélioration variétale	Variables selon les produits, la saison et la proximité des axes de communication. La transformation par l'élevage reste en général une des meilleures valorisations. Les capacités de stockage villageois doivent être renforcées
Cultures maraichères	Pas d'approvisionnement en intrant ni de crédit organisé. Des problèmes importants peuvent se poser pour l'accès à des semences de qualité	Producteurs déjà performants prêts à tester de nouvelles cultures ou de nouveaux itinéraires techniques	L'organisation de la filière peut être tentée pour la commercialisation de certains légumes. La demande est importante sur les côtes. Les possibilités de stockage et de transformation sont à développer. Des possibilités de spécialisation pour l'exportation
Cultures fruitières	Rien n'est organisé. Besoin de crédit pour éviter les ventes sur pied et permettre d'investir dans la production	Très peu de conseil technique. De gros progrès sont à faire pour la protection phytosanitaire, l'arrosage, la taille, le stockage. Il convient de conserver les anciennes variétés et d'en introduire de nouvelles	Des débouchés peuvent être trouvés s'il y a amélioration de la qualité et étallement de la production grâce au stockage. Il est aussi possible de produire en contre saison pour l'Europe. Les possibilités de stockage et de transformation sont à développer
Lait	Réalisé par des organismes comme ROVA ou Fifamox. Crédit BTM peu répandu	Bien assuré par FIFAMANOR. Pertinence de la Pie Rouge Norvégienne?	Capacité de transformation à Antsirabe. Problème de collecte pour les producteurs éloignés. Tendance de certains opérateurs à abandonner cette collecte
Autres produits de l'élevage	Crédit et Approvisionnement pratiquement nuls. Quelques initiatives intéressantes se développent	Mise en place de vaccinations par des opérateurs villageois encadrés et approvisionnés par des vétérinaires. Amélioration « suite de l'alimentation (complémentation en aliments concentrés) du logement des animaux et de l'amélioration génétique	Nombreuses possibilités pour répondre à la demande nationale ou régionale (Océan Indien)



## **Sixième partie: conclusion générale**

Il n'existe pas dans le Vakinankaratra et le Nord Betsileo "une" gestion de la fertilité en liaison avec l'irrigation mais un certain nombre de pratiques concernant cette gestion.

Ces pratiques s'avèrent d'autant plus fines et d'autant plus complexes que l'on se trouve dans une zone dans laquelle la densité de population et l'ancienneté du peuplement sont importantes et, en corrélation, la surface cultivée par personne faible. Pour arriver à ses objectifs d'autoconsommation et d'obtention d'un revenu monétaire, le paysan recherche des itinéraires techniques et des opportunités toujours mieux adaptées à ses conditions.

Il bénéficie pour cela d'une connaissance du milieu et d'une longue tradition dans la mise en valeur de ce milieu mais les modifications du milieu physique et surtout socio-économique vont souvent plus vite que la mise au point de pratiques bien adaptées.

### Une typologie d'exploitation

Malgré la diversité des conditions du milieu et des situations des exploitations agricoles, quelques grands types de reproduction de la fertilité correspondant aux mêmes logiques peuvent être identifiés. Les types décrits pour la gestion financière du "ménage-exploitation" sont appropriés pour classer les exploitations selon la gestion de la fertilité.

Au premier type, rizicole, correspondent les exploitations qui, possédant des surfaces suffisantes en rizières et en culture pluviale, accédant à des pâturages satisfaisants<sup>375</sup>, peuvent développer des stratégies extensives qui valorisent mal la terre mais valorisent bien le travail. Ces exploitations sont essentiellement retrouvées dans le Moyen Ouest où les surfaces disponibles sont encore importantes. La reproduction de la fertilité est assurée sur les rizières par la charge de l'eau d'irrigation, sur les *tanety* par des jachères plus ou moins longues. Ce type de reproduction correspond à des rendements généralement peu élevés par rapport à l'offre climatique.

L'alimentation des animaux provient de la pâture et les boeufs sont parqués le soir sans affouragement. La poudrette, obtenue sans paillage ni protection contre la pluie, peut être utilisée en certains endroits où une concentration d'éléments fertilisants est intéressante: pépinières ou cultures à proximité de la maison.

Compte tenu de difficultés fréquentes dans l'approvisionnement en bois ou en charbon<sup>376</sup>, les résidus de récolte (pailles, fanes...) mais aussi, parfois, les déjections animales, sont utilisées comme combustible pour la cuisine. Il y a peu d'achats d'intrants et peu de concentration de travail par unité de surface. Ce travail est souvent limité à un labour suivi de la mise en place de la culture, semis, plantation ou repiquage et de la récolte. Un sarclage ou un désherbage apporteraient fréquemment des augmentations substantielles de production.

Ces exploitations extensives sont de plus en plus remplacées par d'autres, d'un deuxième type, correspondant au type de fonctionnement polyproductif, dans lequel la disponibilité en

<sup>375</sup>en quantité si ce n'est en qualité.

<sup>376</sup> Dans le Moyen Ouest, ce ne sont pas les quelques lambeaux de forêt naturelle restant qui peuvent suffire à l'alimentation en bois. D'autres part, les reboisements sont quasiment inexistantes.

terre pour l'autosuffisance alimentaire et, à plus forte raison, pour dégager un revenu monétaire, devient juste suffisant.

Dans ce type, le paysan cherche à valoriser toutes les ressources disponibles sur l'exploitation. Les parcelles de rizières et de tanety sont de plus en plus systématiquement mises en culture avec une diminution de la jachère utilisée auparavant pour la restauration de la fertilité des parcelles pluviales. La mise en culture de tanety moins propice à la culture pluviale, comme les hauts de pente, entraîne souvent une dégradation rapide de l'aptitude à produire. Ces parcelles sont cultivées pendant quelques saisons puis abandonnées sans possibilité de nouvelle culture avant de nombreuses années quand la production devient trop basse<sup>377</sup>.

Une des premières modifications provient de la fabrication de fumier qui est considéré comme une ressource importante grâce à laquelle il sera possible de concentrer les éléments fertilisants sur certaines parcelles. Les transferts de fertilité à l'intérieur du terroir sont favorisés: sorokahitra (cf 52), apports de terre de tanety, récupération des résidus de récolte qui ne sont plus brûlés mais collectés avec soin pour l'alimentation du bétail ou le paillage du fumier.

Le pâturage est de plus en plus complété par un affouragement à l'étable: les enfants remplissent de grands sacs d'herbe, manioc et maïs peuvent être apportés en complément. La possibilité d'utiliser la traction animale (charrette) améliore évidemment tous ces transferts de fertilité en augmentant vitesse et quantités transportées.

Ces exploitations sont généralement assez réceptives aux techniques d'amélioration de la riziculture qui leur permettent, par une concentration du travail sur les rizières, d'augmenter le rendement et donc de vendre un peu plus de riz ou d'en acheter un peu moins. L'amélioration des techniques de pépinière, le repiquage en ligne, le sarclage à la houe rotative et les soins apportés à la gestion de l'eau permettent cette augmentation. Les moyens financiers font, la plupart du temps, défaut pour passer à un niveau supérieur de production par la consommation d'intrants.

Lorsque ces pratiques ne suffisent plus à la satisfaction des besoins du ménage, il devient nécessaire de réaliser une adaptation plus fine aux conditions du milieu en améliorant, avec du travail et des intrants, l'aptitude à produire des parcelles cultivées. **Les exploitations du troisième type**, diversifiées pour le marché, se spécialisent souvent dans des productions végétales ou animales qui assurent des revenus leur permettant à la fois d'acheter la nourriture qui n'est pas produite en quantité suffisante sur l'exploitation et de faire face à d'autres dépenses. La reproduction de la fertilité sera fréquemment assurée par des apports exogènes: engrais, amendements, aliments du bétail. Les niveaux de rendement pourront être beaucoup plus élevés. Ces exploitants sont les clients et les fournisseurs des opérateurs des filières dont ils deviennent dépendants. Si leur position le leur permet (proximité d'une ville, d'un axe routier), ils peuvent faire jouer la concurrence entre filières choisissant celle qui offre les meilleures perspectives.

<sup>377</sup> : "efa ratsy ny tany - La terre est déjà mauvaise" disent alors les paysans.

La jachère a disparu dans ces exploitations qui cherchent une occupation importante de l'espace disponible, développant associations et successions culturales complexes dans lesquelles il faut sans cesse jouer avec le climat (pluie, froid) et le cycle des cultures. Parfois une variété présentant un cycle un peu plus court ou supportant une température un peu plus basse permet l'adoption d'une nouvelle culture<sup>378</sup>. Les sous produits sont systématiquement utilisés, les techniques de conservation (foins, ensilages) ou de transformation (traitement de fourrages pauvres à l'urée) intéressent ces exploitants. Dans le cas de spécialisation dans l'élevage, des cultures (manioc, maïs ou culture fourragères) destinées à l'alimentation du bétail peuvent être mise en place.

Tableau 1 représentation synthétique d'éléments caractérisant la gestion de la fertilité selon les types

	type 1 stratégie extensive	type 2 Valorisant les disponibilités de l'exploitation	type 3 Recours à l'extérieur
jachère	importante pour les cultures pluviales	diminue par rapport au type 1	tend à disparaître
Alimentation des animaux	pâturage	pâturage et affouragement	affouragement cultures fourragères achat d'aliments concentrés
Double culture	marginale	se développe	sur beaucoup de parcelles
Concentration du travail par unité de surface	faible	moyenne	forte
Production pour l'autoconsommation	très forte	moyenne	souvent faible
utilisation d'intrants	non	parfois	oui
recours à la main d'oeuvre salariée	oui (repiquage)	parfois	oui périodes de pointe
fumure organique	poudrette de parc	paillage du fumier	fabrication d'un engrais organique
Introduction de l'arbre dans la s.production	faible	moyenne à forte plantation forestière	moyenne à forte plantation fruitière
Dépendance des filières	faible sauf pour la vente du riz	faible	forte

Les exploitants "dépendants des transferts" dans la typologie de gestion financière des exploitations ne constituent pas, du point de vue de la gestion de la fertilité, une catégorie à part. Ils peuvent en effet être rattachés à une des trois catégories précédemment décrite.

<sup>378</sup> Le riz pluvial connaît un développement intéressant dans certaines de ces exploitations à la suite de la diffusion de nouvelles variétés comme 3406 sélectionnées par le Projet riz d'altitude (FOFIFA-CIRAD). De nouvelles variétés encore plus productives dans ces conditions écologiques marginales, devraient permettre une nouvelle augmentation des surfaces et des producteurs concernés par cette culture.

Selon l'importance de ces transferts, selon l'utilisation des fonds (dans des activités d'agriculture et d'élevage ou dans la consommation), des stratégies plus ou moins intensives peuvent être observées.

Le niveau de maîtrise de l'eau n'intervient pas comme critère de différenciation des types de gestion de la fertilité. L'observateur trouvera des parcelles sans problèmes d'irrigation ni de drainage comme des parcelles à problème dans les trois types. L'artificialisation pour modifier les caractéristiques de la parcelle sera cependant plus importante dans les exploitations spécialisées qui investissent de grandes quantités de main d'oeuvre pour mieux s'affranchir des aléas climatiques. Le niveau de maîtrise de l'eau doit beaucoup plus être considéré comme une donnée de départ avec laquelle le producteur détermine sa stratégie en fonction de sa structure d'exploitation et de ses objectifs.

De la même façon, le recours à la traction animale est indépendant du type de gestion de la fertilité. S'il est évident que les exploitations possédant de grandes structures peuvent plus facilement entretenir une ou plusieurs paires de boeufs de trait, cela n'empêche pas les exploitations de type 2 ou 3 de posséder boeufs de trait, matériel de labour, charrette, quitte à le valoriser en dehors de sa propre exploitation par des prestations de service dans le voisinage ou par du transport. Les exploitations spécialisées qui ne peuvent entretenir une paire de boeufs de trait pourront ainsi payer pour, un travail à façon sur leur parcelles.

### Des conséquences pour le développement

Cette typologie ne servirait à rien si elle ne débouchait sur des perspectives en matière de développement et à la fixation d'objectifs de recherche pour permettre à une population en croissance numérique de continuer à vivre le mieux possible dans les régions étudiées.

Un point fondamental de l'étude consiste en la nécessité de considérer comme un système un paysage fait de rizières, de collines cultivées, pâturées et boisées. Dans ce paysage, agriculture, élevage, exploitation forestière et activités extra-agricoles sont à la fois complémentaires et concurrents.

Dans les conditions actuelles, les structures d'exploitation deviennent inexorablement plus petites. Dans le système de production orienté vers l'autoconsommation, beaucoup d'unités de production passent en dessous du seuil de viabilité. Il est donc nécessaire d'accompagner ce mouvement de diminution des surfaces en proposant pour une partie de l'exploitation<sup>379</sup>, des spécialisations permettant aux agriculteurs d'accéder aux marchés et d'améliorer leur niveau de vie sans augmenter de façon trop importante le risque lié à une baisse de l'autoconsommation.

La diversité des conditions du milieu examinée dans la troisième partie et des situations des unités de production vue dans la quatrième empêche de croiser conditions et situations avec les types de production pour déterminer dans chaque cas un itinéraire technique approprié. En revanche, la connaissance du milieu et l'ingéniosité pour mettre au point des techniques culturales laissent penser que le paysan malgache est tout à fait capable de développer des

<sup>379</sup> une partie sera toujours réservée aux productions traditionnelles.

techniques adaptées. Le paysan ne cherche pas une homogénéisation du milieu dans lequel il se trouve mais plutôt une exploitation de la diversité. Les actions de développement ne doivent donc pas viser une standardisation des pratiques mais une compréhension de la diversité, un appui à l'utilisation de cette diversité et par la mise à disposition d'opportunités dans lesquelles le paysan pourra choisir celle qui correspond le mieux à la structure de son exploitation, à ses objectifs et à sa stratégie.

Les interventions pour améliorer la maîtrise de l'eau dans des domaines inaccessibles à des paysans isolés ou à des petits groupes sont nécessaires pour améliorer cette gestion de la fertilité: modification importante dans une prise sur une rivière, réfection d'un ouvrage d'art sur un réseau, rectification ou recalibrage d'un drain, déroctage d'un seuil ne sont généralement pas à leur portée et peuvent diminuer considérablement les risques. Il semble cependant nécessaire d'éviter, lors de ces travaux, des modifications trop importantes dans la gestion du réseau si elle n'apporte pas une grande amélioration de l'irrigation et du drainage pour l'immense majorité des usagers. Les travaux de réhabilitation conduits jusqu'à présent ont montré leurs limites: prévision trop optimistes des bureaux d'étude, pesanteur administrative, prise en compte trop sommaires des souhaits des usagers et des contraintes sociologiques, modifications trop importantes des systèmes de gestion ont empêché, au milieu de quelques réussites, un succès global de l'opération.

Une réhabilitation "douce" associant mieux administration locale et usagers, utilisant plus les entreprises locales, modifiant moins les pratiques en replaçant la gestion de l'eau dans une perspective historique, reliant d'avantage les aspects techniques aux conditions sociales permettrait une amélioration beaucoup plus significative de la maîtrise de l'eau et de la production et atténuerait les risques de mauvaises productions. Les paysans ne considéreraient plus comme un pari insensé la pratique de la rizipisciculture ou le drainage des rizières pendant la saison sèche pour réoxyder le profil.

Mais améliorer la maîtrise de l'eau est loin d'être suffisant. Il est en outre beaucoup plus important d'assurer

- le crédit<sup>380</sup> pour la mise en place d'une production animale ou végétale,
- l'approvisionnement en intrants,
- et la commercialisation à des prix raisonnables,<sup>381</sup>

que de rechercher la mise au point de techniques adaptées seulement à un environnement particulier qui ne sera jamais observé sur le terrain.

L'obtention de données justes et cohérentes<sup>382</sup> représente une des grandes difficultés dans la promotion de certains systèmes ou de certaines productions. Travail de recherche ou travail de développement, il n'en faut pas moins compiler les données, assurer la collecte de nouvelles informations pour comprendre le changement. Le Vakinankaratra et le Nord Betsileo se prêtent très bien au rôle d'"observatoire du changement" pour apprécier en temps réel les impacts de nouvelles directives politiques ou économiques. Cet observatoire ne doit

<sup>380</sup> les Greniers Communs Villageois semblent une initiative à promouvoir dans ce sens.

<sup>381</sup> qui seront assurées notamment par l'amélioration de l'infrastructure routière.

<sup>382</sup> dans le temps et entre elles.

pas se contenter d'un recueil des prix des produits et des intrants mais aborder le terrain plus difficile des pratiques des paysans.

### **Des conséquences pour la recherche**

Beaucoup de recherches n'ont pu être conduites dans le cadre de l'équipe Recherche Développement travaillant sur les Petits Périmètres Irrigués parce que temps, compétences ou mandat ne le permettaient pas.

En premier lieu, il serait important de mettre au point avec les intéressés des méthodes pour l'auto-expérimentation paysanne conduisant à l'ajustement de formules de fumure adaptées par chaque unité de production, se conformant à sa configuration et à sa stratégie. Fumure minérale et organique, amendements calco-magnésiens seraient ainsi dosés par chaque exploitant pour chaque parcelle à partir de quelques indicateurs<sup>383</sup> et de certaines règles. La mise au point de ces méthodes demande un travail complexe alliant de nombreuses disciplines qui vont de l'anthropologie à la physiologie végétale. Ces études, débouchant sur un fascicule mis à disposition des paysans intéressés, pourraient cependant prendre le relais de l'impressionnante quantité d'expérimentations agronomiques cherchant à mettre au point des formules tantôt passe-partout, tantôt adaptées aux situations les plus variées qui ne passent pas dans le milieu parce qu'elles ne correspondent pas aux objectifs et aux possibilités du paysan. Il est nécessaire, en même temps de mettre en place des démonstrations et de rendre disponible les intrants nécessaires à un prix accessible.

Des voies de recherche existent aussi pour améliorer les systèmes de cultures: systèmes à couverture permanente du sol et meilleure compréhension de la gestion de la matière organique (cf 51 et 52). L'accent sur ces nouvelles direction de recherche pour améliorer la gestion de la fertilité ne doit cependant pas entraîner l'arrêt des autres formes de recherche et de développement sur les système de production et sur les systèmes de culture. Des progrès sont nécessaires dans de nombreuses directions.

---

<sup>383</sup> situation de la parcelle, nom vernaculaire du sol, végétation naturelle et adventice, symptômes de carence

# **Annexes**



## Coordonnées (longitude et latitude) pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle des stations climatologiques étudiées (Raunet, 1981 Oldeman, 1990 Someah)

IDEN	LATI	LONGI	ALTI	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
Betafo	19,86	46,85	1402	316	247	248	49	30	12	14	13	22	72	154	290	1467
Ambatolampy	19,36	47,43	1555	331	291	279	82	42	16	22	22	23	60	178	279	1625
Antanifotsy	19,65	47,33	1560	297	157	182	38	14	16	26	27	36	40	125	303	1261
Ambohimandroso	19,52	47,43	1600	300	151	180	40	12	15	27	27	37	39	120	312	1260
Soavinandriany	19,90	47,38	1800	300	160	182	40	18	20	31	30	40	45	128	310	1304
Manjakatoempo	19,36	47,30	1806	362	322	386	106	55	28	30	40	40	96	211	329	2005
Antsangandranono	19,62	47,09	1844	298	254	272	92	34	22	25	26	32	72	196	366	1689
Ambositra	20,53	47,23	1245	314	239	242	79	32	26	26	20	35	57	183	303	1556
Bebetville	19,02	46,45	940	231	260	314	74	7	4	6	4	13	48	87	199	1247
Miadanimerias	19,02	47,45	1325	282	228	239	47	13	6	7	8	15	37	140	282	1304
Mantaoa	19,02	47,83	1400	290	289	210	63	34	33	38	43	23	53	144	300	1520
Merikanjaka	19,03	47,75	1450	257	248	246	53	33	29	34	34	27	55	140	265	1421
Fihavianana	19,07	47,70	1600	311	231	232	40	16	19	18	17	19	49	160	269	1381
Soavinandriana	19,17	46,75	1575	450	379	270	88	26	12	15	10	26	75	191	408	1950
Behenijy	19,20	47,50	1427	276	233	236	47	17	7	11	9	16	59	168	269	1348
Andramasina	19,20	47,60	1350	267	212	247	42	9	7	10	8	13	44	169	270	1298
Ambokimadana	19,23	47,75	1525	292	222	228	48	22	16	19	17	13	49	128	253	1307
Faratsiho	19,40	46,95	1750	399	337	313	109	32	13	19	14	28	102	195	352	1913
Nanokely	19,52	47,03	2020	351	250	272	94	28	13	16	13	30	92	182	293	1674
Miandrivazo	19,33	45,50	71	325	256	218	48	8	6	2	8	15	52	134	237	1309
Mandoto	19,56	46,28	915	360	289	256	68	16	6	8	7	11	72	156	290	1539

Tableau 41.1 rotations sur rizières selon les périmètres

	Aambohibary	Manandona	Landratsay	Vinaninony	Soavina (1)
Riz sans contre saison	64%	73%	88%	99 %	90 %
Riz pomme de terre	20%	16.5%	4.5%	0 %	0 %
Autres rotations	15.3%	10.5%	7%	1 %	10 % (2)

Tableau 42.4 Variabilité des surfaces en rizières irriguées par personne dans trois échantillons

	APS 4 PPI 775 exploitations	APS 9 PPI 730 exploitations	Suivi évaluation ODR 970 exploitations
Moyenne	8.53	11.83	9.97
cart type	8.92	12.7	9.68
Coefficient de variation	104 %	107 %	98 %

Tableau 42.5 Variabilité des surfaces en rizières par exploitation dans trois échantillons

	APS 4 PPI 775 exploitations	APS 9 PPI 730 exploitations	Suivi évaluation ODR 970 exploitations
Moyenne	45.06	66.92	67.36
cart type	41.8	92.22	53.94
Coefficient de variation	93 %	137 %	80 %

Tableau 42.6 Variabilité de la proportion tanety sur rizières par exploitation dans trois échantillons

	APS 4 PPI 775 exploitations	APS 9 PPI 730 exploitations	Suivi évaluation ODR 970 exploitations
Moyenne	2.61	2.35	1.06
cart type	6.91	2.3	0.96
Coefficient de variation	%	98 %	91 %

<sup>1</sup> Source chef de zone Soavina

<sup>2</sup> essentiellement de la double riziculture

**Tableau 43.1 Evolution du nombre de bovin par personne entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole (1984-1985) et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoaa (1991)**

CIRVA	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amb	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	0.21	0.68	0.48	1.78	0.66	0.44	0.13	0.32	0.26	0.7	0.36
84-85	0.21	0.3	0.26	0.76	0.35	0.42	0.32	0.33	0.34	0.49	0.38
1990			0.31	0.70	0.57	0.38	0.36	0.25	0.32	0.46	0.37

**Tableau 43.2 Evolution du nombre de ménages possédant des bovins entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole (1984-1985) et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoaa (1991)**

CIRVA	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amb	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	41	55	49	64	51	60	52	48	51	50	51
84-85	45	46	46	55	51	61	64	58	61	62	61
1990			58	65	62	74	65	52	61	68	64

**Tableau 43.3 Evolution du nombre de charrette pour 100 personnes entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoaa (1991)**

CIRVA	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amb	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	-	-	-	1	-	4	4	4	4	2	3
84-85	1	1	1	3	1	5	5	4	5	3	4
1990						7	6	3	5	4	5

**Tableau 43.4 Evolution du nombre de charrue pour 100 personnes entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoaa (1991)**

CIRVA	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amb	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	1	1	1	2	2	2	1	1	1	4	2
84-85	1	1	1	6	2	3	3	2	3	11	5
1990						6	4	4	4	12	7

bleau 43.5 Evolution du nombre de herces pour 100 personnes entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranaroso (1991)

CIRV	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amba	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	2	1	1	2	1	8	5	4	5	5	5
84-85	2	2	2	3	2	8	5	4	5	7	6
1990						8	9	5	7	10	8

bleau 43.6 nombre de boeufs dressés par exploitation:

Source/nb boeufs par exp.	0	1	2	3	4 ou plus
suivi ODR	54	3	30	3	10
APS 4 PPI	73	3	22	1	2
APS 9 PPI	63	3	26	2	6

bleau 43.7 nombre de porcins et de truie par exploitation (% des exploitations)

nombre de porcins	0	1	2	3	4 et plus
porcins suivi ODR	70	20	7	2	1
porcins APS 4 PPI	52	24.5	11	3.5	9
porcins APS 9 PPI	58	24	12	2.5	4
truie APS 4 PPI	80	16.5	2.5	1	
truie APS 9 PPI	88	9	2	1	

bleau 43.8 Evolution du nombre de porcins par personne entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranaroso (1991)

CIRV	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amba	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Btf	Tot.
73-74	0.07	0.27	0.18	0.16	0.17	0.71	-	0.22	0.36	0.23	0.32
84-85	0.11	0.17	0.16	0.14	0.15	0.09	0.18	0.10	0.13	0.21	0.15
1990			0.17	0.19	0.16	0.06	0.16	0.21	0.16	0.21	0.18

Tableau 43.9 Evolution du nombre de ménage élevant des porcins entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoà (1991)

CIRV A	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amba	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Bif	Tot.
73-74	21	32	27	27	27	35	45	27	35	33	35
84-85	39	43	41	46	42	29	51	32	38	47	41
1990			45	48	46	35	57	48	48	39	45

Tableau 43.10 Evolution du nombre de volailles par personne entre les enquêtes rizicoles 1973-1974, Recensement national Agricole et suivi évaluation ODR 1990 Rasoloarimalala (1991) et Ranarosoà (1991)

CIRVA	A m b o s i t r a					A n t s i r a b e					
	Fndr	Amba	HT	Atof.	Tot.	Far	Atif	Abe	HT	Bif	Tot.
73-74	1.94	1.63	1.76	2.65	1.88	1.87	2.74	2.44	2.47	2.01	2.37
84-85	2.28	2.91	2.61	2.17	2.54	2.37	1.79	1.48	1.77	1.85	1.79
1990			1.78	1.46	1.74	1.61	1.91	1.56	1.69	1.91	1.77

ANALYSE FACTORIELLE DES COMPOSANTES PRINCIPALES

\*\*\*\*\*

NIVEAU DES TRANSACTIONS AU NIVEAU DE FERMES DE REFERENCE R-D/PPI-ODR

CHIFFRES UTILISES : DONNEES : fus001.gst RESULTATS : bil1.RES

COCKAGE DES FACTEURS : INDIVIDUS PRINCIPAUX :bil1.lnD VARIABLES PRINCIPALES :bil1.var 47 INDIVIDUS DONT 0 SUPPLEMENTAIRES 25 VARIABLES DONT 0 SUPPLEMENTAIRES 5 FACTEURS RETENUS

LES POIDS DES COLONNES SONT MULTIPLIES PAR 10 \*\* -3 LES VALEURS DU TABLEAU SONT MULTIPLIEES PAR 10 \*\* -3

LES VALEURS PROPRES VAL(1)= 4.71970

NUM ITER ! VAL PROPRE ! POURCENT ! CUMUL !\* HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE

1! 0! 4.71970! 18.879! 18.879! \*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!  
 2! 1! 3.50147! 14.006! 32.885! \*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!  
 3! 1! 2.68757! 10.750! 43.635! \*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!\*\*\*\*\*!

Tableau 44.1 Contributions des variables et corrélations avec les axes

	! J1 !	! QLT POID !	! INR !	! 1#F !	! COR CTR !	! 2#F !	! COR CTR !	! 3#F !	! COR CTR !	
11RPR1!	625	21	40!	-616	379 80!	317	100 29!	-321	103 38!	recette en riz et paddy 1er trimestre
21RPR2!	610	21	40!	-583	340 72!	313	98 28!	-301	91 34!	" " " " " 2è "
31RPR3!	702	21	40!	-703	494 105!	214	46 13!	-355	126 47!	" " " " " 3è "
41RPR4!	762	21	40!	-706	499 106!	350	123 35!	-370	137 51!	" " " " " 4è "
51PVR1!	766	21	40!	-493	243 51!	-587	345 99!	14	0 0!	" " prod vgtx 1er "
61PVR2!	783	21	40!	-180	32 7!	-613	376 107!	-204	42 16!	" " " " " 2è "
71PVR3!	414	21	40!	-328	108 23!	-257	66 19!	155	24 9!	" " " " " 3è "
81PVR4!	625	21	40!	-163	27 6!	-594	353 101!	-317	100 37!	" " " " " 4è "
91TRR1!	791	21	40!	-179	32 7!	243	59 17!	672	452 168!	" " travail 1er "
101TRR2!	755	21	40!	-255	65 14!	52	3 1!	708	501 186!	" " " " " 2è "
111TRR3!	184	21	40!	32	1 0!	-20	0 0!	378	143 53!	" " " " " 3è "
121TRR4!	513	21	40!	-52	3 1!	365	133 38!	380	145 54!	" " " " " 4è "
131BTR!	702	21	40!	-27	1 0!	-685	469 134!	-89	8 3!	" " blé triticale
141ANR!	585	21	40!	-387	150 32!	-211	44 13!	299	89 33!	" " animaux
151PAR!	549	21	40!	86	7 2!	-574	330 94!	-210	44 16!	" " produits animaux
161RPD!	536	21	40!	-507	257 54!	26	1 0!	266	71 26!	dépense " riz et paddy
171PVP!	714	21	40!	-420	176 37!	-252	64 18!	161	26 10!	" " produits végétaux
181AND!	552	21	40!	-680	463 98!	264	70 20!	-31	1 0!	" " " animaux
191INTD!	612	21	40!	-273	75 16!	-645	416 119!	323	104 39!	" " intrants
201INVD!	669	21	40!	-680	462 98!	347	120 34!	-58	3 1!	" " investissement (matériel, foncier)
211CRER!	89	21	40!	-105	11 2!	223	50 14!	-132	18 7!	recette crédit
221CRED!	108	21	40!	133	18 4!	-159	25 7!	-113	13 5!	dépense crédit
231TRD!	633	21	40!	-666	444 94!	-381	145 42!	-147	22 8!	dépense travail
241AUTR!	618	21	40!	-227	52 11!	1	0 0!	550	303 113!	recette autres
251AUTD!	786	21	40!	-618	381 81!	-255	65 19!	351	123 46!	dépenses autres
			1000!		1000!		1000!		1000!	

Axe 1	Axe 2	Axe 3
rec. riz paddy	rec. pr.vgx blé tr. orge pr. anx	Recettes travail et autres recettes
dép. anx. invest. travail	dépenses intrants	

Tableau 44.2 Représentation des individus sur les axes 1-2

1 AXE HORIZONTAL ( 1 )--AXE VERTICAL ( 2 )--TITRE: SUIVI DES TRANSACTIONS AU NIVEAU DE FERMES DE REFERENCE R-D/PPI-ODR

NOMBRE DE POINTS : 47 -- LIMITES IMPOSEES : -5.43122 ET 2.31201 SUR L'AXE HORIZONTAL  
-4.67905 ET 3.48364 SUR L'AXE VERTICAL

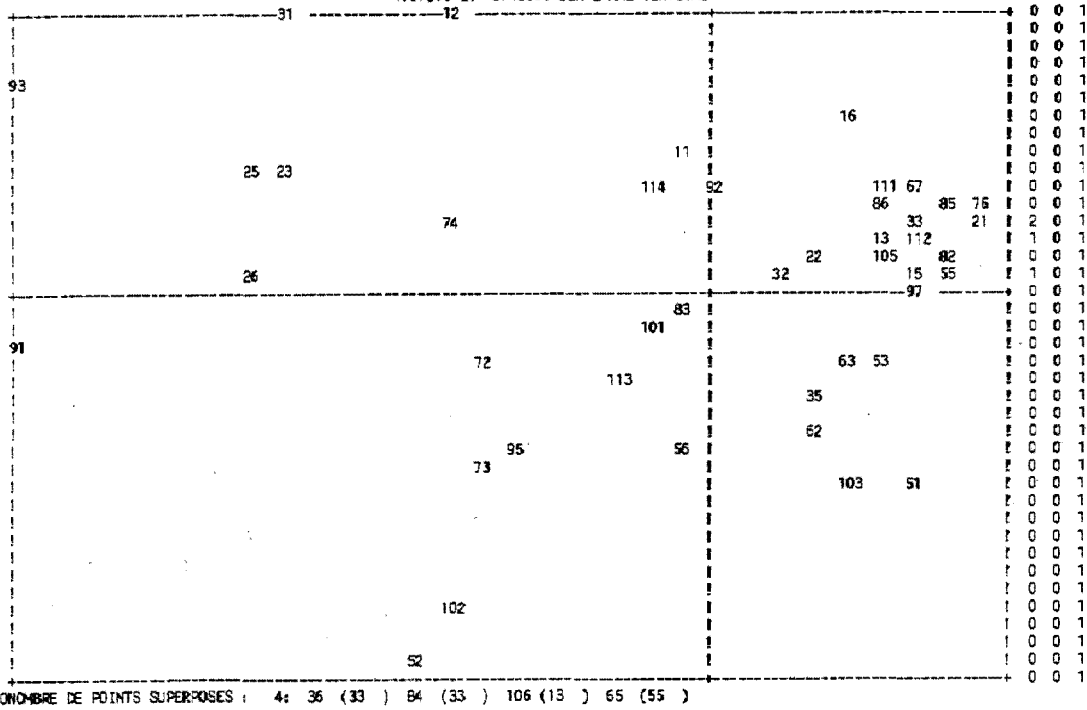


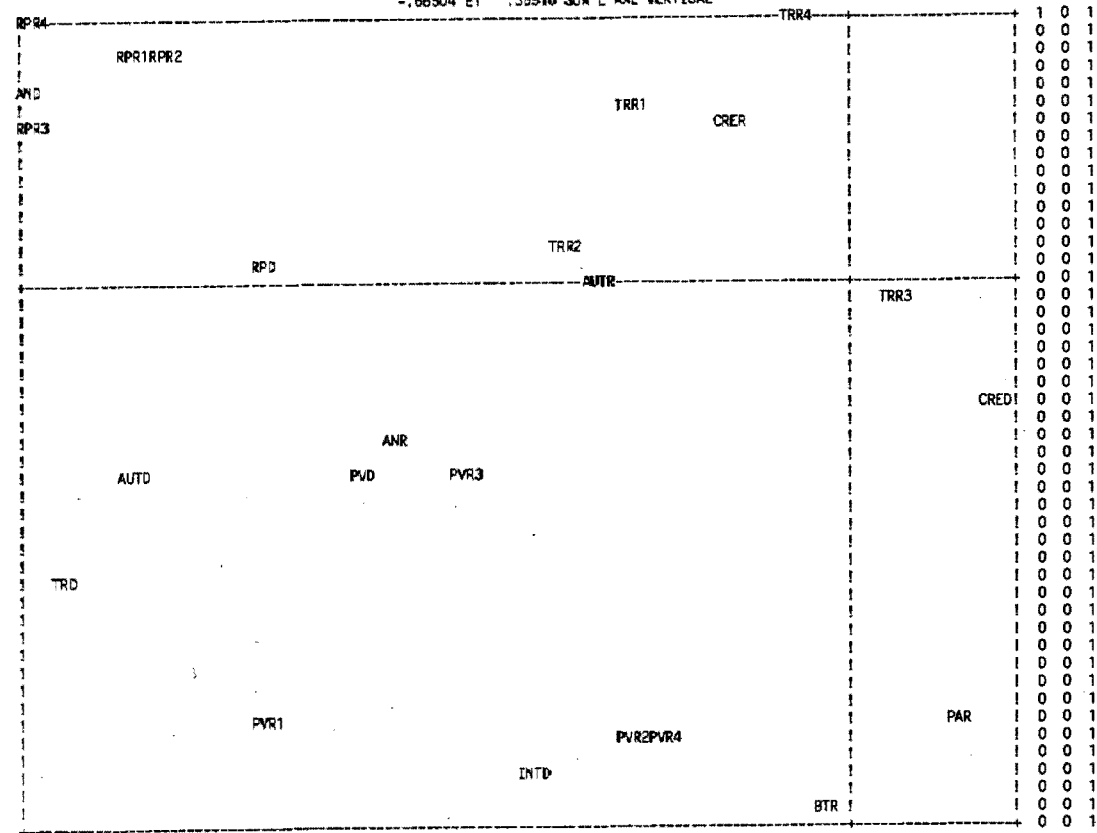
Tableau 44.3 representation des variables sur les axes 1-2

1 AXE HORIZONTAL ( 1 )--AXE VERTICAL ( 2 )--TITRE: SUIVI DES TRANSACTIONS AU NIVEAU DE FERMES DE REFERENCE R-D/PPI-ODR

Tableau 44.3 représentation des variables sur les axes 1-2

AXE HORIZONTAL( 1)--AXE VERTICAL( 2)--TITRE:SUIVI DES TRANSACTIONS AU NIVEAU DE FERMES DE REFERENCE R-D/PPI-ODR

NOMBRE DE POINTS : 25 - LIMITES IMPOSEES : -.70649 ET .13261 SUR L'AXE HORIZONTAL  
 -.66504 ET .35516 SUR L'AXE VERTICAL



ONOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 1

INVD(RPR4)



Tableau 52.1 Répartition de la main d'oeuvre familiale et de la main d'oeuvre salariée en fonction des zones de développement de l'ODR (enquête 1987-1988)<sup>3</sup> en % des rizières

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28	
sans apport	75	23	28	86	92	56	66	94	41	49	95	43	74	86	67
Main d'oeuvre familiale	5	65	46	9	8	16	22	4	52	28	3	54	22	7	24
Main d'oeuvre salariée	20	12	26	5	1	28	12	3	7	23	3	3	4	7	10

Tableau 52.2 Les types de transport de fumier par zone de développement (enquête 1987-1988) en % de rizières

	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24	25	26	27	28	
sans F.O.	74	23	27	86	92	56	66	94	29	49	95		74	86	65
sobika	11	61	71	9	8	38	23	4	38	9	1		10	3	21
charrette	14	16	2	5	1	6	10	3	33	42	5		15	11	14

<sup>3</sup> Les zones de 11 à 16 se trouvent dans la CIRVA d'Ambositra, celles de 21 à 28 dans celle d'Antsirabe.  
 11 Ambositra sud, 12 Fandriana Nord, 13 Fandriana Sud, 14 Soavina, 15 Ambatofinandraha, 16 Ambositra Nord;  
 21 Antsirabe Sud, 22 Betafo Est, 23 Faratsiho, 24 Antanifotsy Sud, 25 Betafo Ouest, 26 Antanifotsy Nord, 27 Antsirabe Nord, 28 Antsirabe Centre. cf carte des zones de développement

## Références Bibliographiques

- Adam J., 1931. *La mise en valeur agricole à Madagascar*. L'agriculture Pratique des Pays Chauds, Nouvelle série (7) : 297-308.
- Alberteau K., 1990. *Gestion de l'eau sur les petits périmètres irrigués de l'ODR*. MADAGASCAR. Mémoire ISTOM, Le Havre, 31 p.
- Alsac, 1963. *Notice explicative de la feuille FARATSIHO, carte géologique au 1/100,000*. Service géologique de Madagascar.
- Andriamahefa H., 1991. *Besoins en eau des rizicultures : application sur le périmètre rizicole d'Ambohibary Sambaina*. Mémoire de fin d'étude en hydraulique, Tananarive, 128 p + annexes.
- Andrianantenaina F., 1992. *Economie paysanne et crédit rural à travers le cas du Fokontany d'Ambohidrano. Approche géographique*. Mémoire de CAPEN, Ecole Normale niveau 3 Antananarivo, filière Histoire Géographie, 258 p.
- Angladette A., 1966. *Le riz*. Techniques agricoles et productions tropicales ed., Limoges, 930 p.
- Angé A., 1985. *Aménagement et gestion de l'espace dans la lutte contre la sécheresse. Quelques réflexions méthodologiques*. Montpellier, R3S CIRAD IRAT 39 p. Doc. multig.
- Angé A., 1989. *Stratification de l'espace rural et diagnostic des contraintes du milieu à la production végétale*. in *Agronomie et ressources naturelles en région tropicale*, Bertrand R., Saint Macary H. (éd). p 35-65.
- Angé A., 1989. *Transfert de fertilité et gestion des terroirs*. CIRAD IRAT, octobre 1989, 6 p. Doc multig.
- Arrivets J., Ravoavy, 1979. *Economie de la fumure minérale par rapport aux restitutions organiques sur les rizières des hautes terres. Expérimentation 1977-1978*. Tananarive, CENRADERU DRA., doc. multig.
- Arrivets J., Razafindramonjy J.B. 1980 *Expérimentation 1974-1979 sur la fumure du riz dans la province de Tananarive*. Tananarive, CENRADERU DRA 38 p. + annexes.
- Arrivets J., Razafindrakoto J., 1980. *Programme système de fumure. Reprise de l'expérimentation sur la fumure du manioc sur les hautes terres. Résultats Ampangabe 1976-1978*. Tananarive, CENRADERU DRA, 43 p. doc. multig.
- Arrivets J., Rakotoandriamihamina J., 1980. *Essais de fumure sur maïs sur les hautes terres. Compte rendu Ampangabe 78-79*. Tananarive, CENRADERU DRA, 31 p.
- Arrivets J., Rabetrano A., Rakotoandriamihemina J., 1989. *Fertilisation organominérale des sols ferrallitiques des hauts plateaux malgaches. Economie des engrais importés et valorisation des ressources locales*. CIRAD Montpellier, FOFIFA Tananarive, 28 p.
- Banque mondiale 1991 *Madagascar stratégie pour une croissance agricole*. Rapport n° 10063 MAG 69 p.
- Battistini R., 1964. *Problèmes morphologiques du VAKINANKARATRA*. Tananarive, Madagascar. Revue de géographie (5) : 43-69.
- Benoit Cattin M., 1990. *Les dimensions économique, sociale, institutionnelle de la gestion de la fertilité*. In Actes des rencontres "Savanes d'Afrique terres fertiles" Montpellier du 10 au 14 décembre 1990, p 75-84.
- Benz H., 1991. *Le riz de l'oncle Sam et le marché mondial : la compétitivité à coup de dollars*. ORSTOM, Cahiers Sciences Humaines, 27 (1-2) : p 17-27.

### III

- Bonnemaison J., 1969** *Le peuplement des hauts de l'Ankaratra*. Tananarive, Madagascar Revue de Géographie, (14) : 33-61.
- Bonnemaison J., 1976.** *Tsarahonenana des riziculteurs de montagne dans l'ANKARATRA*. Paris, ORSTOM atlas des structures agraires à Madagascar n°3, 98 p + cartes.
- Boquet, 1961.** *Neuf ans de contribution à l'étude du blé à Madagascar*. Riz et riziculture, 7 (1) : 5-17.
- Borie J.M., 1989.** *Place et intégration de l'arbre dans l'exploitation agricole des Petits Périmètres irrigués de l'ODR*. Mémoire de fin d'étude, CNEARC Montpellier, 87 p. + annexes.
- Borriello C., 1991.** *L'alimentation du bétail en saison sèche sur les petits périmètres irrigués*. ODR - CIRAD DSA, Mémoire de fin d'étude, CNEARC Montpellier, 67 p. + annexes
- Boserup E., 1970.** *Evolution agraire et pression démographique*. Flammarion, Paris, 218 p.
- Bosser J., 1969.** *Graminées des paturages et des cultures à Madagascar*. Paris, ORSTOM, mémoire n°35, 440 p.
- Bouchard L., Rakotoarimanana, 1966.** *Etude de l'évolution des sols sous culture en liaison avec les études de régénération de la fertilité. Evolution de la stabilité structurale en fonction du traitement*. Tananarive, Document IRAM n°94.
- Bouchard L., 1967.** *Etude pédo-agronomique de la région de MANDOTO*. Tananarive, Bulletin de Madagascar (247) : 24-54.
- Bouchard L., Damour M., 1971.** *Interventions pédoagronomiques de l'IRAM près des organismes de vulgarisation du MAER GOPR URER*. Tananarive, Document IRAM n°301.
- Bourde P., 1897.** *Les cultures de Madagascar*. Revue des Cultures Coloniales, 1 (2) : 56-63.
- Bourgeat F., 1972.** *Sols sur socle ancien à MADAGASCAR. Types de différenciation et interprétation chronologique au cours du quaternaire*. Paris, ORSTOM, Mémoire n°57, 335 p.
- Bourgeat F., Huynh Van Nhan, Vicariot F., Zebrowski C. 1973** *Relation entre le relief, les types de sol et leurs aptitudes culturales sur les Hautes terres malgaches*. Paris, Cahiers de l'ORSTOM, série biologie XIX : 23-42
- Bourgeat F., Sourdat M., Tricart J., 1979.** *Pédogénèse et Morphogénèse d'après des exemples malgaches*. Tananarive, Madagascar Revue de Géographie (35) : 9-54.
- Brossier J., 1989.** *Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole. Quelques principes méthodologiques*. In Le risque en agriculture. M. Eldin et P. Milleville (éd). Paris, ORSTOM, p 25-46.
- Brossier J., Chia E., 1989.** *Recherches en gestion : vers une théorie de la gestion de l'exploitation agricole*. In Modélisation systémique et système agraire décision et organisation. INRA SAD
- Buresi J.M., 1968.** *Inventaire agro-économique du Vakinankaratra*. Tananarive, Documents IRAM n° 155, 166, 168, 171, 177.
- CENRADERU, 1976.** *Etude de l'équilibre de la fertilisation organique et de la fertilisation minérale. Ressources locales en engrais minéraux, amélioration du fumier 1974-1975*. Tananarive, Document IRAM n°402, 67 p. + annexes.

#### IV

Cacqueray G., 1971. *Un schéma d'évolution pour les exploitations agricoles merina*. Tananarive, Terre malgache n°9.

Callet F., 1908. *Tantara ny Andriana eto MADAGASCAR* Tananarive Académie malgache 2 tomes, p 1-481 et p 482-1243. Traduction française de Chapus G.S. et Ratsimba E. *Histoire des rois d'Imerina* Tananarive, Académie malgache tome 1, 1953 668p - tome 2, 1956 p691-824 - tome 3, 1958 340p - tome 4, 1958 910p - tome 5, 1978 222p.

Carle G., 1909. *Contribution à l'étude des irrigations à Madagascar*. Note lue à la chambre d'Agriculture, Bulletin économique de Madagascar, Imprimerie officielle de Tananarive, n°1 1er semestre, p 139-158.

Carle G., 1911. *Hydraulique et améliorations agricoles : étude sur l'hydraulique et les améliorations foncières à Madagascar*. Bulletin économique de Madagascar, Imprimerie officielle de Tananarive, p 81-110

Chabanne A., 1990. *Projet riz d'altitude, rapport de campagne 1989-1990, agrophysiologie*. Tananarive, IRAT FOFIFA, 60 p. doc. multig.

Chabanne A., 1991. *Projet riz d'altitude, rapport de campagne 1990-1991, agrophysiologie*. Tananarive, IRAT FOFIFA, 143 p. doc. multig.

Chabanne A., 1992. *Rapport de campagne 1991-1992, volet agrophysiologie*. Tananarive, IRAT FOFIFA, projet CEE STD2, programme riz d'altitude, 169 p. doc. multig.

Chabaud C., 1991. *Aménagement des Bas Fonds sur les Hauts Plateaux malgaches*. In actes du séminaire "Bas Fonds et riziculture" Antananarivo décembre 1991, p 429-435.

Chantraine, 1966. *Notice explicative de la feuille MANANDONA* carte géologique au 1/100.000 Tananarive, Service géologique de Madagascar.

Chaperon P., Danloux J., Ferry L., 1993. *Fleuves et rivières de Madagascar* Edition de l'ORSTOM, Paris, 874 p.

Charpentier H., Séguy L., Michellon R., 1990. *Cultures associées, couvertures végétales mortes et vivantes*. In actes des rencontres internationales "Savanes d'Afrique, terres fertiles" Montpellier 10-14 décembre 1990, p 333-355.

Chataigner J., 1982. *Avant propos sur l'exploitation agricole en Afrique noire* GERDAT Groupe travail Economie rurale, L'exploitation agricole en Afrique noire.

Chatel B., Arrigui de Casanova J., Deval H., 1990. *Madagascar étude spéciale* Marchés tropicaux et méditerranéens, (125) : 2117-2162.

Chombard de Lauwe J., Poitevin J., Tirel J.C., 1963. *Nouvelle gestion des exploitations agricoles* DUNOD Paris, 507 p.

Ciolina F. 1947 *Hydraulique agricole*. In Encyclopédie coloniale et maritime Madagascar Paris, tome 1, p 364-372.

Cope, 1989. *Rice response to fertilizers in Madagascar, 87-88 First year trial*. FAO Programme Engrais Malgache. doc. multig.

Coulaud D., 1973. *Les ZAFIMANIRY : un groupe ethnique à la poursuite de la forêt Etude de géographie humaine*. Thèse de 3° cycle Tananarive, Fanontam Boky Malagasy, 385 p.

Coulomb J., Serres P., Tacher G., 1980. *L'élevage en pays sahéliens*. Paris, PUF CILF AGECCOOP, 183 p.

- Cretenet M., 1990. *Efficacité agronomique des engrais et amendements en agriculture fixée*. In actes des rencontres internationales "Savanes d'Afrique, Terres fertiles" Montpellier 12/1990, p 419-438.
- Dahl O., 1992. *Quand le futur vient de derrière : le concept malgache de temps et d'ordre du monde et les conséquences pour le transfert de technologie*. In actes du Colloque sur les changements sociaux dans le Vakinankaratra, Antsirabe 6-9/04/1992, Tananarive, Stavanger, p 157-171.
- Dardel D. 1971 *Analyse de l'échec d'un essai de transformation de l'environnement économique agricole à Madagascar Economie rurale* (88) : 97-101.
- De Datta S.K. Gomez K.A. Descalsota J.P., 1988. *Changes in yield response to major nutrients and in soil fertility under intensive rice cropping*. *Soil science*, 146 (5) : 350-358.
- Decary R., 1948. *Les traditions relatives à l'origine de Faratsiho*. Tananarive, Mémoires de l'Académie Malgache, fascicule hors série 1948, p 55-58.
- Deffontaines M., 1985. *Etude de l'activité agricole et analyse du paysage*. L'espace géographique 1.
- Deffontaines M., Petit M., 1985. *Comment étudier les exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique*. Versailles, INRA SAD, Etudes et Recherches 47 p.
- Descheemaeker A., 1986. *Ravi maitso (plante verte)*, Ambositra.
- Devèze J.C., 1969. *Contribution à l'étude des rapports entre la culture et l'élevage en Afrique Tropicale et à Madagascar*. Tananarive, Terre malgache, Université de Madagascar, (6) : 171-207.
- Devèze J.C., 1971. *Essai de prise en charge des attitudes psycho-sociologique des paysans lors d'une opération de développement rural à Madagascar*. *Economie rurale* (88) : 121-125.
- Dez J., 1967. *Le VAKINANKARATRA esquisse d'une histoire régionale*. Tananarive, Bulletin de MADAGASCAR (256) : 657-703.
- Dez J., 1970. *Eléments pour une étude de l'agronomie agro-sylvo pastorale de l'IMERINA ancien Tananarive*, Tananarive, Terre malgache (8): 9-60.
- Dez J., 1971. *La monarchie merina et le développement agricole*. Tananarive, Terre malgache (10).
- Disaine B., Laha G., 1992. *Concept de développement dans le contexte socio-culturel malgache*. Tananarive, BIT FNUAP, Projet mag 87/p02, doc. multig.
- Dommergues Y., 1954. *Action du feu sur la microflore des sols de prairie*. Mémoire IRSM. Tome VI série D, 149-158.
- Dommergues Y., 1954. *La microbiologie appliquée à l'étude de la conservation des sols*. Mémoire IRSM Tome VI série D, 105-113.
- Donque G., 1975. *Contribution géographique à l'étude du climat de MADAGASCAR* Tananarive, 478 p.
- Dorosh P., Haggblade S., et al., 1991. *Revue sectorielle de l'agriculture. Analyse des effets induits de la croissance à Madagascar*. Tananarive, PNUD - Banque Mondiale - RDM 75 p.
- Douessin R., 1974. *Géographie agraire des plaines de TANANARIVE*. Tananarive, Madagascar Revue de Géographie, (25) 9-156, (26) : 9-91.

## VI

**Droy I., 1991.** *La réhabilitation des petits périmètres irrigués à Madagascar: une réponse aux importations de riz ?* ORSTOM, Cahiers des Sciences Humaines, 27 (1-2) : 117-127.

**Dubois H., 1938.** *Monographie des BETSILEO.* Paris, Institut d'Ethnologie, 1519 p.

**Dubois de la Sablonniere, Berthod P., 1988.** *Programme de développement agricole sur les hauts plateaux. Rapport d'évaluation, Volume 1, rapport principal, 50 p, doc. multig.*

**Dufournet R., 1961.** *Riziculture de la région de Tananarive; Evolution nécessaire.* Tananarive, Bulletin de Madagascar (180) : 370-380.

**Dulcire M., Losseau A., 1992.** *Apporter de l'azote et du phosphore en riziculture inondée sur les hautes terres malgaches? oui en modulant leurs doses selon la teneur en matière organique du sol.* Tananarive, ESSA -PEM FAO, 81 p. doc. multig.

**Dulcire M., 1992.** *Les différents niveaux d'étude de l'agronome : échelles d'observation, de perception, d'appréhension et leur opportunité. Quelques repères pour l'action.* Tananarive, ESSA Antananarivo- CIRAD SAR, 38 p. doc. multig.

**Dulcire M., 1993.** *Le minéral, le végétal et le social: du sol à l'homme, en passant par le climat...* In Les démarches de l'UR GAM en gestion de la fertilité : concepts et applications, p 1-15, doc. multig.

**Eldin M., 1989.** *Du risque de sécheresse au risque de mauvaise récolte : un effort de clarification des concepts.* In Le risque en agriculture. M. Eldin et P. Milleville (éd.). Paris, ORSTOM, p 19-24.

**Eldin M., Milleville P., 1989.** *Avant propos sur le risque en agriculture.* In Le risque en agriculture. M. Eldin et P. Milleville (éd.). Paris, ORSTOM, p 7-15.

**Equipe RD PPI, 1992.** *Méthodologie et résultats en première phase de Recherche Développement.* Antsirabe, RD PPI ODR FOFIFA DRD, 80 p, doc. multig.

**FAO, 1987.** *Projet Recensement National de l'Agriculture et synthèse permanente des statistiques agricoles. Campagne agricole 1984-1985.* 5 tomes

**FAO, 1987.** *Guide sur les engrais et la nutrition des plantes.* Rome, Bulletin FAO engrais et nutrition végétale n°9, 190 p.

**FIDA, 1988.** *Programme de développement agricole sur les hauts plateaux. Rapport d'évaluation.* n.p. doc. multig.

**Fauroux E., 1970.** *Les transformations d'une communauté villageoise (Ambohidranandriana) Vakinankaratra.* Tananarive, ORSTOM, 3 tomes 303 p + 77 p, doc. multig.

**Fauroux E., 1974.** *Dynamismes précoloniaux et transformations actuelles d'une communauté villageoise du VAKINANKARATRA.* Tananarive, Cahier du centre d'études des coutumes (10) : 61-91.

**Feugeas Y., 1979.** *Le marché du riz pendant la période coloniale à Madagascar (1905-1940).* Tananarive, Etudes historiques de l'université de Madagascar IV, 201 p + annexes.

**Fontoynt Dr., Raomandahy E., 1940.** *Les Andriana du Vakinankaratra.* Tananarive, Bulletin de l'Académie Malgache, (23) : 33-56.

**François P., 1963** *Budgets et alimentation des ménages ruraux en 1962.* Paris, CINAM INSEE Secrétariat d'Etat aux affaires étrangères, 4 tomes: 124 p., 288 p., 242 p. et 48 p.

## VII

**Fujisaka S., 1990.** *Agroecosystem and Farmer Practices and Knowledge in Madagascar's Central Highland Toward Improved Rice-Based Systems Research.* IRRI IRPS n°143.

**GERSAR, MAMOKATRA EEDR, 1988.** *Avant projet sommaires de réhabilitation des périmètres Ambohibary, Vinaninony, Iandratsay, Manandona.* Tananarive, doc. multig.

**Gachon L., 1985.** *Fertilité des sols.* Encyclopedia Universalis, t.7 Paris.

**Gastellu J.M., 1978.** *Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique?* In *Evaluation du développement et méthode d'investigation*, p 1-20.

**Gillain J., 1969.** *Aperçu sur les problèmes de mise en culture rationnelle des tanety de l'URER de Tananarive.* Tananarive, Bulletin de Madagascar (280-281) : 831-841.

**Gillain J., 1984.** *Les bases de raisonnement de la riziculture : systèmes de production, techniques culturales, développement rural.* Document multig., 66 p.

**Giudici P. de, 1991.** *Caractérisation physicochimique des sols rizicultivés d'un bas fond des Hautes Terres. Variabilité topologique des paramètres et influence sur la productivité.* In Actes du Séminaire "Bas fonds et riziculture" Tananarive, décembre 1991, p 251-260.

**Giudici P. de, 1990.** *Etude physico-chimique des sols de la plaine de Vinaninony.* in: rapport d'activité 89. Projet CEE FOFIFA IRAT Riz d'altitude. Intervention du LRI. Doc. multig.

**Godard D., Sebillotte M., 1982.** *La notion de fertilité. Eléments d'analyse historique.* in: Bulletin Technique d'Information, numéro spécial Fertilité du milieu et agriculture (370-372) : 337-343.

**Godelier M., 1983.** *Rationalité et irrationalité en économie.* La découverte, Maspero, Paris 2 tomes (1 tome 124 p., 2 tome 213 p.)

**Godon P., 1988.** *Fertilisation du riz en fonction des systèmes de production et de la nature des sols.* Rapport de mission au lac Alaotra mai 1988, CIRAD IRAT, doc. multig.

**Gourou P. (dir), 1967.** *Madagascar, Carte de densité et de répartition de la population.* Bruxelles Paris CEMUBAC ORSTOM, 3 cartes au 1/1.000.000 et notice de 28 p.

**Gourou P., 1971.** *Leçons de géographie tropicale.* Paris, La Haye, Mouton 324 p.

**Gourou P., 1973.** *Pour une géographie humaine.* Paris, Flammarion 388 p.

**Gourou P., 1993.** *Géographie et développement.* Cahiers Sciences Humaines de l'ORSTOM, hors série 1993, 49-50.

**Greenland D.J., De Datta S.K., 1985.** *Constraint to rice production and wetland soils characteristics.* In *Wetland soils characterization, classification and utilisation.* Proceedings of a workshop held 26 march to 5 april 1984, Los Banos, IRRI, p 23-36.

**Grundon N.J., 1987.** *Hungry crops: a guide to nutrient deficiencies in field crops* Queensland department of primary industries Brisbane, 242 p.

**Hamon R., 1972.** *L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche (bilan de trois années d'étude).* L'Agronomie Tropicale 27 (5) : 592-607.

**Haut de Sigy G. de, 1966.** *Une agriculture intensive est elle possible sur les collines ferrallitiques de l'Imerina.* Tananarive, Document IRAM n°91, 43 p.

## VIII

- Haut de Sigy G. de, 1967. a) Méthode d'approche des problèmes de diversification de culture pour le Vakinankaratra sur sols ferrallitiques humifères dérivés de basalte.** In Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive Novembre 1967 p 411-414.
- Haut de Sigy G. de 1967. b) Compte rendu d'essais concernant la diversification des cultures sur les collines du Vakinankaratra.** Tananarive, Document IRAM n°116.
- Haut de Sigy G. de, 1968. Possibilités offertes par des spéculations végétales; analyse économique de deux rotations.** Tananarive, Document IRAM n°147, 98 p.
- Haut de Sigy G. de, 1969. a) Pour une intensification des cultures de colline dans le Vakinankaratra. Synthèse.** Tananarive, Document IRAM n°194, 20 p.
- Haut de Sigy G. de, Buresi J.M., 1969. a) Le choix de petites régions agricoles prioritaires pour une action de développement rural. Exemple de Vakinankaratra, Préfecture d'Antsirabe République Malgache.** L'agronomie tropicale, série 2 24 (11) : 1011-1054.
- Haut de Sigy G. de, 1969. b) Contribution à l'étude des investissements fertilité.** Tananarive, Document IRAM n°207, 76 p.
- Haut de Sigy G. de, 1969. c) Analyse économique des possibilités de culture intensive sur les collines du VAKINANKARATRA.** Tananarive, Terre malgache (5) : 133-175.
- Haut de Sigy G. de, 1969. d) Cinq années de recherche en économie rurale à Madagascar Bilans et perspectives.** L'agronomie tropicale, série 2 24 (9) : 783-795.
- Haut de Sigy G. de, 1970. Contribution à l'étude des investissements fertilité sur les collines ferrallitiques des Hauts Plateaux malgaches.** L'Agronomie Tropicale, série 2 25 (5) : 441-471.
- Haut de Sigy G. de, 1971. Economie rurale et société exemple des hauts plateaux malgaches.** Economie rurale, (88) : 28-44.
- Haut de Sigy G. de, 1988. La recherche en économie rurale. Bilan des recherches effectuées à Madagascar avant 1974.** CIRAD IRAT, FOFIFA DRD, 25 p, doc. multig.
- Herelle J., 1961. Cultures de contre saison en rizière.** Tananarive, Bulletin de Madagascar (178) : 239-242.
- IRAM, 1964. Compte rendu d'activité 1963.** Tananarive, Bulletin de Madagascar (221) : 800.
- IRAM, 1967. Synthèse des résultats obtenus par l'IRAM sur la fertilisation de fond.** In Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive, Novembre 1967, p 989-991.
- IRAM, 1971. Dix ans d'activité de l'IRAM à Madagascar.** Tananarive, Document IRAM n°228.
- Janssen J., 1992. Compte rendu de la campagne rizipiscicole et piscicole 1989-1990 sur les hautes terres de Madagascar.** Tananarive, Ministère de l'Elevage et ressources halieutiques FI DP MAG 88/005 doc.tech n°3.
- Jouannetaud, 1900. Notes sur l'histoire du Vakinankaratra.** Tananarive, Notes reconnaissances et explorations IV, juin 1900, p 275-287.
- Jouve P., 1991. Usages et fonction de la jachère en Afrique de l'ouest et au Maghreb** Communication à l'atelier "la jachère en Afrique de l'Ouest" Montpellier 12/1991.



## IX

Jouve P., 1992. *Le diagnostic du milieu rural ; de la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricoles du milieu.* In L'appui au producteur. Ed. Ministère de la Coopération et Développement, Paris.

Kerhouault M., 1931. *Hydraulique et irrigation à Madagascar.* Communication au Congrès de l'outillage économique colonial et des communications 20-25 juillet 1931. Exposition coloniale internationale de Paris 1931, p 394-415.

Kilian J., 1974. *Etude du milieu physique en vue de son aménagement conceptions de travail méthodes cartographiques.* L'Agronomie tropicale, 29 (2-3) : 141-153.

La Vaissière P. de, 1982. *Le concept d'exploitation agricole est il pertinent et opérationnel en Afrique noire?* GERDAT, Groupe de travail "Economie rurale - L'exploitation agricole en Afrique noire".

Laconde C., Roudaut A.C., 1991. *Etude des systèmes agraires du sud du Vakinankaratra (bassin de la Ranomandry).* Mémoire de fin d'étude INA PG, chaire d'agronomie comparée, 128 p.

Lageat Y., Peyrot B., 1974. *Contribution à l'étude de la tectonique plio-quadernaire des hautes terres centrales de Madagascar: la plaine de Sambaina Ambohibary et ses bordures.* Tananarive, Revue de géographie (25) : 157-180.

Landais E., Deffontaines J.P., 1989. *Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique.* Etudes rurales (109) : 125-158.

Landais E., Lhoste P., Guérin H., 1990. *Systèmes d'élevage et transferts de fertilité.* In Actes des rencontres "Savanes d'Afrique terres fertiles" Montpellier 12/1990, p 219-270.

Larousse agricole 1981

Laulanié H. de, 1992. *Présentation technique du système de riziculture intensive basée sur le modèle de KATAYAMA.* Tananarive, Doc. multig.

Le Bourdieu F., 1974. *Hommes et paysages du riz à MADAGASCAR étude de géographie humaine.* Tananarive, FTM 648 p.

Le Thomas G., 1947. *La mutualité agricole.* In L'Encyclopédie coloniale et maritime Madagascar, Paris tome 1 p 262-274.

Leguevel de Lacombe B.F., 1840. *Voyage à Madagascar et aux îles Comores (1823 à 1830).* Paris, 1840, 2 volumes.

Lenoble A., 1949. *Les dépôts lacustres oligo-pleistocènes de l'Ankaratra.* Tananarive, Madagascar, Ann. Géol. du service des mines, fasc.18.

Leplaideur A., Rabemanantsoa N., Randrianjafinimaro H., Razafimandimby S., 1993. *Innovations récentes dans les réseaux commerciaux et de transformation du riz à Madagascar. Résultats d'une enquête 1991 dans la filière sur Antananarivo, Antsirabe, lac Alaotra.* Communication au séminaire "Innovations et Sociétés", Montpellier France, septembre 1993, 21p.

Leroy J.H., 1926. *Le riz à Madagascar.* L'agronomie coloniale (104) : 41-49, (105) : 96-101, (106) : 141-153, (108) : 201-211.

MRSTD, 1990. *Bilan de la recherche agricole à MADAGASCAR.* Montpellier, FOFIFA CIDST CIRAD, 356 p.

Malzac R.P., 1912. *Histoire du royaume Hova.* Tananarive, Imprimerie de la Mission Catholique.

## X

- Marchal J.Y., 1967.** *Contribution à l'étude historique du Vakinankaratra. Evolution du peuplement dans la cuvette d'Ambohimambola sous préfecture de Betafo.* Tananarive, Bulletin de Madagascar (250) : 241-280.
- Marchal J.Y., 1974.** *La colonisation agricole au Moyen Ouest malgache. La petite région d'Ambohimambola.* Paris, ORSTOM, Atlas des structures agraires à Madagascar n°2 122 p. + cartes ht.
- Marchal J.Y. 1991** *Quand les agronomes s'en vont aux champs.* L'espace géographique (3) : 214-221.
- Marchand, 1903.** *Note sur l'irrigation par retenue et infiltration des eaux pluviales Colonie de Madagascar.* Tananarive, Direction de l'Agriculture, Note n°23, 12 mars 1903, 5 p.
- Marnay P., 1971.** *Enquête sur les exploitations agricoles des Hauts Plateaux SATEC-SEDES,* 416 p. doc. multig.
- Mayeur N., 1913 a)** *Voyage dans le sud et dans l'intérieur des terres et particulièrement au pays d'Hancove (janvier 1977).* Rédigé par B. de Froberville Tananarive Bulletin de l'Académie Malgache XII (1) : 139-176.
- Mayeur N., 1913 b)** *Voyage au pays d'Ancove 1785.* Rédigé par M.Dumaine Tananarive Bulletin de l'Académie Malgache XII (2) : 13-42.
- Mendez del Villar P., 1993.** *Rapport d'évaluation de la phase III du programme d'extension de la culture du blé à Madagascar ; évaluation de l'opération blé.* CIRAD Cultures Annuelles 33 p. + annexes, Doc. multig.
- Milleville P., 1987.** *Recherche sur les pratiques des agriculteurs* Les cahiers de la Recherche Développement (16) : 3-7.
- Milleville P., 1989.** *Risques et pratiques paysannes: Diversité des réponses, disparité des effets.* In *Le risque en agriculture.* M. Eldin et P. Milleville (éd.). Paris, ORSTOM, p 179-186.
- Mong Gine T., Rabeson R., Rakotoarisoa R., Razafinjara A.L., Rakotonirina T., 1982.** *Etude pédologique de la plaine de SOAVINA (Ambatofinandrahna).* Tananarive, FOFIFA pédologie 37 p. + annexes, doc. multig.
- Moreau D., 1987.** *L'analyse de l'élaboration du rendement du riz : les outils du diagnostic.* GRET Paris, 122 p.
- Müntz A., Rousseaux E., 1901.** *Etude sur la valeur agricole des terres à Madagascar.* Bull. Minist. Agric. n°5, Paris Imprimerie Nationale 216 p. et une carte.
- ODR, 1988.** *Rapport d'activité 2è semestre 1987, programme de travail 1er semestre 1988.* Antsirabe, Document 88.093 ODR mars 1988, n.p., doc multig.
- ODR, 1991.** *Rapport annuel 1990.* n.p., doc. multig.
- Oldeman L.R., 1990.** *An agroclimatic characterisation of Madagascar.* Wageningen, ISRIC technical paper 21, 64 p.
- Orstom section de géographie, 1981.** *Cartes des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar.* Thème 1 potentiel des unités physique à 1/1.000.000. Paris, ORSTOM, notice explicative n°87 187 p. + cartes.
- Osty P.L., 1978.** *L'exploitation agricole vue comme un système.* In *Bulletin Technique d'Information* (326) : 43-49.
- PEM - FAO, 1986.** *Programme engrais malgache Phase 1 et 2 Rapport intérimaire.* Tananarive, doc. multig.

## XI

- PEM - FAO, 1992. *La fertilisation du riz irrigué sur les hauts plateaux de Madagascar. Résultats des essais de fertilisation conduits par le programme engrais malgache (87-91)*. Tananarive, GCPF MAG 060 NOR, 23 p. doc.multig.
- Pagot J., 1985. *L'élevage en pays tropicaux*. Paris, ACCT, Maisonneuve et Larose, 526 p.
- Papaioannou K. 1984 *Marx et les marxistes*. Flammarion, Paris.
- Pelissier P., 1972. *Réflexion sur une entreprise de développement par la vulgarisation agricole*. in: Etudes de géographie tropicale dédiées à Pierre Gourou, Paris, La Haye, Mouton p 397-405
- Pelissier P., 1976. *Les riziculteurs des Hautes Terres Malgaches et l'innovation technique* Paris, Cahiers de l'ORSTOM, série sciences humaines, XIII (1) : 41-56.
- Pellissier T., Johannes B., 1987. *Evolution de l'agriculture dans la cuvette de Betafo*. Mémoire de fin d'étude INA PG, chaire d'Agriculture comparée. n.p.
- Perrier de la Bathie H., 1918. *Les prairies malgaches*. Tananarive, Revue agricole et vétérinaire de Madagascar 1918, p. 331-336.
- Perrier de la Bathie H., 1934. *Des sols de Madagascar et des plantes qui en indiquent la valeur*. Revue de Botanique appliquée 1934 (14) : 756-774.
- Petit M., 1970. *Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar*. Tananarive, 308 p.
- Pichot J., 1993. *Pour une autre définition de la fertilité*. La lettre du réseau Recherche Développement (18) : 14-17.
- Piéri C., 1989. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara*. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD IRAT, 444 p.
- Piéri C., 1990. *Les bases agronomiques de l'amélioration et du maintien de la fertilité des terres de savanes au sud du Sahara*. In Actes des rencontres internationales "Savanes d'Afrique terres fertiles" Montpellier 12/1990, p 43-73.
- Pit J., 1993. *Rapport de mission: consultation en micro-informatique auprès du programme engrais malgache du 17 au 27 janvier 1993*. Antananarivo, 37 p. doc; multig.
- Place F., 1991. *Revue sectorielle de l'agriculture Production agricole des ménages dans les Hautes terres à Madagascar*. Tananarive, Banque mondiale - PNUD - RDM - FOFIFA/DRD, 57 p. doc. multig.
- Polti D., 1991. *Dix années de recherches et de développement sur la culture de l'orge de brasserie à Madagascar*. Tananarive, Malto SA - IRAT CIRAD - MINAGRI - Ministère de la Coopération, 61 p.
- Prudhomme E., 1898. *La station agronomique de Nanisana* Revue des cultures coloniales 1898 (16), 1899 (25), 1899 (32), 1899 (33), 1899 (34).
- Prudhomme E., 1903. *Note sur les feux de brousse*. Tananarive, Colonie de Madagascar Direction de l'Agriculture, Note n°24, 24 mars 1903, 10 p.
- Prudhomme E., 1908. *Ressources agricoles de Madagascar*. L'agriculture pratique des pays chauds, 8° année : 355-366, 454-465 et 9° année : 24-34, 117-126.
- Puard M., 1988. *Interaction eau sol riz aquatique dans le milieu proche racinaire*. in: Bilan hydrique et minéral d'un bas fond rapport d'avancement p 141-146.

## XII

- Puard M., 1988.** *Etude des mécanismes d'adaptation du système racinaires aux contraintes du milieu. Rapport de mission à Madagascar, Laboratoire PIPE DB/SRA CEN Cadarache, Doc. multig.*
- Puard M., 1991.** *Etude des mécanismes physiologiques de l'adaptation du riz à la culture de bas fond.* In Actes du Séminaire "Bas fond et riziculture" Tananarive décembre 1991, p 223-330.
- Quilfen J.P., Milleville P., 1981.** *Résidus de culture et fumure animale. Un aspect des relations agriculture élevage dans le Nord de la Haute Volta.* L'agronomie Tropicale, 38 (3) 206-212.
- Rabearimanana L., 1982.** *Une expérience de développement rural dans les années 1950 les collectivités du Vakinankaratra.* Tananarive, Omaly sy anio revue d'études historiques (16) : 101-121.
- Rabes J., 1990.** *Programme de développement de la culture du blé sur les hauts plateaux Mission d'évaluation de la phase 2 (86-90) proposition phase 3 (91-95).* Tananarive, Kobama 38 p. + annexes, doc. multig.
- Rabes J., 1992.** *Etude sur l'organisation de la filière blé à Madagascar la production nationale données et perspectives.* Tananarive, Rindra-J.Rabès consultant-Satec, doc. multig.
- Rabeson R., Razafinjara A.L., 1987.** *Reconnaissance pédologique des sols de tanety et des bas fonds de quelques zones d'intervention de l'ODR dans la CIRVA d'Ambositra.* Tananarive, FOFIFA pédologie, 58 p. + annexes, doc. multig.
- Rabot C., 1990.** *Transferts de fertilité et gestion des terroirs.* Les cahiers de la Recherche Développement (25) : 19-32.
- Raimond C., 1990.** *Etude des systèmes agraires dans le cadre du développement du riz pluvial à Iandratsay.* Mémoire ISTOM, Le Havre, 64 p.
- Raison J.P., 1968.** *Mouvements et commerce des bovins dans le canton de Mandoto.* Tananarive, Madagascar revue de géographie (12) : 7-58.
- Raison J.P., 1970.** *Paysage rural et démographie: Leimavo (nord du pays betsileo).* Paris, Etudes Rurales (37-38-39) : 345-377.
- Raison J.P., 1972.** *Utilisation du sol et organisation de l'espace en Imerina ancienne.* in: Etudes de géographie tropicale offertes à Pierre Gourou, Paris, La Haye, Mouton, p 407-425.
- Raison J.P., 1973.** *Conditions et conséquences de l'intensification de l'agriculture sur les hautes terres malgaches.* Tananarive, Terre malgache (15) : 59-68.
- Raison J.P., 1984.** *Les hautes terres de MADAGASCAR et leurs confins occidentaux.* Paris, KARTHALA, 2 tomes, 651 ET 605 pages.
- Rajemison M., 1990.** *Comparaison de 2 techniques de rizipisciculture à la riziculture classique dans les petits périmètres irrigués des hautes terres malgaches.* Mémoire de l'Université Libre de Bruxelles, 96 p.
- Rakoto Ramiarantsoa H., 1989.** *Le paysan encadré? Les pays merina et betsileo au coeur des hautes terres malgaches.* In Tropiques lieux et liens, B. Antheaume et al. (ed). Paris, édition de l'ORSTOM, collections didactiques, p 215-227.
- Rakoto Ramiarantsoa H., 1991.** *La dynamique des paysages sur les Hautes Terres centrales malgaches et leur bordure orientale.* Thèse de doctorat, géographie, Paris X Nanterre, 330 p.
- Rakoto Ramiarantsoa H., 1992.** *Les paysages de l'Imerina : comprendre pour agir.* Tananarive, EN3 université d'Antananarivo, doc. multig.

### XIII

- Rakotomanana J.L., 1991.** *Le transfert de fertilité dans les écosystèmes des Hautes Terres de Madagascar.* In Actes du séminaire "Bas fonds et Riziculture" Antananarivo 1991 p 385-393
- Rakotondramanana, Randriantsalama R.A., Rakotarisoa R.A., Raveloson A., Torskenaes E., 1990.** *Sélections des espèces et des variétés pour l'adaptation aux sols acides.* in: Organic matter management and tillage in humid subhumid Africa, IBSRAM (10) : 145-166.
- Ralimampianina, 1987.** *Tsarahonenana 1966, Tsarahonenana 1987. Etude de l'évolution d'un terroir.* Mémoire CAPEN EN3, filière histoire géographie, 110 p.
- Ramamonjisoa J., 1985.** *Les expériences malgaches dans le domaine des aménagements rizicoles.* In Développement agricole et perception paysanne. Un exemple Les politiques de l'eau. G. Conac, C. Savonet Guyot, F. Conac (éd.). Paris, Economica, p 399-408.
- Ramamonjisoa J., 1985.** *Les opérations de développement agricole dans le Vakinankaratra Tananarive Madagascar* Revue de Géographie (46) : 23-45.
- Ramamonjisoa J., 1992.** *Vakinankaratra : contexte régional synthèse et orientation.* Communication au colloque sur les changements sociaux dans le Vakinankaratra Antsirabe du 6 au 9 avril 1992, Tananarive, Stavanger, p 31-46.
- Ranaivoarijoana D.J.B., 1992.** *Les producteurs privés d'alevins en milieu rural dans la région pilote du Vakinankaratra, Madagascar.* Tananarive, Ministère de l'Elevage et ressources halieutiques, FI DP MAG 88/005 doc.tech n°5.
- Ranoroaso D.M., 1991.** *Ajustement structurel et dynamique des exploitations agricoles sur les hautes terres malgaches Région d'Antsirabe.* Tananarive, FOFIFA DRD, 104 p. + annexes, doc. multig.
- Rasamoelina E., 1992.** *Eau et terre une gestion interdépendante pour une réhabilitation hydroagricole Etude de deux terroirs. Tsarahonenana et Tsaramody à Vinaninony.* Mémoire CAPEN EN3, filière Histoire Géographie, 88 p.
- Rasoamampianina V., Rakotondronahy J., 1974.** *Evolution de la population de Madagascar par commune de 1956 à 1968 et de 1968 à 1972.* Tananarive, n.p. doc multig.
- Rasoloarimalala H., 1991.** *Ajustement structurel et dynamique des exploitations agricoles sur les hautes terres malgaches. Région d'Ambositra.* Tananarive, FOFIFA DRD, 90 p. + annexes, doc. multig.
- Raunet M., 1980.** *Les bas fonds et plaines alluviales des Hautes Terres de Madagascar. Reconnaissance morphopédologique et hydrologique ; aptitude à la culture du blé contre saison.* CIRAD IRAT pédologie, 162 p. + annexes, doc multig.
- Raunet M., 1981.** *Le milieu physique de la région volcanique ANKARATRA - VAKINANKARATRA - ITASY : aptitudes à la culture du blé pluvial.* IRAT Pédologie 64 p. + annexes, doc. multig.
- Raunet M., 1982.** *Les potentialités de Madagascar pour le blé et l'orge.* L'Agronomie Tropicale 37 (2) : 131-141
- Raunet M., 1985. a)** *Bas fond et riziculture en Afrique et à Madagascar. Approche structurale comparative.* L'Agronomie Tropicale 40(3) : 181-201.
- Raunet M., 1985. b)** *Cartographie morphopédologique de 5 terroirs rizicoles; aptitude à la culture du blé en contre saison en rizière.* CIRAD IRAT pédologie, doc.multig. + cartes

#### XIV

- Raunet M., 1985. c) Les bas fonds en Afrique et à Madagascar. Géomorphologie, géochimie, pédologie, hydrologie.** Zeitschrift für Geomorphologie N.F. suppl.bd (52) : 25-62.
- Raunet M., 1989. Les terroirs des hautes terres de Madagascar: environnements physiques et aménagements.** L'Agronomie Tropicale 44(2) : 69-86.
- Raunet M., 1989. Approche systémique appliquée à la cartographie morphopédologique du paysage.** Soltrop 89 p 143-177.
- Raunet M., 1991. Les bas fonds, exposé introductif.** In Actes du séminaire "Bas fonds et riziculture" décembre 1991, Antananarivo, p 17-22.
- Ravoninirina A., 1991. Organisation de l'espace et système de production dans le hameau d'Avaratsena (Manandona).** Mémoire de maîtrise de géographie, Université Paul Valéry III, 141 p.
- Richard J.F., 1985. Les possibilités d'extension de la culture du blé sur les Hauts Plateaux. Rapport d'enquête agro-socio-économiques.** SATEC, doc. multig.
- Riquier J., 1956. Notice sur la carte d'utilisation des sols au 1/20000 d'Ambohimandroso.** Mémoires IRSM série D (7) : 403-416.
- Roche M., Aldegheri M., 1964. Monographies hydrologiques de l'Ikopa et de la Betsiboka.** Paris, ORSTOM IRSM 4 tomes.
- Roche P., Velly J., Jolliet B., 1955. Utilisation des engrais verts en rizière dans la région du lac Alaotra Madagascar.** Riz et riziculture : 141-144.
- Roche P., Velly J., Jolliet B., 1956. Fertilisation du riz sur les hauts plateaux de Madagascar provinces de Tananarive et de Fianarantsoa.** Riz et riziculture : 231 - 240.
- Roche P., Jolliet B., Velly J., 1957. Réponse du riz à la fumure à Madagascar.** Riz et riziculture : 75-99.
- Roche P., 1957. Notice de la carte d'utilisation des sols de Faratsiho, Ankaratra.** Tananarive, Bulletin de recherche Agronomique de Madagascar.
- Roche P., 1961. Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (sous préfecture Antsirabe).** Tananarive, IRAM.
- Roche P., Dufournet R., 1967. Les recherches rizicoles appliquées en République Malgache.** Bulletin de Madagascar (251-252) : 303-312.
- Roche P., Velly J., Ngo Chan Bang, 1967. Comparaison de diverses natures d'engrais azotés et d'engrais phosphatés en rizière.** Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive Novembre 1967, p.1122-1126.
- Roche P., Dufournet R., Rabetrano, 1967. Fertilisation minérale en rizière et en culture sèche à Madagascar.** Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tananarive Novembre 1967, p 1109-1121.
- Roche P., Velly J., Celton J., 1967. Cheminement expérimental: méthode de suivi pour l'étude du redressement de fertilité en rizière et en culture sèche à Madagascar.** Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive Novembre 1967, p 391-396.
- Roche P. Velly J. Celton J., 1971. Fertilisation de redressement et entretien de la fertilité; expérimentation de 1964 à 1969.** L'Agronomie Tropicale, 26 (10) : 1066-1089.

- Roger P.A., 1991.** *Les biofertilisants fixateurs d'azote en riziculture: potentialités, facteurs limitants et perspectives d'utilisation.* In Actes du séminaire "Bas fonds et riziculture" Antananarivo 1991, p 327-348.
- Rollin D., 1983.** *Etude des systèmes de production maraichers dans la région du Gandiolais (Sénégal).* Mémoire CNEARC Montpellier - ENSSAA Dijon - ENSA Toulouse, 219 p.
- Rollin D., 1988.** *Fertilité et fertilisation. Etudes et essais réalisés en 1ère phase du projet Kigali Nord.* Kigali, MINAGRI RWANDA - Coopération franco-rwandaise 72 p.
- Rollin D., 1989.** *Quelques caractéristiques des exploitations des petits périmètres irrigués.* Antsirabe, FOFIFA - CIRAD - ODR - 46 p. doc. multig.
- Rollin D., Randrianjafinimaro H., 1990.** a) *Hameaux test et exploitations de référence: représentativité.* Antsirabe, RD PPI ODR-FOFIFA DRD, 19 p. + annexes, doc. multig.
- Rollin D., Randrianjafinimaro H., 1990.** b) *Hameaux test et exploitations de référence: part de la cotisation et de la redevance dans le budget des exploitations.* Antsirabe, RD PPI ODR-FOFIFA DRD, 11 p. + annexes, doc. multig.
- Rollin D., Randrianjafinimaro H., Rajaonah H.L., Rafalimanantsoa E., 1990.** *Rapport de campagne 1989-1990.* Antsirabe, RD PPI ODR - FOFIFA DRD, 80 p. + annexes, doc. multig.
- Rollin D., Rajaonah H.L., 1990.** *Etude du binôme cultural culture de contre saison riz résultats préliminaires.* Antsirabe, RD PPI ODR - FOFIFA DRD, 18 p. + annexes, doc. multig.
- Rollin D., 1991.** *Evolution de l'importance du système rizière dans le Vakinankaratra Madagascar.* In Actes du séminaire "bas fond et riziculture" Antananarivo, décembre 1991, p 63-72.
- Rollin D., Rabary B., 1991.** *Enquête sur les systèmes de culture du haricot dans le VAKINANKARATRA.* Antsirabe, RD PPI ODR - FOFIFA DRD, 30 p. doc. multig.
- Rollin D., 1992.** *Le système de riziculture intensive (Katayama-Laulanié) est-il révolutionnaire ?* Antsirabe 10p. + annexes, doc. multig.
- Rollin D., 1993.** *Du Rwanda à Madagascar : déterminants pour l'appropriation d'innovations techniques en zone d'altitude à forte densité de population.* Communication au séminaire "Innovations et sociétés", Montpellier, France, septembre 1993, 10 p.
- Rougier N., 1991.** *L'arboriculture fruitière dans la région centrale des hautes terres de Madagascar Potentiel et contraintes* Mémoire ENSA Toulouse - ESAT Montpellier - ENSSAA DSA 1991-31, 36 p. + annexes
- Rouveyran J.C., 1980.** *Sociologie du changement technologique. A propos de sociétés paysannes des Hautes Terres malgaches.* Thèse présentée en vue du grade de docteur es lettre, 800 p.
- Ruaud P., 1985.** *Fertilisation des rizières sur les Hauts Plateaux Malgaches.* Tananarive, MRSTD FOFIFA DRA/ MPARA PEM FAO, doc multig.
- SOMADEx, 1990.** *La dolomite pour l'agriculture et l'environnement.* Tananarive, Antsirabe, 238 p.
- SOMEAH - SOFRECO - SOGREAH, 1990.** *Etudes de réhabilitation de neuf petits périmètres irrigués dans les régions d'Antsirabe et Ambositra.* Tananarive, doc. multig.
- Saboreau P., 1954.** *Note sur l'activité du Bureau de Conservation des sols de Madagascar et Dépendances.* in: actes du colloque de Léopoldville, tome 2, p 881-898.

## XVI

- Sautter G., Pelissier P., 1964. *Pour un atlas des terroirs africains. Structure type d'une étude de terroir*. Paris L'homme 6 (1) : 56-72.
- Scherrer J., 1966. *Traction animale Mesure de puissance des attelages Compte rendu de mission en Afrique (Haute Volta, Sénégal et Côte d'Ivoire) et à Madagascar*. CEEMAT, doc. multig.
- Sebillotte M., 1982. *Pratiques des agriculteurs et évolution de la fertilité du milieu. Eléments pour un jugement des systèmes de culture*. In Numéro spécial du Bulletin Technique d'Information: Fertilité du milieu et agriculture (370-372) : 425-436.
- Sebillotte M., 1985. *Cultures (système de)*. Encyclopedia universalis t.5 Paris.
- Sebillotte M., 1989. *Fertilité et systèmes de production: essai de problématique générale in Fertilité et systèmes de production s.d.* Sebillotte INRA, p 14-57.
- Sebillotte M., Godard D., 1990. *La fertilité lecture agronomique de pratiques sociales. Actes du colloque "Agriculture, environnement and economic development"*
- Sebillotte M., 1993. *Avenir de l'agriculture et futur de l'INRA*. Paris, INRA, collection bilans et prospectives, 139 p. + un volume annexe 186 p.
- Seignobos C., 1989. *Les parades à la razzia dans la zone soudanienne au XIX siècle : la domestication de la cueillette*. In *Le risque en agriculture*. M. Eldin et P. Milleville (éd.). Paris, ORSTOM, p 355-374.
- Service vétérinaire, 1946. *L'élevage*. In *Madagascar économique. L'Encyclopédie Coloniale et Maritime*, Paris, tome 2, p 3-22.
- Soltner D., 1980. *Les bases de la production végétale*. Angers, collection "Sciences et Techniques agricoles, Tome 1: le sol, 456 p.
- Séguy L., Bouzinac S., Cachico A., Kluthcouski J., 1989. *Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct sans travail du sol appliquées aux céréales du Centre Ouest Brésilien*. Nogent sur Marne IRAT EMBRAPA 185 p. doc multig.
- Vea J., 1991. *The development of milk production in Vakinankaratra, the malagasy island*. Stavanger, The school of mission and theology, 216 p. + annexes 284 p.
- Velly J., Celton J., Roche P., 1967. *Fertilisation de redressement après diagnostic des carences minérales sur les sols de culture sèche à Madagascar*. In *Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive Novembre 1967*, p 874-915.
- Velly J., Celton J., Roche P., 1967. *Fertilisation de fond en rizière*. In *Colloque sur la fertilité des sols tropicaux Tananarive Novembre 1967*, p 916-988.
- Vergara B.S., 1984. *Manuel pratique de riziculture*. IRRI 221 p.
- Vine H., 1954. *Is the lack of fertility of tropical african soils exaggerated*. In *Colloque de Léopoldville 1954*, tome 1, p 389-412.
- Vissac B., 1993. *Préface ; Un préalable essentiel pour le développement*. In *Pratiques d'élevage extensif identifier, modéliser, évaluer*. INRA ed. E.Landais p 9-12.
- Vizier J.F., 1988. *La toxicité ferreuse dans les sols de rizière: importance du problème, causes et mécanismes mis en jeu, conséquences pour l'utilisation des sols*. In *Bilan hydrique et minéral d'un bas fond. Rapport d'avancement*. p 77-90.



## XVII

**Vlek P.L.G., 1985.** *Rapport de mission sur le projet riz de plateau FIDA Banque Mondiale concernant l'Opération de Développement Rizicole Madagascar.* Centre International de développement des engrais (CIDE), 54 p. doc. multig.

**Woillet J.C., 1962.** *Essai de microrégionalisation de la préfecture du VAKINANKARATRA.* Tananarive, Bulletin de Madagascar (3) : 45-112.

**Yoshida S., 1981.** *Fundamental of rice crop.* Los Banos, Philippines, IRRI, 269 p.

**Yung J.M., 1986.** *Aperçus sur la filière riz à Madagascar.* SEDES, 136 p. doc. multig.

**Zebrowski D., Ratsimbazafy D., 1979.** *Carte pédologique de Madagascar. Feuille Antsirabe au 1/100.000 Carte pédologique, carte des aptitudes culturales, notice explicative.* Paris, ORSTOM pédologie, notice n° 83, 82 p. + annexes.

**Zeller M., 1993.** *Finance rurale et sécurité alimentaire à Madagascar.* Washington, Rapport préliminaire du Projet de Recherche, IFPRI MINAGRI CNRE, 98 p.

## Résumé

Les pratiques de gestion de la fertilité mises en oeuvre par les paysans des Hautes Terres malgaches doivent être situées dans la diversité des conditions de milieu et dans la diversité des modes de mise en valeur. Après examen de quelques concepts clés et de la méthodologie adoptée, les conditions du milieu sont analysées en insistant sur les critères de diversité, d'hétérogénéité, sur l'interdépendance entre les variables considérées et sur une mise en perspective historique de l'accès aux ressources. Les exploitations agricoles sont ensuite caractérisées par quelques critères d'homogénéité puis de différenciation. Si de grands traits les rapprochent en matière d'organisation de la production et de principes de mise en valeur, une forte diversité les affecte en raison d'inégalités dans l'accès à la terre, dans les systèmes de culture, de l'importance de l'élevage et de combinaisons d'activité. Quatre grands types de fonctionnement d'exploitation sont ainsi proposés. La dernière partie est spécifiquement consacrée aux pratiques paysannes de gestion de l'eau et de la fertilité en mettant un accent particulier sur l'utilisation du fumier et de l'engrais minéral. Les perspectives d'intensification sont enfin situées dans l'organisation et le fonctionnement des différentes filières. En conclusion, trois grands types de stratégies en matière de gestion de la fertilité sont identifiées. L'auteur tire des conséquences pour le développement en insistant sur la prise en compte de la diversité et sur la restauration de meilleures conditions économiques. De nouvelles orientations pour la recherche sont aussi préconisées.

**Mots clés:** Madagascar, système de production, système agraire, riz, fertilité du sol, matière organique, engrais, irrigation.