

PRESENTATION DU PROJET

ESAPP

Eastern and Southern Africa Partnership Program

ESAPP ou « Eastern and Southern Partnership Program » est un programme de l'Agence suisse pour le développement et la coopération (DDC) créé en 1999. Sa mission est de promouvoir la gestion durable des terres et le développement régional durable en Afrique orientale et australe (Erythrée, Ethiopie, Kenya, Tanzanie, Mozambique et Madagascar). ESAPP est un programme du Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) et est mis en œuvre par le « Center for Development and Environment » (CDE) de l'Université de Berne en collaboration avec ses partenaires dans les régions d'intervention. Le programme ESAPP vise à renforcer le développement économique, la protection sociale et la viabilité écologique grâce à des concepts intégrés, des outils innovants, des partenariats de recherche, le renforcement des capacités et l'appui au développement.



Le CDE ou « Center for Development and Environment », est un département de l'Institut de Géographie à l'Université de Berne en Suisse. Sa mission est de contribuer au développement durable dans les pays du Nord, du Sud et de l'Est en promouvant l'éducation et la formation, le développement des concepts et outils, la sensibilisation et les conseils de politique générale. Le CDE appuie les principes de subsidiarité, de la responsabilisation et du partenariat, tout en se basant sur l'importance de la recherche, de la planification et de la prise de décision au niveau régional, national et international. Les champs d'intervention du CDE sont principalement la gestion des ressources naturelles, le développement régional intégré et les interventions susceptibles d'atténuer le changement climatique.

FAMINTINANA

Anisan'ny mahatonga ny fihenan'ny velaran'ny ala eto Madagasikara ny fanovana ny tany misy ala ho lasa tany fambolena amin'ny alalan'ny teviala na ny tavy. Tafiditra anatin'izany fihenan'ny ala sy ny fitomboan'ny tany volena izany ity fikarohana ity izay manadihady manokana ny tandandavan'ala any Manompana, faritra Analanjirofo. Ny tanjon'ny fikarohana dia ny hamantatra ireo vokatry ny asampampandrosoana sy ny fikajiana ny ala velona ary koa ny hamantatra bebe kokoa ny paik'adin'ireo tokan-trano mpamboly araka ny toe-tany. Mba hahatrarana ireo tanjona ireo dia mizara roa ny fikarohana ka ny voalohany amin'izany ny fijerena ny fivoaran'ny velaran'ny ala nanomboka ny taona 1993 hatramin'ny 2014. Faharoa manaraka izany dia notanterahina teny an-toerana ny fanadihadiana mikasika ireo voly fanaon'ny tokan-trano mba hamantarana ny paik'adin'izy ireo eo anatrehan'ny tsy fahampian'ny tany azo volena (firaikan'ny tany ara-topografia latsaky ny 8%).

Ho an'ny famakafakana ny fivoaran'ny velaran'ala dia nampiasaina ny sary azo avy amin'ny zanabolana Landsats tamin'ireto fotoana ireto : 1993, 2007 ary 2014. Ny fikirakirana ny sary no nahazoana ny velaran'ny fitsinjaram-paritra araka ny sokajim-pampiasana isaka ireo taona voalaza ireo. Mikasika ireo paik'adin'ny tokantrano tsirairay dia notsinjarana roa ireo tanana izay notsidihana araka ny toe-tany na ny topografia. Ao ireo Tanana hita amin'ny faritra be tanety (firaikan'ny tany mihoatra ny 8%) ary ao kosa ireo tanana be hôba (firaikan'ny tany latsaky ny 8%). Tanana miisa 8 no notsidihana. Mba hamantarana ny paik'ady ary, dia natao ny fisokajiana ireo tokan-trano tamin'ny alalany famoriana olona aloha avy eo narohana fanadihadiana ka miisa 128 ny tokatrano natao fanadihadiana. Ny fisokajiana ny tokan-trano dia natao tamin'ny alalan'ny paikam-panisana ACM (Analyse des Correspondances Multiples) sy CAH (Classification Ascendante Hiérarchique).

Hita araka izany fa ny tahan'ny fihenan'ny ala teo anelanelan'ny taona 1993 sy 2007 dia nahatratra 1,99%, nihena ho 0,94% kosa izany nanomboka ny taona 2007 hattrizao (2014). Hita ihany koa fa nitombo ny faritra volena sy ny faritra misy ny savoka. Tsapa fa nahitam-bokany ireo asan'ny mpikajy ny tontolo iainana sy ireo mpikatroka anatin'ny fampandrosoana ny tontolo ambanivohitra. Momba ny paik'adin'isan-tokatrano kosa, dia hita fa ny 35%n'izy ireo dia manao ny tavy fotsiny avokoa, ny 10% manao vary an-koraka fotsiny ary ny 55% manao azy roa. Amin'ireo sokajy telo ireo dia fantatra fa ny tokatrano izay mipetraka amin'ny faritra be tanety no tena mpanao tavy fotsiny, ary ny tokatrano mipetraka amin'ny faritra be hôba kosa no tena mpanao vary an-koraka. Ankoatra ireo vokapikarohana ireo dia fantatra fa misy mpihazaka hafa mampiova ny paik'adin'ny tokantrano momba ny fambolena : ny halaviran'ireo Tanana raha mihoatra ny lalam-be sy fisiana na tsia ny lalana mihazo an'ireny Tanana ireny. Ny soso-kevitra naroso dia ny fanavaozana ny voly fanondrana (ny Jirofo) izay hita fa efa miha-antitra tokoa amin'izao fotoana izao nefo tena hahazoam-bola be tokoa.

Teny iditra: Endriky ny faritra, tavy/jinja/teviala, fambolem-bary an-koraka, voly fanondrana, firaikan'ny faritra, Manompana

RESUME

A Madagascar, une des principales causes de la déforestation est la transformation des espaces forestiers en terrains de cultures à travers le Tavy. Dans ce contexte entre recul de la forêt et augmentation des terrains de cultures en particulier le tavy, cette étude a été conduite dans la zone de Manompana, Région Analanjirofo. Elle a pour objectif de déceler les impacts des interventions locales de développement et de conservation des ressources naturelles et de mieux comprendre les stratégies des ménages agricoles par rapport aux contraintes topographiques dans la zone. Pour aboutir à ces objectifs, d'un côté, des analyses cartographiques sur l'évolution de la couverture forestière depuis 1993 jusqu'à 2014 ont été menées. De l'autre côté, les données sur les pratiques agricoles ont été collectées et analysées afin de décrire les stratégies des ménages face aux problèmes de manque de terrains aménageables (pente des terroirs inférieurs à 8%).

Pour l'analyse cartographique, des images satellites datant de 1993, 2007 et 2014 ont été traitées afin de ressortir l'évolution de l'occupation du sol. L'image de 2007 a été choisie dans la mesure d'effectuer une comparaison entre deux périodes : 1993 – 2007 (période sans le projet) et 2007 – 2014 (période après le projet). Après prétraitements des images, une classification orienté-objet a été réalisée. Des cartes d'occupations du sol par époque ont été obtenues et ont été analysées. Pour l'analyse des pratiques agricoles, huit villages ont été étudiés classés suivant la topographie : abondance de tanety (pente > 8%) et abondance de terrains plats ou Hôba (pente $\leq 8\%$). Des enquêtes par groupe et des enquêtes par ménages ont été menées (128 ménages). L'analyse a été portée sur les principaux types de cultures adoptées par les paysans dont la riziculture et la culture de rente. Les données qualitatives ont été analysées en couplant l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) avec la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) afin d'avoir la typologie des ménages.

Les résultats ont montré une nette diminution du taux de déforestation qui passe de 1,99% entre 1993 et 2007 à 0,94% entre 2007 et 2014. L'évolution de la superficie des terrains agricoles a été constaté avec en même temps celle des formations secondaires ou savoka. Il a été reconnu que cette évolution provient des efforts des acteurs de développement et de conservation ayant agi dans la zone mais également de la conscientisation des paysans sur l'importance des ressources naturelles. Quant aux pratiques agricoles, 35% des ménages pratiquent exclusivement de la culture sur-brulis, 10% entièrement de la riziculture irriguée et 55% les deux à la fois. Parmi ces trois catégories de ménages, les ménages habitant dans les terroirs à fortes pente (abondance de tanety) font partie de la première catégorie. Pour la deuxième catégorie, les ménages habitant dans les terroirs à pente faible pratiquent le plus la riziculture irriguée. Malgré ces résultats, la proximité à la route et l'accessibilité des villages sont aussi des facteurs à considérer. Enfin, des recommandations en matière de renouvellement des cultures de rente surtout le giroflier ont été proposées afin d'augmenter le revenu des ménages.

Mots clés : Paysage, agriculture sur brulis, riziculture irriguée, culture de rente, pente, Manompana

ABSTRACT

One of the major causes of deforestation in Madagascar is the conversion of forest land into crop fields by practicing slash and burn agriculture locally named tavy. In this context between the forest loss and the increase of the tavy, this study was conducted in the Manompana forest corridor, in the Analanjirofo region. It aims to identify the impacts of conservation, social and economical development projects in the area and to better understand the farm household's strategies facing a lack of arable land due to topographical constraints. To achieve these objectives, on the one hand, cartographic analysis of forest cover evolution from 1993 to 2014 was conducted. On the other hand, data on agricultural practices were collected and analyzed to describe the strategies of households based on the lack of developable land (slope less than 8%).

Firstly, for mapping analysis, landsats images (1993, 2007 and 2014) were processed to highlight the evolution of the landscape. After processing the images, an oriented-based classification was performed. Land use maps were then analyzed. Secondly, for the analysis of agricultural practices, eight villages were studied. These villages have been classified according to the topography: abundance of tanety areas (slope > 8%) and abundance flat areas or Hoba (slope $\leq 8\%$). Participatory rural appraisal and surveys were conducted to the households (128 households). The analysis was focused on the main types of crops adopted by farmers: rice crops and cash crops. Qualitative data were analyzed by coupling the Multiple Correspondence Analysis (MCA) with the Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) to classify the households.

The results showed that the deforestation rate between 1993 and 2007 was 1,99%. This rate has decreased to 0.94% between 2007 and 2014. Crop land and fallow areas (savoka) have also increased but at a slower pace. It was recognized that this change is the results of the conservation and social development projects endeavor. It is also due to the awareness of farmers about the importance of natural resources. About household strategies, 35% of the households practice exclusively slash and burn agriculture, 10% practice exclusively irrigated rice cultivation and 55% both of them. Among these three categories of households, the households located in high slope areas (abundance of tanety) represent the most to this group. For the second category, the households who live in low-slope areas practice the most the type of agriculture. Apart the slope factor, other factors must be considered as the proximity to the main national road and the accessibility of the villages. At the end of this research, recommendations for cash crops renewal especially clove have been suggested to increase the household income.

Key words: Landscape, slash and burn agriculture (tavy), irrigated rice cultivation, cash crops, slope, Manompana

ACRONYMES

ACM	: Analyse des Correspondances Multiples
ACP	: Analyse en Composantes Principales
ADEFA	: Association de Défense des Forêts d'Ambodiriana
AIM	: Association Intercoopération Madagascar
ASTER -	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer – Global Digital
GDEM	Elevation Model
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique
CDB	: Convention sur la Diversité Biologique
CDE	: Center for Development and Environment
COBA	: Communauté locale de Base
CTHT	: Centre Technique Horticole de Tamatave
DGEF	: Direction Générale des Eaux et Forêts
DOS	: Dark Object Subtraction
ESAPP	: Eastern and Southern Africa Partnership Program
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and Agriculture Organisation
GPS	: Global Positioning System
INSTAT	: Institut National de la Statistique
KAM	: Kolo Ala Manompana
KIA	: Kappa Index of Agreement
LDCM	: Landsat Data Continuity Mission
MEFT	: Ministère de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme
MNT	: Modèle Numérique de Terrain
NAP	: Nouvelle Aire Protégée
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
OLI	: Operational Land Imager
ONG	: Organisme Non Gouvernemental
PNE	: Politique Nationale de l'Environnement
PPRR	: Projet de Promotion des Revenus Ruraux
RN	: Route Nationale
SAPM	: Système des Aires Protégées de Madagascar
SGFD	: Sites de Gestion Forestière Durable
SIG	: Système d'Information Géographique
SKA	: Système Kolo Ala
SRA	: Système de Riziculture Améliorée
SRI	: Système de Riziculture Intensive
SRTM	: Shuttle Radar Topography Mission
TIRS	: Thermal InfraRed Sensor
USAID	: United States Agency for International Development
USGS	: United States Geological Survey
UTM	: Universe Transverse Mercator
WGS	: Word Geodetic System

LEXIQUES DES MOTS MALGACHES FIGURANT DANS LE TEXTE

Betsimisaraka : Une ethnies majeure vivant sur la côte Est de Madagascar.

Fokontany : Subdivision administrative de base à Madagascar.

Hôba : Terme utilisé pour désigner les terrains plats

Horaka : Terme utilisé pour désigner les bas-fonds

Jinja : Emplacement d'un ancien Tavy ou d'un Kapakapa. C'est l'emplacement où se font les cultures et il représente plus spécialement le champ que seuls les héritiers ont le droit de cultiver.

Kapakapa : Destruction de la forêt secondaire (savoka) suivie de brulis en vue de la culture du sol

Savoka : Forêt secondaire qui repousse après le tavy ou après le kapakapa.

Tanety : Terme utilisé pour désigner les versants des collines et des montagnes.

Tangalamena : Personnes âgées et respectables représentant l'autorité traditionnelle dans l'ethnie Betsimisaraka

Tavy : Expression très générale des hauts plateaux pour désigner la destruction de forêts primaires par abattage suivie de brulis en vue de la culture du sol

Teviala : Plutôt une expression Betsimisaraka pour désigner le tavy. Litéralement « Mitevy ala » veut dire couper ou défricher la forêt.

SOMMAIRE

Présentation du projet	ii
Famintinana	iii
Résumé	iv
Abstract	v
Acronymes	vi
Lexiques des mots malgaches figurant dans le texte	vii
Sommaire	viii
Table des illustrations	x
1 INTRODUCTION	1
2 METHODOLOGIE	3
2.1 Délimitation de l'étude	3
2.1.1 Localisation de la zone d'étude	3
2.1.2 Capitalisation des acquis de recherche sur le paysage dans la zone de Manompana	5
2.2 Problématique	5
2.3 Cadre théorique et conceptuel	6
2.3.1 Paysages et pratiques agricoles	6
2.3.2 Les sites Kolo Ala : entre acte politique et stratégie locale	7
2.4 Hypothèses de recherches	8
2.5 Cadre opératoire	10
2.6 Démarches méthodologiques	11
2.6.1 Démarches méthodologiques générales	11
2.6.1.1 Phase préparatoire	11
2.6.1.2 Phase de collecte des données	12
2.6.1.3 Phase de traitement des données	12
2.6.2 Démarches spécifiques de vérification des hypothèses	13
2.6.2.1 Démarches de vérification de l'hypothèse 1 : Le changement du paysage est lié à l'utilisation des terres par les paysans et à l'intervention des acteurs de conservation et de développement	13
2.6.2.2 Démarches de vérification de l'hypothèse 2 : Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages	21
2.7 Limites de l'étude	31
3 RESULTATS	33
3.1 L'évolution temporelle et spatiale des changements de l'occupation du sol	33
3.1.1 Cartographie d'occupation du sol par époque	33
3.1.2 Validation de la classification	34
3.1.2.1 Matrice de confusion	34
3.1.2.2 Indice Kappa	36
3.1.3 Evolution des occupations du sol entre 1993 et 2014	36
3.1.4 Gains et pertes en superficie des classes : taux de déforestation annuel	38
3.1.5 Matrice de transition	39
3.1.5.1 Matrice des changements paysagers entre 1993 et 2007	39
3.1.5.2 Matrice des changements paysagers entre 2007 et 2014	40
3.1.6 Analyse du chronogramme effectué sur terrain	41

3.2	Contraintes topographiques et stratégies des ménages sur l'agriculture.....	43
3.2.1	Description des pratiques agricoles et des activités forestières	43
3.2.2	Différenciation des classes de ménages à partir des données générales de la carte paysanne	45
3.2.2.1	Différenciation des classes de ménages sur les axes factoriels de l'ACM	46
3.2.2.2	Différenciation des ménages par la Classification Ascendante Hiérarchique	48
3.2.2.3	Proportion de ménages par classes par village	49
3.2.3	Typologie des ménages à partir des données du questionnaire	50
4	DISCUSSIONS	52
4.1	Discussions sur la méthodologie.....	52
4.1.1	La carte paysanne et le chronogramme.	52
4.1.2	Les questionnaires	53
4.1.3	La cartographie de l'occupation du sol en 1993, 2007 et 2014	53
4.1.4	Analyse des données.....	53
4.2	Discussions sur les résultats.....	53
4.2.1	Evolution de l'occupation du sol dans la zone de Manompana.....	53
4.2.2	Pratiques agricoles et changement du paysage	54
4.3	Discussions sur les hypothèses	55
4.3.1	Hypothèse 1 : Le changement du paysage est lié à l'utilisation des terres par les paysans et à l'intervention des acteurs de conservation et de développement.	55
4.3.2	Hypothèse 2 : Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages.....	56
4.4	Recommandations.....	57
4.4.1	Etendre les débouchés en construisant des routes	57
4.4.2	Augmenter la superficie de terrains aménageables par la construction de barrage	57
4.4.3	Renforcer la cohésion entre les villageois sur l'irrigation des rizières	58
4.4.4	Améliorer les techniques agricoles et renouveler les plantations de girofliers.....	58
4.4.5	Assurer la viabilité à long terme des plantations	58
5	CONCLUSION.....	60
6	REFERENCES.....	65

TABLE DES ILLUSTRATIONS

• Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	3
Carte 2 : Scènes Landsats pour les images utilisées.....	14
Carte 3 : Villages visités par type de pentes.....	23
Carte 4 : Occupation du sol en 1993	37
Carte 5 : Occupation du sol en 2007	37
Carte 6 : Occupation du sol en 2014	37
Carte 7 : Taux d'adoption des pratiques culturelles par les ménages.....	45
Carte 8 : Pourcentage de ménages appartenant à une classe par village (résultats de la cartographie paysanne).....	49

• Liste des figures

Figure 1 : Modèle reliant le paysage à l'activité agricole	7
Figure 2 : Chronogramme (Historique) de l'évolution du paysage, des cultures de rente et des acteurs dans le village d'Ankoriraika	21
Figure 3 : Carte paysanne du village de Maroalanana.....	24
Figure 4 : Synthèse de la démarche méthodologique	32
Figure 5 : Evolution temporelle de l'occupation du sol entre 1993 et 2014.....	36
Figure 6 : Diagramme des gains ou pertes de chaque classe d'occupation du sol entre 1993 et 2007 puis 2007 et 2014	38
Figure 7 : Evolution du nombre de ménages dans les villages étudiés	42
Figure 9 : Regroupement des ménages suivant les principales pratiques agricoles par ACM (résultats de la cartographie paysanne)	48
Figure 10: Typologie des ménages par CAH suivant les principales pratiques enregistrées lors de la cartographie paysanne	48
Figure 11 : Regroupement des ménages en classes suivant les pratiques agricoles par ACM (résultats des enquêtes par questionnaire).....	51
Figure 12: Typologie des ménages par CAH (résultats des enquêtes par questionnaire).....	51

• Liste des photos

Photo 1 : Les bas-fonds d'Antanandava, riziculture irriguée au mois de Mars.....	23
Photo 2 : Terrains accidentés à Anjafotsy-Menarà,.....	23
Photo 3 : Rizières de bas-fond, Savoka 2 ans, forêts.....	34
Photo 4 : Savoka 6 ans (espèces caractéristiques <i>Harungana madagascariensis</i>).....	34
Photo 5: Paysage à Maroalanana montrant la difficulté à discriminer la classe de Savoka avec la classe de terrain de cultures	41
Photo 6: Paysage à Sasomanga montrant la difficulté de discriminer les classes de Savoka ancienne avec la classe de forêt.....	41
Photo 7 : Riziculture sur brulis.....	44
Photo 8 : Riziculture irriguée	44
Photo 9 : Nouveau défriche pour la culture sur brulis.....	44

Photo 10 : Riz gardé dans les « sobika » ou nattes juste après la récolte	44
Photo 11 : Plantation de girofliers dans les savoka sur terrain en pente	44
Photo 12 : Vanilliers cultivés dans les savoka.....	44
Photo 13 : Villageois transportant des feuilles de girofliers séchées pour la fabrication d'huile essentielle	44
Photo 14 : Alambic pour la production d'huile essentielle de girofle (eugénol).....	44
Photo 15 : Feuilles de Dypsis (Ravim-botro) servant de toit des cases.....	44
Photo 16 : Bûcherons sciant du bois au cœur de la forêt.....	44

• Liste des tableaux

Tableau 1 : Cadre opératoire	10
Tableau 2 : Liste des images utilisées et leurs caractéristiques	14
Tableau 3 : Calcul de l'indice Kappa	17
Tableau 4 : Effectif des ménages par village interviewés	27
Tableau 5 : Présentation et description des variables utilisées lors de la classification	30
Tableau 6 : Matrice de confusion de la classification orientée objet des images de 2014	35
Tableau 7 : Taux de déforestation annuelle entre 1993 et 2007 puis entre 2007 et 2014.....	39
Tableau 8 : Matrice de transition entre 1993 et 2007	39
Tableau 9 : Matrice de transition entre 2007 et 2014.....	40
Tableau 10 : Détermination des variables explicatives des axes factoriels ; étape 1 : à partir des valeurs propres et pourcentages d'inertie associés à chaque axe (Carte paysanne)	46
Tableau 11 : Détermination des variables explicatives des axes ; étape 2 : Détermination Contribution des variables aux axes factoriels (carte paysanne)	47
Tableau 13 : Détermination des variables explicatives des axes : Valeurs propres et pourcentages d'inertie associés à chaque axe (Carte paysanne)	50
Tableau 14: Pourcentage de ménages appartenant à un groupe par village (résultats des enquêtes par questionnaires).....	51
Tableau 15 : Cadre logique des stratégies	59

• Liste des annexes

Annexe 1 : Les paramètres climatiques dans la zone d'étude	I
Annexe 2 : Questionnaire d'enquête	II

ooo

Introduction

ooo

1 INTRODUCTION

Suivant l'objectif de 2010 de la CDB stipulant qu'au moins 10% de chacune des régions écologiques de la planète sont effectivement conservés (CDB, 1992), l'ancien Président de la République de Madagascar, Marc Ravalomanana lors du « Congrès Mondial des Aires Protégées » à Durban en 2003, a déclaré l'engagement de Madagascar à tripler la surface des Aires Protégées de 1,7 à 6,5 millions Ha. Le premier défi est d'étendre les surfaces protégées à travers la création de nouvelles aires protégées ou NAP suivant le Système des Aires Protégées de Madagascar ou SAPM (Ministère de l'Environnement, 2009). La Politique Nationale de l'Environnement (PNE) a émis comme concept fondamental de ne pas dissocier la conservation au développement socio-économique des communautés environnantes. Ainsi, le second défi après cette déclaration de Durban est la mise en œuvre des Sites de Gestion Forestière Durable (SGFD) ou Site Kolo Ala (SKA) qui sont de l'ordre d'environ 2,5 millions d'hectares parmi les 6,5 millions d'hectares cités précédemment.

Quand bien même autant de politiques, stratégies, outils de conservation et de développement ont été conçus et mis en œuvre, les ressources forestières restent toujours soumises à des pressions dont les plus intenses sont d'origines anthropiques (Ramamonjisoa, 2005). Entre 1950 et 2005, le taux annuel de déforestation est passé de 0,3 à 0,83% (Harper *et al.*, 2008). Les activités liées aux cultures sur brûlis, à l'exploitation illicite et abusive des produits forestiers ligneux aggravés par le non professionnalisme des exploitants forestiers constituent les principales causes de la déforestation. Ces menaces, plus particulièrement la pratique de la culture sur brûlis, sont généralement liées à la satisfaction de besoins vitaux des populations mais également à une forte pression démographique et un manque de terrain sur bas-fonds, et ce, dans un contexte d'une très grande pauvreté qui limite les possibilités d'évolution technique (Randrianarison, 2010).

Depuis des décennies, les scientifiques n'ont cessé de consacrer à l'agriculture itinérante sur brûlis des milliers de pages mais ce type d'agriculture reste encore « mal compris» (Locatelli, 2000). De l'espace forestier à l'espace agricole, l'agriculture sur brûlis est aussi attaquée sous deux angles : le point de vue de la production agricole et le point de vue de la forêt. Pour le premier point de vue, l'agriculture sur brûlis souffre d'un manque de productivité ; elle est peu efficace et inutilement consommatrice d'espace. Pour le point de vue de la forêt, cette forme de culture entraîne des effets très négatifs sur l'écosystème forestier, qu'elle détruit, elle transforme la végétation (Miller & Kauffman 1998), réduit les populations animales. C'est la cause première de la déforestation. Aujourd'hui, un nouvel avatar de cette vision de la forêt est le rôle des brûlis dans le changement climatique par émission de carbone (Fearnside, 2000 in Bahuschet et Bsetsch, 2012). Bref, la perception de l'agriculture sur brûlis par la majorité des agronomes et des écologues est uniformément négative : archaïque, destructrice de la forêt, improductive.

Accusé de tous les maux, cette pratique a pourtant sa raison d'être pour les paysans, plus particulièrement dans le contexte de cette étude, au sein de la communauté Betsimisaraka. Avec peu de capital à disposition, surtout la terre, les paysans dont la principale activité agricole est le tavy concentrent leur effort et leur investissement dans cette activité. Pour les paysans, cette pratique itinérante répond efficacement à une double nécessité : fournir des éléments minéraux aux cultures sans acheter d'engrais et assurer leurs besoins alimentaires et monétaires (Bahuchet & Bsetsch, 2012). Par ailleurs, mis à part ces problèmes d'insuffisance des facteurs de productions (terre, force de travail, capital), la culture sur brulis a un aspect socio-culturel mélangée. Auber *et al.* (2003) a même évoqué que « supprimer le teviala, c'est vouloir la mort de l'ethnie Betsimisaraka » parce que cette pratique est longtemps ancrée dans leur culture, bref le teviala fait partie intégrante de son identité sociale.

Dans la région Analanjirofo, ces différentes causes de la déforestation sont très remarquées. La succession de modes d'utilisation des terres dans la région y a affectée et façonnée au fil du temps l'occupation du sol (Ranaivonasy, 2011) et a modifié le paysage. Le corridor forestier de Manompana reliant les forêts du Parc National de Mananara Nord à la réserve spéciale d'Ambatovaky fait partie de la région. En tenant compte de la pauvreté en milieu rural et la dégradation de l'environnement, trouver un modèle d'aménagement bien adapté qui assure le développement socioéconomique et en même temps conserver la biodiversité est un objectif que l'Etat, les acteurs dans le domaine de la conservation et du développement ainsi que les chercheurs continuent à développer. Dans cet axe, le CDE de l'Université de Bern et l'ESSA-Forêts de l'Université d'Antananarivo ont décidé de mener des études basées sur la dynamique du paysage forestier dans la forêt humide du Nord-Est de Madagascar dans le cadre du projet ESAPP. La région Analanjirofo, là où le corridor forestier de Manompana, fait partie de la zone d'intervention du programme ESAPP.

Dans ce cadre, la présente étude a été menée au sein du corridor forestier de Manompana. Il s'agit d'une analyse de la dynamique des paysages à Manompana portée suivant les interventions des acteurs (Etat, ONG, paysans locaux) et les contraintes en terres aménageables dans la zone. L'étude a pour objectif d'analyser l'évolution des successions de modes d'utilisation des terres depuis 1993 à nos jours et en même temps de considérer un paramètre de pratique agricole qui est la topographie. Elle cherche à répondre à la question principale suivante : **dans un contexte de manque de capital surtout en terres aménageables, comment les actions et les interventions des acteurs ont-ils influencé le changement du paysage dans le corridor du Kolo Ala Manompana entre 1993 et 2014?** Afin d'y répondre, le document a été divisée en quatre partie : la première partie décrit la méthodologie incluant la problématique, les hypothèses et la méthodologie. La deuxième partie présente les résultats de l'étude en mettant en exergue l'évolution du paysage suivant trois dates (1993, 2007 et 2014) ainsi que la typologie des ménages analysée suivant la potentialité en terres aménageables des villages. Enfin, les discussions et recommandations font suite à ces résultats avant la conclusion générale.

ooo

Méthodologie

ooo

2 METHODOLOGIE

2.1 Délimitation de l'étude

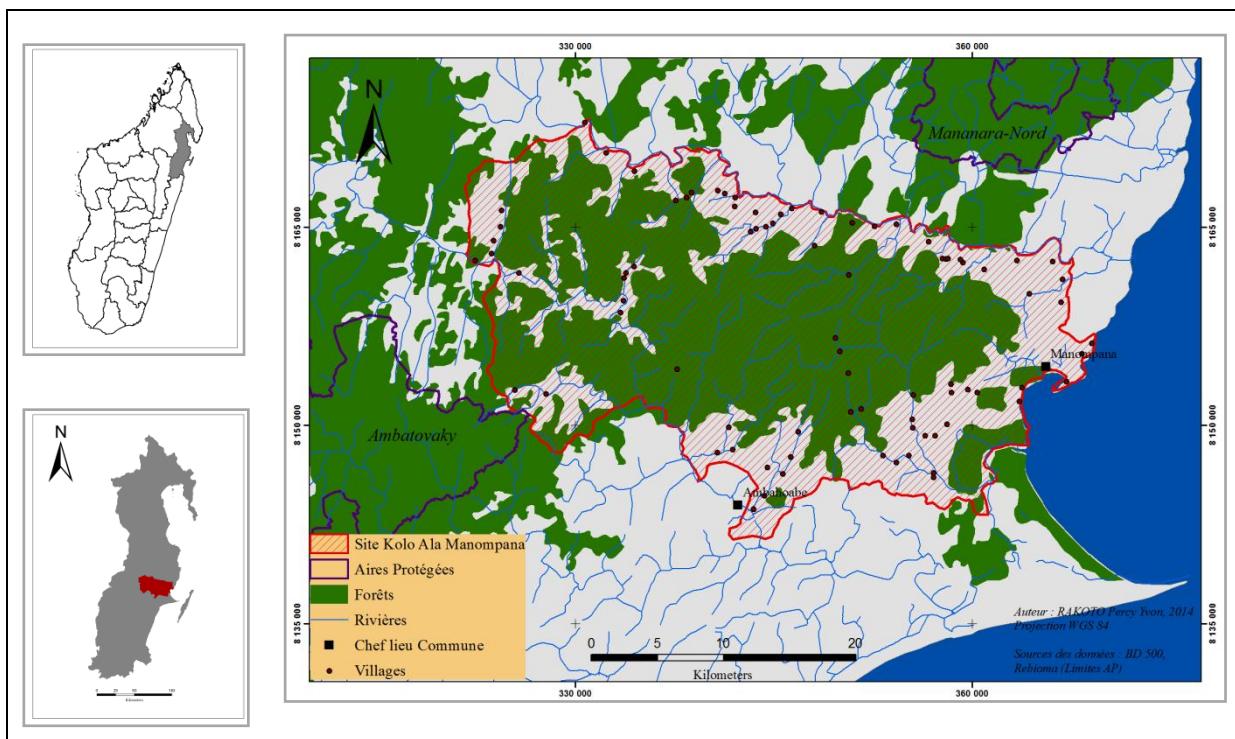
2.1.1 Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude se trouve au sein du corridor forestier de Manompana. Le corridor assure la connectivité entre la biosphère de Mananara Nord et la Réserve Spéciale d'Ambatovaky. Trois communes du district de Soanierana Ivongo dans la région d'Analajirofo sont concernées à savoir : la commune de Manompana, celle d'Ambahoabe, et celle d'Antenina. La Commune de Manompana a pour coordonnées S $16^{\circ}41'28''$ et E $49^{\circ}45'08''$. La zone s'étend sur une superficie de 88 763Ha.

Le site est délimité :

- au Nord par le fleuve Anove ;
- à l'Est par l'Océan Indien ;
- au Sud par le fleuve Simianona ;
- à l'Ouest par la limite Est du District de Mandritsara.

Sur les trois communes, seule la Commune Rurale de Manompana a une façade maritime. Elle est également la plus équipée en infrastructure routière (RN5 entre autres). Par contre, la commune Rurale d'Antenina est la plus éloignée et enclavée.



Le climat dans la zone est caractérisé par une pluviométrie abondante avec une précipitation moyenne annuelle de 2'350mm et une température moyenne annuelle tournant autour de 24°C. La zone est soumise à l'influence de l'Alizé du Sud Est de l'Océan Indien. La pluie tombe tout au long de l'année, le maximum des précipitations est de 341,5mm enregistré au mois de Mars et un minimum de 67,7 mm en octobre. Ainsi, la région est soumise à un climat tropical de type perhumide chaud (Rakotondrasoa, 2009).

Concernant la pédologie, trois types de sols peuvent être distingués dans la zone. Premièrement, il y a les sols hydromorphes localement appelés "Kaonkana". Ces sols sont en permanence saturés d'eau. Les matières organiques y sont mal décomposées. Ce type de sol ne convient à la riziculture que si des drainages ont été bien réalisés. Le type de sol ne convient pas non plus aux cultures pérennes. Deuxièmement, il y a les sols d'apports fluviaux. Dénommés "Baiboho", ces sols sont surtout localisés en bordure des cours d'eau. Ils sont favorables aux cultures pérennes ou peuvent être aménagés en rizières (Razafintsalama et Andrianarivelo, 2012). Enfin, il y a les sols ferrallitiques majoritaires. Ces sols sont des sols humifères, peu profonds et sensibles à l'érosion au moment de la mise en culture.

La végétation de Manompana est une forêt dense humide de basse altitude. La particularité de la végétation réside dans sa forte endémicité (36% au niveau des genres et 90% d'endémisme spécifique), et dans sa physionomie : canopée relativement peu élevée (25-30m) par rapport aux forêts tropicales de même type. D'autres types de végétations sont également remarqués plus particulièrement les Savoka et les savanes herbeuses. Elles proviennent de la dégradation des forêts denses humides résultant ainsi une perte en espèces (Rakotondrasoa, 2009). Les savoka peuvent être à plusieurs essences mélangées dont une est plus ou moins dominante : Dingadingana (*Dodonae viscosa*), Sevabe (*Solanum auriculatum*), Harongana (*Harungana madagascariensis*), Ravinala (*Ravenala madagascariensis*), Bambou liane (*Ochlandra capitata*)...(Kiener, 1963)

Concernant les occupants des terroirs dans la zone de Manompana, la population est composée majoritairement des Betsimisaraka. Les recensements effectués en 2008 ont montré que les trois communes comptaient 57 559 habitants (Razafintsalama et Andrianarivelo, 2012). Deux types d'activités agricoles sont pratiquées par la population : les cultures vivrières et l'agriculture de rente (culture de girofle, culture de la vanille, caféculture, culture fruitière). Quant aux activités d'élevage, les principaux types d'élevage pratiqués dans la zone sont l'élevage bovin et porcin, l'aviculture et l'apiculture. Les zébus sont généralement utilisés dans les différents travaux agricoles et les rites culturels.

2.1.2 Capitalisation des acquis de recherche sur le paysage dans la zone de Manompana

Une récente étude sur la volonté des paysans dans quelques villages de Manompana effectuée par Urech *et al.* (2012) a montré des signes positifs venant des paysans en faveur de la forêt. Cette étude a fait ressortir la volonté des communautés locales à gérer durablement les ressources forestières. D'autres études ont également été menées à Manompana, dont la thèse de doctorat de Rabenilanana en 2012, analysant le processus de fragmentation du paysage. La dynamique du paysage est différente avec la distance par rapport aux sentiers (chemins), aux villages et selon les caractéristiques topographiques. Enfin, l'article de Eckert *et al.* (2011) analysant le stock de carbone dans les biomasses de forêts de Manompana a également mis en évidence à partir de traitement d'image satellitaire le recul de l'espace forestier dans le corridor.

2.2 Problématique

La politique de gestion des ressources naturelles est en perpétuelle évolution sur le plan mondial. Vraisemblablement du fait de l'urgence ressentie à lutter contre la déforestation dans les forêts tropicales, les politiques et les stratégies ont au cours du temps essayé de trouver des actions contextuelles et spécifiques pour être efficaces. Du niveau international au niveau local et en passant par le niveau national, il existe un fossé entre les différentes perceptions des valeurs de la forêt. Si les préoccupations mondiales se concentrent sur le changement climatique, la biodiversité et le système écologique global, celles des gouvernements nationaux sont centrées sur l'usage et la commercialisation des produits forestiers, la souveraineté sur les ressources et les services environnementaux. Les acteurs locaux quant à eux, sont encore confrontés aux problèmes agricoles et de développement, aux droits d'accès à la terre et à l'appropriation des services partagés (Ramamonjisoa, 2005).

L'agriculture sur brûlis figure parmi les exemples tenant une place importante parmi l'utilisation des terres au niveau local surtout dans l'écorégion humide de l'Est de Madagascar. Cette pratique est également une des causes de la modification du paysage. Si le tavy est une pratique de culture indispensable pour les paysans de la région Analanjirofo, cette pratique est actuellement interdite par l'Etat à cause des pertes qu'elle résulte : perte de la biodiversité, diminution rapide des superficies forestières, perte en sols fertiles, fragmentation du paysage. Pour des raisons de connectivité entre le parc de Mananara Nord et l'aire Protégée d'Ambatovaky, pour limiter la dégradation des ressources forestières et vue que la forêt de Manompana a une haute potentialité en production de bois, le corridor forestier de Manompana a été classé comme Site de Gestion Forestière Durable (SGFD) ou site Kolo Ala depuis 2008. Depuis cette date, la gestion des ressources a été transférée aux Communautés locales suivant les politiques nationales.

L'objectif général des SGFD est la valoriser économiquement et rationnellement les forêts tout en maintenant la capacité de production de l'écosystème en biens et services forestiers, autrement dit, l'objectif est plutôt orienté dans la valorisation économique des produits ligneux c'est-à-dire l'exploitation de bois d'œuvre et du bois de service. Cependant, pour le cas du KAM, la mise en place de ces sites au niveau des communautés locales de base ne peut se dissocier de l'incitation des paysans à limiter le tavy et à gérer durablement (pour les générations futures) les forêts déjà en phase de fragmentation. L'idée est que l'exploitation durable des bois provenant de la forêt permettrait à augmenter le revenu des paysans et les inciterait par la suite à réduire le tavy.

Afin de renforcer la compréhension sur les stratégies locales des ménages dont la pratique du tavy et la fragmentation du paysage dans le corridor forestier de Manompana, la présente étude trouve ses fondements dans les actions développées par le KAM (mise en place des transferts de gestion des ressources naturelles aux communautés locales en 2008) et dans les contraintes écologiques de possibilité d'aménagement des terroirs agricoles que subissent les ménages.

Sur ce, **dans un contexte d'insuffisance en terre aménageable, comment les actions et les interventions des acteurs ont-ils influencé le changement du paysage dans le corridor du Kolo Ala Manompana?**

Pour pouvoir y répondre, une analyse historique de l'évolution du paysage a été effectuée afin d'évaluer les impacts du projet sur les communautés locales et sur le paysage. Il s'agit d'une comparaison des situations entre deux périodes : entre 1993 et 2007 (période sans le projet) puis entre 2007 et 2014. Les questions spécifiques de recherches sont les suivantes :

- Quelles sont les trajectoires de changement des différents paysages observés autour du Kolo Ala Manompana depuis 1993 à nos jours (2014)?
- Comment les potentialités en terres aménageables d'un type de paysage influencent-elles la décision des ménages sur les pratiques agricoles?

2.3 Cadre théorique et conceptuel

2.3.1 Paysages et pratiques agricoles (adapté de Locatelli, 2000)

Le terme de paysage est utilisé dans de nombreuses disciplines. Si à l'origine, le paysage était un concept purement géographe, depuis les années 60, le terme apparaît progressivement dans les travaux d'agronomie (Bonnemaire *et al.*, 1977, in Locatelli, 2000) ou d'écologie (Forman et Godron, 1986 in Locatelli, 2000). Selon les géographes-agronomes, le paysage est défini comme "une partie de territoire, visible par un observateur, où s'inscrit une combinaison de faits et d'interactions dont on ne voit, à un moment donné que le résultat global" (Deffontaines, 1973).

L'approche du paysage se fait en termes d'utilisation ou d'occupation des sols. Une forêt, un essart, une riziére sont des exemples d'occupation du sol et la déforestation est un exemple de changement d'occupation du sol. Dans le cas d'un paysage rural, il fait apparaître les relations entre les activités agricoles et le milieu physique et écologique (Voir Figure 1.). Ces relations sont multiples. Selon Barrue-Pastor *et al.* (1992), le paysage est une "réalité physique, écologique et géographique qui est à la fois la réalité produite (et détruite) par l'action de l'homme et celle sur laquelle cette action s'appuie". Aussi pour étudier un paysage, faut-il analyser les pratiques agricoles au niveau d'un paysage considéré qui distinguent ce paysage. Etudier la relation entre paysage et pratiques agricoles est nécessaire dans la mesure où les pratiques agricoles sont des éléments observables qui permettent d'approcher le fonctionnement de l'exploitation paysanne (Milleville, 1987) qui en conséquence transforme le paysage. Les pratiques sont définies par exemple les manières concrètes de faire des agriculteurs (Teissier, 1979 in Locatelli, 2000). La notion de pratique sous-entend que le fait technique ne peut être dissocié de l'acteur et du contexte et que la pratique est le résultat d'un choix de l'acteur prenant en compte un contexte et des objectifs particuliers. Ce concept sera utilisé dans l'élaboration des indicateurs d'hypothèses sur la typologie des ménages.

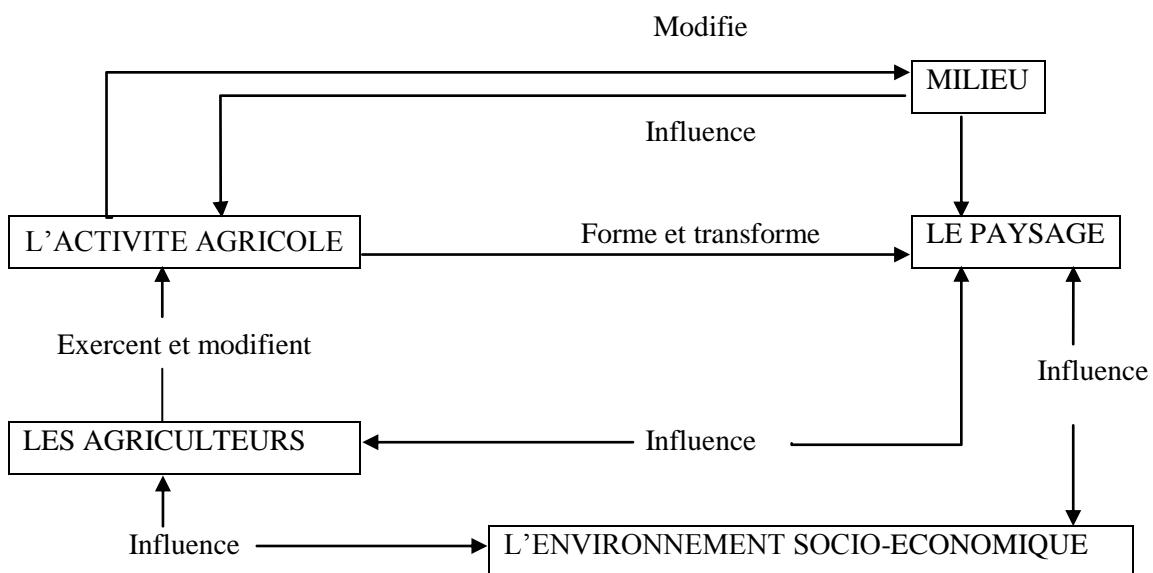


Figure 1 : Modèle reliant le paysage à l'activité agricole (Source : Barrue-Pastor et Deffontaine, 1992)

2.3.2 Les sites Kolo Ala : entre acte politique et stratégie locale

Les sites Kolo Ala sont les dénominations en malgaches du réseau national de Sites de Gestion Forestière Durable (SGFD). Ils ont été lancés en 2006 par la Direction Générale de l'Environnement et des Forêts (DGEF) dans le but de fournir de façon durable aux communautés locales les divers assortiments de bois (bois de Construction, d'Œuvre et de Service), exploités durablement, qu'elles ont besoin. Comme les forêts à potentiel productif connaissent un taux de déforestation annuel plus élevé que les forêts dans les aires protégées (2,5% contre 0,4 à 0,5%) (MEFT, USAID & CI, 2009 in Razafintsalama et Andrianarivelo, 2012). Or, les expériences ont montré que les mesures strictement

restrictives de protection (en référence aux aires protégées) ne suffisent pas pour assurer la gestion durable des ressources forestières. D'où la naissance du concept Kolo Ala qui est une stratégie de gestion des ressources au niveau des massifs forestiers à vocation productive adaptée au contexte socio-économique local, régional et national.

Le concept KoloAla a pour objectif de contribuer à la conservation des ressources forestières à travers la mise en place de système de gestion forestière rationnelle et durable, permettant d'assurer une production soutenue en produits forestiers ligneux et non ligneux et d'améliorer la participation du secteur forestier au développement rural (Razafintsalama et Andrianarivelo, 2012). Plus particulièrement, le but du Projet Kolo Ala Manompana est d'améliorer les revenus et de maintenir les services environnementaux pour les communautés et communes rurales autour de la forêt de Manompana. Ces objectifs appliquent alors une démarche de gestion adaptive et durable des ressources naturelles par la mise en place des communautés de base (COBA) pour qu'elles soient capables de gérer et d'exploiter durablement les ressources forestières (Approche Koloala).

La vie de la communauté autour du massif forestier de Manompana dépend en grande partie de l'exploitation des ressources forestières à travers la pratique de la culture itinérante sur brûlis et le prélèvement des bois pour la construction de maison ou pour la vente à l'extérieur du terroir. Aussi, afin d'atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité, la connexion des différents types de paysages, limiter voir supprimer l'agriculture sur brûlis fait partie des activités du projet KAM.

2.4 Hypothèses de recherches

Pour répondre à la question de recherche, rappelons tout d'abord les questions spécifiques de recherche :

- Quelles sont les trajectoires de changement des différents paysages observés autour du Kolo Ala Manompana depuis 1993 à nos jours (2014)?
- Comment les potentialités en terres aménageables d'un type de paysage influencent-elles la décision des ménages sur les pratiques agricoles?

Pour répondre à la question de recherche, des hypothèses ont été émises servant d'éléments des réponses à la recherche. Ces hypothèses sont elles-mêmes des réponses aux questions spécifiques de recherche citées précédemment.

H₁ : Le changement du paysage est lié à l'utilisation des terroirs et l'intervention des acteurs de développement et de conservation des ressources naturelles.

Trois principaux paramètres sont ainsi considérés dans cette première hypothèse: le changement du paysage d'un côté et l'utilisation des terroirs et l'intervention des acteurs de l'autre côté.

Premièrement, le changement du paysage fait référence aux diverses formes de remplacement d'un de ses composants en un autre composant. Il en est par exemple pour les terroirs se trouvant sur les versants où la forêt est remplacée par des formations secondaires ou savoka. La forêt peut être également convertie en « forêts » de girofliers ou de fruitiers (Ratsirarson *et al.*, 2003) dont les produits figurent parmi les plus prisés dans cette zone et contribuent le plus au revenu des ménages, mais généralement le passage de « forêt » à l'agriculture de rente passe par la transformation des terres forestières en terrains rizicoles c'est-à-dire l'agriculture sur brûlis.

Deuxièmement, l'utilisation des terroirs fait référence aux pratiques agricoles qui ont été exposées dans le cadre conceptuel de cette étude. Les activités à but agricole sont les causes à l'origine du recul de la couverture forestière naturelle et de la fragmentation de la forêt. Avec une forte pression démographique (3,2% en 2006 alors que la moyenne nationale est de 2,8%) (République de Madagascar, 2006) ce recul de l'espace forestier risque de s'amplifier. Il s'accompagne tout d'abord d'une baisse de disponibilité en terres, puis de l'extension des terrains d'agriculture en défrichant la forêt et en pérennisant l'agriculture sur ce nouveau terroir. Les acteurs concernés ici sont donc les paysans.

Enfin, l'intervention des acteurs se résume aux actions entreprises localement, provenant de la politique de l'Etat. En effet, le paysage est un Bien public (appartenant à l'Etat dont la responsabilité incombe à l'Etat par la mise en place d'une politique forestière) car du point de vue institutionnel, ce corridor porte le statut de « forêt domaniale ». Il est alors dans le rôle de l'Etat d'assurer durablement la gestion des ressources. Comme la promotion du transfert de gestion a été déléguée à l'AIM (Association Intercoopération Madagascar), le principal acteur concerné est l'AIM.

H₂ : Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages

Les modes d'utilisation de terres reflètent les conjonctures économiques et sociales, les intérêts et motivations des ménages, ainsi que les technologies dont ils disposent. Avec peu de capital à disposition, surtout la terre, les paysans dont la principale activité agricole est l'agriculture sur brûlis concentrent leur effort et leur investissement dans cette activité. Locatelli (2000) a défini des facteurs qui incitent les ménages à occuper un terroir donné. Parmi ces facteurs sont citées les potentialités agricoles du milieu. Ce facteur détermine les pratiques agricoles possibles : par exemple, des pratiques possibles dans les bas-fonds ne le sont pas à certains niveaux du versant. De même, c'est dans le bas-fond et sur les versants que se trouvent les parcelles, les aménagements, etc. Enfin, le paysage est produit par les pratiques qui le modifient : par exemple, les bas-fonds peuvent être élargis par l'homme et le versant transformé en terrasses.

La zone d'étude se trouve dans le versant Ouest de Manompana. La pente y est forte, elle atteint 50%. Le relief est dominé par des collines à versants abrupts. Les bas fonds et les vallées sont étroits au fur et à mesure que l'altitude monte. (DANDOY, 1973 in RANAIVONASY *et al.*). Toutefois, la dissection des anciennes surfaces d'érosion a donné naissance à des plaines. L'altitude est comprise entre 300 m et 400 m. Suivant le relief, la transformation du paysage suit une dynamique continue : la pente des falaises, après quelques cycles de « tavy » est consacrée aux plantations agroforestières (bananiers, caféiers, girofliers, etc.) ; les collines au bas des falaises sont généralement le lieu de quelques lambeaux de forêts avec des forêts secondaires de la formation de basse altitude (Rakotomamonjy, 2009). En bref, l'espace cultivable est limité surtout lorsqu'on remonte vers le domaine continental de l'Ouest. Le fait de posséder des rizières de bas-fond n'est pas offert à tous les ménages: les bas-fonds sont réduits et les espaces aménagés ou aménageables en rizières sont peu nombreux (Locatelli, 2000).

2.5 Cadre opératoire

Tableau 1 : Cadre opératoire

Dans un contexte d'insuffisance en terre aménageable, comment les actions et les interventions des acteurs ont-ils influencé le changement du paysage dans le corridor du Kolo Ala Manompana?		
Hypothèses	Indicateurs	Système de vérification
Le changement du paysage est lié aux interventions des acteurs de conservation et de développement dans la zone.	<ul style="list-style-type: none">- Changements d'occupation des terroirs depuis 1993 à nos jours : superficie des occupations du sol.- Taux de déforestation- Les interventions des acteurs dans la zone	<p><u>Analyse de données quantitatives :</u> Détection de changement d'occupation du sol à trois dates différentes : 1993, 2007 et 2014.</p> <p><u>Analyse de données qualitatives :</u> Focus groupe : description du chronogramme (timeline) sur l'évolution du changement du paysage</p>
Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages	<ul style="list-style-type: none">- Potentialités en terrains aménageables : Bas-fonds, terrains plats.- Nombre de ménages- Pourcentage des paysans par type de spéculation.- Distance des plantations par rapport au village- Longueur de la période de soudure.	<p><u>Catégorisation des villages par types de pentes</u> Carte des pentes.</p> <p><u>Analyse descriptive des pratiques agricoles locales</u> Focus groupe : cartographie du village et enquête participative du groupe (carte paysanne ou social map (Kumar, 2001)), enquête par ménage (questionnaire).</p> <p>Typologie des ménages</p>

2.6 Démarches méthodologiques

2.6.1 Démarches méthodologiques générales

La présente étude se base suivant des analyses à la fois cartographiques et des enquêtes sur terrain. Les études cartographiques consistent au traitement d'images satellite. Cela permet de faire ressortir l'évolution de l'occupation des sols en trois dates : 1993, 2007 et 2014. Cela permettra de vérifier la première hypothèse. Une autre image satellite, mais cette, une image dont le modèle numérique de terrain peut être extraite (pour la carte des pentes) a été utilisée. Dans l'ensemble, les deux types de méthodes (cartographies, et enquêtes sur terrain) ont été conduits suivant trois étapes bien distinctes : la phase préparatoire, la phase de collecte des données, la phase de traitement des données et la rédaction.

2.6.1.1 *Phase préparatoire*

C'est une phase préalable nécessaire relative au commencement de la recherche. Après le choix du thème, des études bibliographiques ont été effectuées afin d'élaborer le protocole de recherche et le questionnaire d'enquête. Le protocole de recherche retrace notamment l'ensemble des hypothèses à vérifier. Ces hypothèses sont composées de variables qui sont elles-mêmes expliquées par des indicateurs. Le questionnaire a été élaboré suivant les indicateurs afin de vérifier les hypothèses de recherche.

Durant cette phase, une carte des pentes a été produite afin de localiser les villages dans lesquels les enquêtes allaient se dérouler. Les potentialités agricoles d'un terroir sont fonction de la pente. Les terroirs ont été classés suivant la classe des pentes. Deux classes ont été retenues, celles comprenant les terroirs à forte pente (supérieur à 8%) et celles comprenant les terroirs ayant une pente moyenne et faible (inférieur à 8%) et ce selon les critères de la FAO en 1997 (Roudart, 2010). Par la suite, les villages ont été sélectionnés. Ces villages ont bénéficié des actions du Projet KAM. Des communautés locales de bases existent au sein de ces villages via ce même projet.

L'output de cette phase préparatoire a été une carte de classification des villages appartenant soit à l'un soit l'autre type de classes de paysages. Les villages choisis pour la prochaine étape qui a été la phase de collecte des données ont été sélectionnés par classe de paysage. Huit villages ont été distingués dont 3 dans les paysages à abondance de terrains plats (pente faible et modérée) et 5 dans le type de paysage à forte pente.

2.6.1.2 Phase de collecte des données

Trois principales méthodes ont été utilisées lors de cette phase :

- **Etablissement de la carte paysanne** : C'est une méthode participative visant à caractériser générale des pratiques agricoles effectuées par les ménages dans les villages étudiés
- **Etablissement du chronogramme** : C'est également une méthode participative dont le but est de ressortir la description historique des changements d'occupation du sol et d'illustre l'utilisation actuelle des terroirs par les ménages.
- **Enquête par questionnaire** : Cette méthode a été effectuée au sein de chaque ménage échantillonné.

Les deux premières méthodes ont sollicité la participation active des participants par l'utilisation des croquis dessinés sur un carton pour le chronogramme (historique d'occupation du sol) et pour les cartes paysannes. Quant à l'enquête individuelle, il s'agit d'une enquête formelle effectuée au niveau des ménages. Elle a été réalisée pour pouvoir retracer les systèmes de production, les stratégies des ménages et l'utilisation des ressources forestières. Les principales cibles de l'enquête ont été les communautés locales.

2.6.1.3 Phase de traitement des données

La phase de traitement des données est orientée vers la vérification de chaque hypothèse. Les données cartographiques sont des données qualitatives représentant l'ensemble des paysages du KAM. Par contre, le nombre de villages là où les enquêtes sur terrain se sont déroulées ne permet pas d'avoir une représentativité de toute la zone. Par conséquent, les données d'enquête ont servi de description pour les activités qui auraient eu lieu dans chaque type de paysage.

Sur la base des données quantitatives obtenues à partir de traitement des images satellites, une analyse de l'évolution des composants du paysage a été effectuée. En sus, une description des faits historiques sur l'utilisation des sols a été effectuée grâce à l'interprétation des faits inscrits sur le chronogramme réalisés sur terrain. Par ailleurs, les données quantitatives récoltées à la suite de l'établissement de la carte paysanne et l'administration des enquêtes par les questionnaires ont été analysées suivant les méthodes de statistique descriptive.

Les outils manipulés pour les besoins de cette étude sont : le logiciel de traitement d'images ENVI 5.0 pour les corrections et classification des images satellites; le logiciel IDRIS SELVA pour l'analyse du changement d'occupation du sol (Module Cross Tabulation) ; le logiciel SIG, ARCGIS 9.2 pour la numérisation et la création des cartes d'occupation du sol ainsi que la création des cartes de pentes; le logiciel XIStat pour l'analyse descriptive des données socio-économiques récoltées sur terrain.

2.6.2 Démarches spécifiques de vérification des hypothèses

2.6.2.1 Démarches de vérification de l'hypothèse 1 : Le changement du paysage est lié à l'utilisation des terres par les paysans et à l'intervention des acteurs de conservation et de développement.

La démarche se poursuit en deux étapes : (i) une analyse du changement d'occupation des sols par le traitement d'images satellites à trois époques (1993, 2007 et 2014), (ii) une analyse descriptive sur l'occupation des terres effectuée au niveau de chaque village lors des réunions villageoises (chronogramme ou timeline)

a) Analyse du changement d'occupation des sols par le traitement d'images satellites

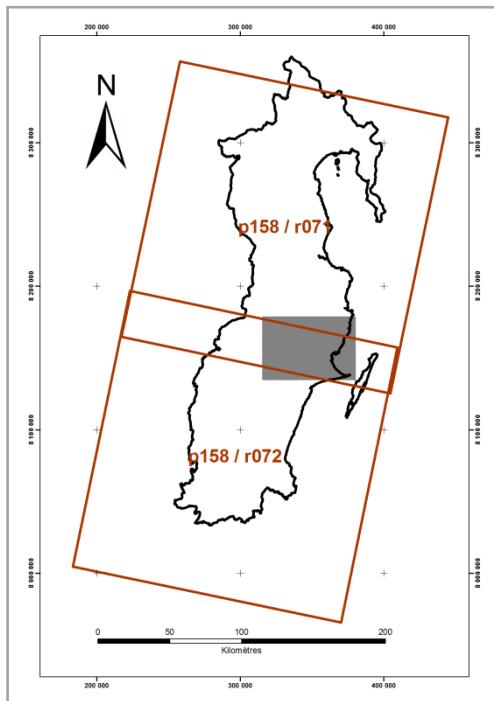
a1) Acquisition de séries temporelles d'images satellites

Dans cette étude, l'utilisation de la télédétection a permis de classifier des régions par les caractéristiques du sol ou de la végétation. Des données satellitaires Landsats à trois époques différentes ont été téléchargées sur le site de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov>) et ont été traitées. Les images Landsats ont été utilisées du fait de la gratuité du téléchargement de ces images mais également de la haute résolution spatiale des images (30 m x 30 m) par rapport à l'envergure du paysage de Kolo Ala Manompana (60 km x 40 km). Par ailleurs, récemment en Février 2013, le nouveau satellite Landsat-8/LDCM (Landsat Data Continuity Mission) a été lancé. Le satellite est plus performant que ses précédentes générations. Le satellite dispose de deux principaux radiomètres : OLI (Operational Land Imager) comme instrument principal et TIRS (Thermal InfraRed Sensor) qui est un radiomètre multispectral infrarouge. OLI est un radiomètre multispectral qui acquiert des images dans 9 bandes spectrales allant du visible au moyen infra-rouge. Sept de ces bandes spectrales étaient déjà présentes sur l'instrument ETM+ de Landsat-7. Les deux canaux supplémentaires ont été ajoutés, destinés principalement à la correction atmosphérique (canal bleu à 440nm) et à la détection des nuages.

Le traitement de ces images à plusieurs époques permet de tenir compte des changements d'occupation du sol et de l'évolution du paysage. Trois époques ont été considérées : 1993, 2007 et 2014. L'année 2007 a été particulièrement choisie du fait que le projet KAM a débuté en 2008. Comme toutes les images Landsats de l'année 2008 contenaient des nuages, l'image satellite de 2007 a été sélectionnée.

Malgré l'envergure assez petite de la zone du KAM, deux scènes d'images ont été nécessaires pour couvrir la zone d'étude. A chaque époque, les deux scènes d'images ont été mosaïquées. Par ailleurs, comme les images des deux premières époques contenaient une haute proportion de nuages, d'autres images prises à d'autres dates ont été ajoutées afin de remplacer les parties nuageuses des images

principales. Ces images qui ont servi de correction des nuages ont été prises en 1996 et 2004 respectivement pour remplacer les nuages présents dans les images 1993 et 2007. Seule l'image prise en 2014 a été exemptée de nuages.



Carte 2 : Scènes Landsat pour les images utilisées

Tableau 2 : Liste des images utilisées et leurs caractéristiques

	Capteur Landsat	Identification de l'image	Résolution	Date d'acquisition
1	TM	LT51580711993354JSA00	30m	20 Décembre 1993
	TM	LT51580721993354JSA00	30m	20 Décembre 1993
	TM	LT51580711996363JSA03	30m	28 Décembre 1996
	TM	LT51580721996363JSA03	30m	28 Décembre 1996
2	ETM+	LE71580712004137ASN01	30m	16 Mai 2004
	ETM+	LE71580722004137ASN01	30m	16 Mai 2004
	TM	LT51580712007121JSA00	30m	01 Mai 2007
	TM	LT51580722007121JSA00	30m	01 Mai 2007
3	OLI /TIRS	LC81580712014236LGN00	30m	24 Aout 2014
	OLI/TIRS	LC81580722014236LGN00	30m	24 Aout 2014

Sont surlignées en gris les images de bases utilisées. Les lignes qui n'ont pas été surlignées contiennent les caractéristiques des images combinées aux images de bases pour supprimer les nuages

a2) Corrections radiométriques, géométriques et atmosphériques des images

Lorsqu'une image est acquise par un capteur, elle contient des erreurs géométriques et radiométriques. Mis à disposition au niveau de traitement 1 (Level 1 product) pour les utilisateurs finaux dans les portails de Glovis et Earthexplorer, les images téléchargées se trouvent en LPGS (Level 1 Product Generation System) i.e en format geotiff, calibré suivant la méthode de ré-échantillonnage en

convolution cubique et délivré en projection UTM (Universe Transverse Mercator) - datum World Geodetic System (WGS) 84. Les informations fournies par les métadonnées associées des images indiquent qu'elles ont été traitées suivant le Standard Terrain Correction (L1T). Il leur a été appliqué des corrections radiométriques systématiques et d'amélioration des précisions géométriques en utilisant des Ground Control Points provenant de GLS 2000 et d'ajustement topographique par le biais de l'utilisation d'un DEM (SRTM). (http://landsat.usgs.gov/Landsat_Processing_Details.php).

Malgré cela, des prétraitements ont été opérés afin de réajuster les valeurs radiométriques et spectrales et de minimiser les variabilités atmosphériques tenant compte la nature multi date des images utilisés. Les calibrations ont été ainsi appliquées sur les bandes multispectrales afin de transformer les valeurs DN (Digital Number) en des unités radiance et ToA (Top of Atmospheric) réflectance. Le DOS (Dark Object Subtraction) a été par la suite implémenté afin de ramener les valeurs spectrales à zéro ou en d'autres termes de réduire les effets de diffusion atmosphérique à un seuil minimal (Chavez, 1988). Pour les ajustements géométriques, les images ont été laissés telles qu'elles afin de réduire le biais du manipulateur qui pourrait influer la superposition des images lors de l'analyse de détection de changement.

a3) Cartographie des occupations du sol : classification orientée objet

Les méthodes traditionnelles de classification d'images d'observation terrestre sont essentiellement basées sur l'information spectrale associée à chaque pixel. A l'inverse de la classification classique «par pixel», l'approche orientée-objet opère des regroupements de pixels contigus en se basant sur la valeur spectrale, la forme, la taille, le rapport longueur sur largeur, etc., des objets à classer. Aussi, le principe de l'approche orientée objet d'une image est de proposer à l'opérateur une automatisation de l'interprétation visuelle réalisée par le photo-interprète.

La classification orientée objet se déroule en plusieurs étapes (niveaux), chacune se divisant en deux parties tout d'abord une segmentation de l'objet puis une classification qui est défini comme l'interprétation visuelle de l'opérateur, de cette segmentation. Il s'agit alors d'un processus combiné de la segmentation de l'image en régions de pixels suivi du calcul des attributs pour chaque région afin de créer des objets (classes) et de la classification des objets en fonction des attributs, pour extraire les entités. C'est ainsi une classification supervisée. La méthode a requiert l'utilisation d'image google earth.

- **Phase préparatoire de l'approche orientée objet : sélection des bandes spectrales pour la segmentation**

Afin de mieux séparer des objets ainsi que de diminuer des confusions, l'approche de classification orientée-objets de pseudo-bandes (ACP, NDVI) a été appliquée sur toutes les images à l'aide du

logiciel de traitement d'image ENVI. Ces deux calculs visent au rehaussement de la qualité des images afin de faciliter l'étape de segmentation. L'analyse en composantes principales (ACP) et l'indice de végétation (NDVI) sont mis en œuvre dans le cas présent afin de sélectionner les meilleures bandes spectrales d'une part, et d'augmenter le contraste sol-végétation d'autre part. En effet, l'ACP réduit le bruit de l'image et crée une image sur laquelle chaque bande est peu corrélée aux autres et contient des informations uniques (Jensen, 1996; Caloz et Collet, 2001 in Hoang *et al.* 2009). Quant à l'indice NDVI, cet indice réduit les effets d'éclairement ou de pente sur la réflectance des couverts végétaux (Bonn, 1996 ; Lau, 1997 in Hoang *et al.* 2009) et permet de mieux séparer la végétation (forêts, cultures) des sols nus.

- **Première phase de l'approche orientée objet : Segmentation de l'image**

La segmentation est le processus de division d'une image en segments qui ont les mêmes caractéristiques (attributs). La segmentation consiste à fusionner les pixels avec leurs voisins pour créer des objets de plus en plus grands en respectant un seuil d'homogénéité (Benz *et al.*, 2004). Il est calculé en fonction de plusieurs paramètres tels que la couleur (valeur spectrale) et la forme. Un critère d'échelle permet ensuite de déterminer la taille des objets. Plus ce paramètre est élevé plus les objets sont grands. Cette étape permet de calculer des attributs spatiaux, spectraux et texturaux qui ont pour but de décrire les propriétés physiques des objets. A la fin du processus de segmentation, des attributs des objets sont créés et sont prêts pour la classification supervisée.

- **Deuxième phase : Classification supervisée**

A la suite de la segmentation des images, la deuxième phase de la classification est la classification proprement dites des attributs. C'est une classification par zone d'entraînement c'est-à-dire que cette méthode de classification nécessite la sélection des exemples, ou échantillons de l'image, représentatifs de chacune des classes d'objets. L'opérateur définit visuellement les zones d'entraînement. Pour cela les images Google Earth ont été utilisées.

a4) Validation de la classification : matrice de confusion et indice Kappa

Cette étape est indispensable pour évaluer les erreurs des classifications à partir de points de référence. Ces points de référence sont issus d'une part de points relevés sur le terrain. Une matrice de confusion est élaborée à partir de ces données de référence et des résultats de classification. La matrice de confusion est un tableau à double entrée dans lequel sont confrontés la réalité sur le terrain et le résultat de la classification. Il permet d'évaluer l'intensité de la liaison entre des données de référence et le résultat de la classification.

Sur le tableau de la matrice de confusion, les erreurs de classifications sont totalisées. Il existe deux types d'erreurs :

- Les erreurs d'omission dans le cas où des points de référence d'une catégorie sont attribués à une autre catégorie.
- Les erreurs de commission dans le cas contraire où les points d'une catégorie lui sont attribués par erreur.

En général, il est considéré que les Erreurs d'omission sont un moyen de juger l'assignation (classification) alors que les erreurs de commission sont un moyen d'améliorer cette assignation.

En complément de ces deux types d'erreur, la valeur de l'indice KIA (Kappa Index of Agreement ou tout simplement appelé l'indice Kappa) ou le niveau de précision de la classification a été calculé. La comparaison des données collectées sur terrain et des données issues de la classification supervisée sur ordinateur est possible grâce à la détermination de la concordance entre les résultats.

Tableau 3 : Calcul de l'indice Kappa

$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$	P_0 : Proportion de bonne classification (précision totale de classification)	$P_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^C n(i, i)$
	P_c : Proportion de bonne classification due au hasard	$P_c = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^C n(., i)n(i, .)$

K : Indice Kappa

$n(., i)$: Somme sur la i-ème colonne de la matrice de confusion

$n(i, .)$: Somme sur la i-ème ligne de la matrice de confusion

C : Nombre de classe

N : Nombre de pixel (nombre de points GPS collectés sur terrain)

L'indice de Kappa est un indice qui permet de « retirer » la portion de hasard ou de subjectivité de l'accord entre les techniques de classification des images. Selon Landis et Koch (1977), cet indice est Excellent quand il est supérieur ou égal à 0,81; il est bon quand il est compris entre 0,61 – 0,80; il est modéré quand il est compris entre 0,21 – 0,60; il est mauvais quand il est compris entre 0,0 – 0,20 et il est considéré comme très mauvais quand il est inférieur à 0,0. Ou encore, selon Pontius en 2000, la classification de l'occupation du sol est valable et donc utilisable lorsque l'évaluation de l'indice de Kappa a donné une valeur comprise entre 50 et 75% (Pontius, 2000).

Pour l'enregistrement des points de références c'est-à-dire les réalités sur terrain, des collecte de points GPS et des observations des paysages ont été effectuées. Des photographies des paysages lors des trajets d'un village à un autre suivant quatre directions différentes (Est, Nord, Ouest et Sud) ont été prises. D'autres points GPS, plus ponctuels, ont également été notés en fonction de l'occupation du sol sur le terrain. Ils ont été nommés suivant le type de classe qui peut être soit de la forêt, du savoka, de terrain de culture, du plan d'eau ou des sols nus.

a5) Détection des changements d'occupation des sols

La détection des changements d'occupation des sols a été effectuée en deux étapes. Tout d'abord, des cartographies générales du paysage par époque ont été comparées. La comparaison a été basée sur l'évolution de la superficie de chaque classe. Puis, l'analyse de conversion d'une classe à une autre a été réalisée. Cette analyse est plus fine et donne des informations non seulement sur le paysage dans son ensemble mais également chaque classe. L'analyse effectuée est une analyse « avant et après ». Ce type d'analyse est simple, classique et très répandue. Il consiste à commenter les cartes de l'occupation du sol de 1993, 2007, et 2014 couplées avec des données chiffrées issues de la table attributaire.

- **Evolution temporelle et spatiale de changements d'occupation de sols : cartographie d'occupation du sol**

La cartographie d'occupation du sol par époque permet de distinguer visuellement et directement le changement du paysage. En mettant côte à côte les cartes produites issues de la classification, l'évolution temporelle et spatiale des changements peut être détectée. Sur chaque carte, le pourcentage par classe est également indiqué afin d'avoir à la fois des données visuelles graphiques (cartes) et des données chiffrées sur les composantes du paysage.

- **Analyse du changement : calcul du taux de déforestation annuelle**

Il s'agit d'effectuer une soustraction entre la superficie initiale à la superficie restante par classe. Deux cas peuvent se présenter, le premier c'est quand la superficie initiale d'une classe est inférieure à la superficie de l'époque suivante. Dans ce cas, il y a eu gain. Cela concerne plus spécifiquement les formations secondaires (Savoka) et les superficies des terrains de cultures. Dans l'autre cas, c'est-à-dire que quand la superficie initiale d'une classe est supérieure à celle de l'époque suivante, il y a eu perte. Cela arrive pour la classe forêt étant largement souligné le recul de l'espace forestier dans la région.

- **Conversion d'une classe à une autre : matrice de transition**

La matrice de transition permet de mettre en évidence les changements d'occupation du sol pendant une période donnée. Les cellules de la matrice contiennent la valeur d'une variable ayant passé d'une classe initiale à une classe finale pendant la période considérée. Les valeurs des colonnes représentent les proportions des superficies occupées par chaque classe d'occupation du sol à l'époque initiale et celles des lignes à l'époque finale.

La matrice des changements résultant du croisement entre la classification de 1993 et celle de 2014 permet d'identifier deux types de changements :

- Conversion : changements d'une catégorie d'occupation des terres à une autre
- Non changement : classe non affectée par des modifications ou des conversions entre deux dates

Les résultats de la classification orientée-objets ont été comparés, classe par classe, afin d'évaluer les changements. L'évaluation des changements a été faite sur une base de pixel-par-pixel à l'aide d'un tableau de statistiques faisant appel à une matrice de changement.

Les colonnes de la matrice représentent la superficie de chaque classe de l'année plus récente alors que les lignes représentant celle de l'année antérieure. L'analyse des matrices donne l'évolution spatio-temporelle de changement de l'occupation du sol de 1993 à 2007, puis entre 2007 et 2014. Les cartes des changements ont été produites en utilisant la matrice de changement.

b) Analyse descriptive de l'évolution du paysage

L'analyse se limite à la description de l'évolution du paysage étant donné qu'on n'a pas pu effectuer des enquêtes qu'au niveau de 8 villages seulement. Autrement dit, les résultats issus des réunions pour la description de l'évolution du paysage ne peuvent être généralisés pour tout le paysage du KAM. Malgré cela, comme les villages échantillonnés sont bien répartis dans tout le paysage du KAM, les données descriptives provenant de ces villages peuvent donner une idée sur l'évolution de l'utilisation des terres et de l'évolution des superficies forestières dans tout le paysage du KAM.

L'analyse descriptive de l'évolution du paysage a été divisée suivant cinq rubriques : l'évolution du nombre des ménages, la transformation du paysage (évolution des superficies forestières, des superficies de la culture sur brulis, de la riziculture irriguée et des cultures de rentes), et des interventions des différents projets de développement et de conservation dans la zone.

L'établissement d'un chronogramme avec plusieurs participants du village est une technique participative cherchant à fournir un agrégat des différents événements historiques tels que perçus par les populations locales. L'analyse des tendances est axée sur les changements qui ont eu lieu dans

certains points de repère de temps. Dans le cas de cette étude, les repères sont les années 1993, 2007 et 2014 mais également les événements climatiques comme les cyclones. Les changements concernent l'occupation du sol, l'évolution de la pratique de la culture sur-brulis, de la riziculture irriguée et de la culture de rente. Des questions sur l'intervention des différents acteurs à chaque repère temporelle ainsi que les différentes perceptions sur le climat ont également été posées. Les éléments ou les dynamiques historiques du passé qui ont influencé ou changé le paysage en arrivant à obtenir celui actuel ont été déterminés. Les questions se concentrent principalement sur les changements principaux qui ont touché le village surtout en relation avec les terres, l'agriculture, la forêt, et les aléas climatiques depuis les années 1990 mais aussi des interventions du gouvernement, des ONG, des projets. Le chronogramme a été divisé en cinq chapitres : population, paysages, cultures de rente, climat, acteurs.

Premièrement, pour la population, le nombre de ménages et le nombre de la population vivant dans le village après 1993 et ceux aujourd'hui sont collectés dans le chronogramme. L'évolution du nombre de la population a été notée. Deuxièmement, pour les paysages, l'aperçu sur la diminution des forêts depuis 1993 à nos jours a été demandé. Sur le chronogramme, les périodes spécifiques durant lesquelles la dégradation des forêts a été notable ont été marquées. De même pour l'état des surfaces des rizières irriguées (horaka) et celui des surfaces sous culture sur brûlis (tavy), depuis 1993 à nos jours ont été notés. La relation entre l'augmentation de la culture sur brûlis et la disponibilité des surfaces pour l'agriculture irriguée (potentialité en agricultures aménageables) a également été demandée. Troisièmement, pour les cultures de rente, des informations sur le développement de ces cultures (girofle, vanille, café...) depuis les années 1990 à nos jours ont été demandées. Enfin, concernant les acteurs, les interventions du gouvernement ou des autres organismes privés ou organismes non gouvernementaux ont été demandées. Il s'agit d'interventions sur plusieurs domaines, aussi bien dans le domaine du développement que celui de la conservation. Dans le domaine agricole par exemple, les actions des services de vulgarisations ont été notées dans le chronogramme, de même pour les questions environnementales (conservation et reforestation par exemple). La spécificité de cette approche est qu'elle se détache du langage mathématique pour utiliser davantage les représentations spatiales comme langage de communication entre les acteurs et les données quantitatives.



Figure 2 : Chronogramme (Historique) de l'évolution du paysage, des cultures de rente et des acteurs dans le village d'Ankoriraika

c) Documentation sur les interventions des acteurs à Manompana

Mis à part les enquêtes par groupe effectuées sur terrain sur les interventions des acteurs, des études bibliographiques en la matière ont également été réalisées. Ces études concernent les actions du projet KAM dans la région et la capitalisation des acquis.

2.6.2.2 Démarches de vérification de l'hypothèse 2 : Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages

a) Couplage de l'analyse socioéconomique et avec les données SIG

Avec l'ampleur des impacts environnementaux causés par les activités anthropiques, il est difficile d'être indifférent et passer outre les systèmes sociaux en tout genre de recherche scientifique (Clark *et al.*, 1999; Lubchenco, 1998 Stafford *et al.*, 2009 ; in Bodin and Tengo, 2012). La société et la nature sont inévitablement interdépendants, elles doivent être considérés selon un système socio-écologiques intégré (Social-Ecological System : SES) (Berkes et Folke, 1998). Lorsque l'espace intervient dans le déroulement d'une activité, non seulement comme support passif, mais aussi comme facteur actif de sa propre transformation, on ne peut plus le considérer uniquement comme une structure stable à décrire, à expliquer ou à synthétiser. Il importe aussi de l'analyser (analyse spatiale) et d'anticiper son évolution en fonction du couple : attribution-localisation (Openshaw et Openshaw, 1997).

En conséquence, c'est dans cette analyse « attribution-localisation » que se cadre l'analyse socio-économique de cette étude en prenant une variable particulière du paysage : la topographie et les pentes. L'attribution ici concerne les pratiques agricoles des ménages alors que le terme localisation se

réfère à l'endroit de prédilection où ces pratiques agricoles sont effectuées. Afin de mieux comprendre les pratiques agricoles en fonction des données écologique sur une envergure d'un paysage, les données socio-économiques ont été couplées avec les données issues de la cartographie. Cela a permis de reconnaître l'ampleur d'un certain type de pratique en fonction des contraintes topographiques d'aménagement des terroirs.

b) Extraction des cartes de pentes par les données ASTER GDEM

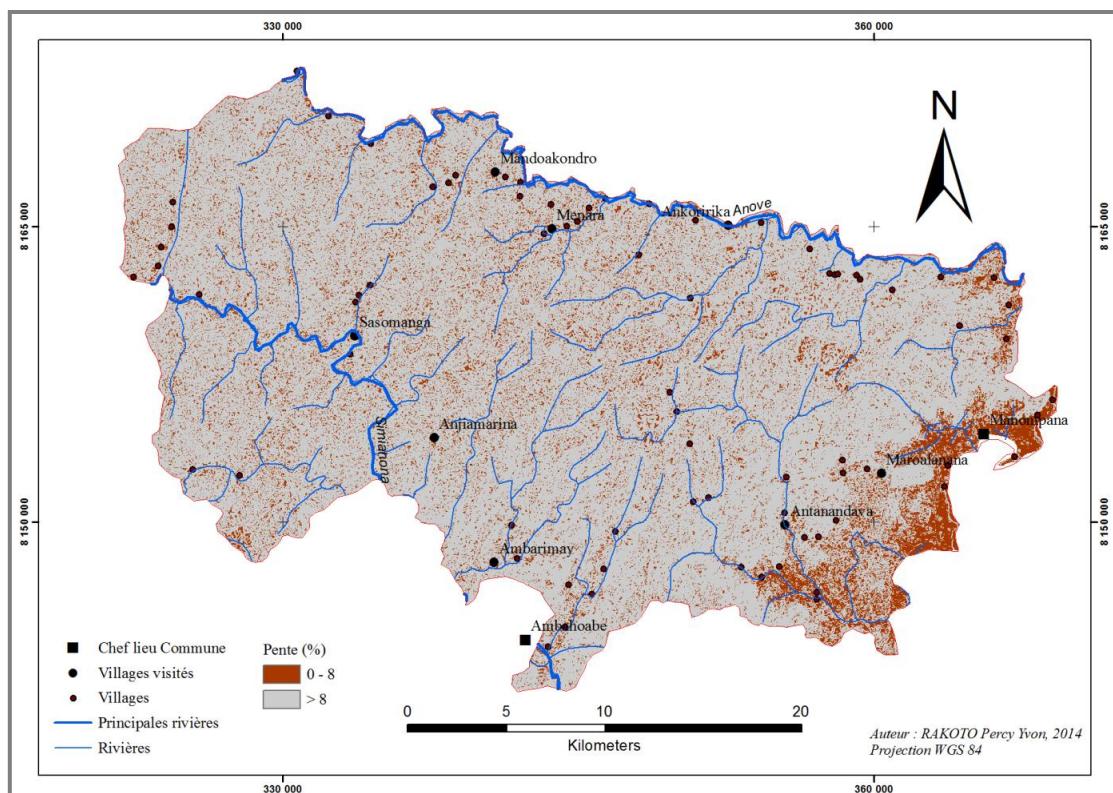
Afin d'extraire la carte des pentes, une image ASTER GDEM¹ (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflectance Radiometer – Global Digital Elevation Model) a été téléchargée sur le site de l'USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Cette image a été choisie vu sa disponibilité pour la zone d'étude (les données ASTER GDEM recouvrent la terre entière) et que sa résolution est de 30 m. Cette image représente le Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone. Le MNT est une représentation numérique du relief donc des valeurs d'altitude d'une zone donnée. Des indications sur les valeurs de pentes et d'exposition et sur les formes de la surface topographique d'une zone géographique donnée peuvent être obtenues par le traitement des MNT.

La carte des pentes obtenue a été classifiée en utilisant des données d'altitude ASTER. Cette classification a été faite en tenant compte de la classification de la FAO considérant les pentes inférieures à 8% comme techniquement et économiquement intéressant pour l'agriculture. La topographie est assez plane et ne présente pas d'obstacle à la mécanisation ou aux travaux agricoles (FAO, 1997).

c) Sélection de villages par classe de pente

A la suite de l'extraction des cartes de pentes, deux types de paysages ont pu être classifiés. Le premier est caractérisé par une topographie douce (pente inférieure à 5%) et modérée (pente inférieure à 8%) alors que le second est caractérisé par l'abondance de terrains à pentes fortes (pentes supérieures à 8%). Du fait de l'envergure de la zone du KAM, l'échantillonnage n'a pas été représentatif. Deux villages ont été sélectionnés pour le premier type de paysage (pente inférieure à 8%), et six autres dans les paysages où la pente est supérieure à 8%. Pour la première classe, il s'agit de Maroalanana et de Antanandava (Befanjana). Pour la deuxième catégorie, il s'agit d'Ankoriraika, Anjafotsy Menarà, Mandoakondro, Sasomanga, Anjiamarina et Ambarimay. Le nombre de villages par classe n'est pas équilibré du fait que pour valider la classe (partie Cartographie des occupations du sol), le trajet de villages en villages n'a pas permis de passer à des villages appartenant à la première classe.

¹ Les données ASTER GDEM sont des produits du METI (Ministry of Economy Trade and Industry) des USA ainsi que de la NASA



Carte 3 : Villages visités par type de pentes



Photo 1 : Les bas-fonds d'Antanandava, riziculture irriguée au mois de Mars.



Photo 2 : Terrains accidentés à Anjafotsy-Menarà,

d) Collecte de données relatives à l'agriculture

La collecte de données relatives aux activités agricoles se poursuit en deux étapes. La première étape concerne tout le village alors que la seconde étape s'intéresse aux ménages échantillonnes dans le village.

d1) Enquête participative par l'établissement d'une carte paysanne

Pour la première étape, une enquête participative a été réalisée afin de ressortir les informations générales du village. Ces informations touchent tous les ménages dans le village. Dans le but de récolter des données fiables concernant les ménages, une approche participative en utilisant une carte paysanne a été procédée.

Une carte paysanne est un plan simplifié du village. Elle cherche à explorer la dimension spatiale de la réalité de la population locale. La carte comprend l'emplacement exact des ménages, les limites naturelles telles que les rivières, les infrastructures publiques comme les écoles ou le fokontany. La carte n'a pas été dessinée à l'échelle. Elle représente ce que les populations locales pensent être pertinents et importants pour eux. Ainsi, elle reflète leurs perceptions de la dimension sociale de la réalité avec un haut degré d'authenticité. La caractéristique principale d'une carte sociale est qu'elle est d'une grande aide dans l'élaboration d'une large compréhension des diverses facettes de la réalité sociale, la stratification sociale, la démographie, les modes de règlement, l'infrastructure sociale ... (Mascarenhas et Kumar, 2001 ; Kumar, 2002)

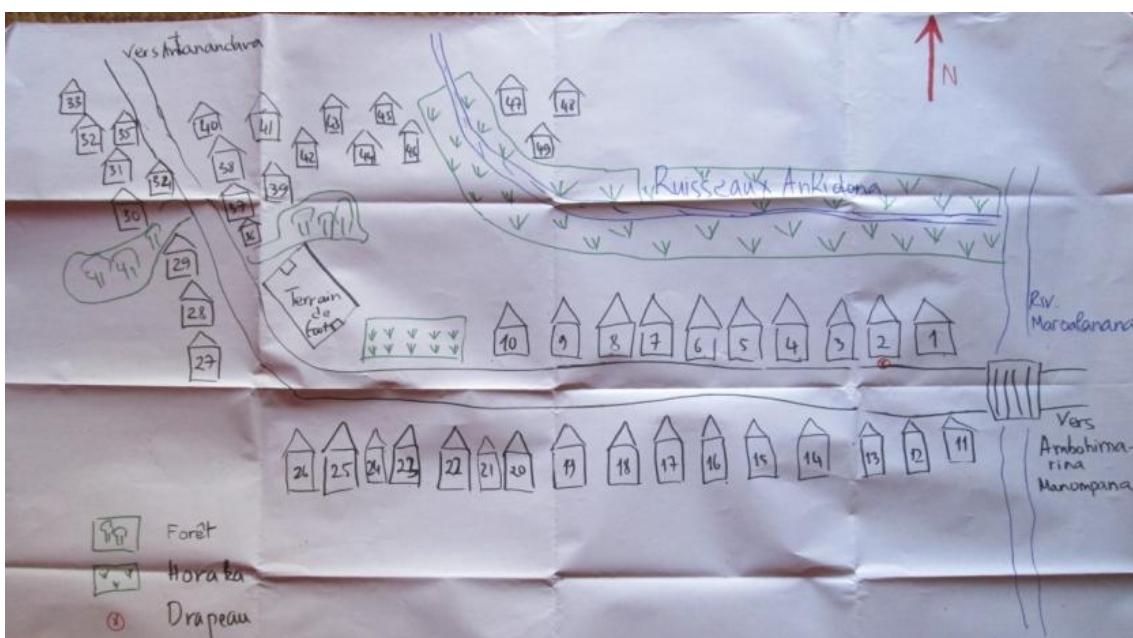


Figure 3 : Carte paysanne du village de Maroalanana

La carte paysanne permet avec aisance de développer une compréhension approfondie des aspects physiques et sociaux de la vie du village, de collecter les données démographiques et autres informations requises concernant les ménages avec précision, de fournir un forum de discussion dans lequel il est possible de démêler les divers aspects de la vie sociale et enfin de servir d'instrument de guidage pendant le processus de planification d'interventions. Sur la carte, les ménages ont été numérotés puis des questions ont été adressées aux participants.

A chaque numéro de ménage, une question est posée sur les activités agricoles de celui-ci :

- Pratique de l'agriculture sur-brulis,
- Pratique de la riziculture irriguée,
- Pratique de la culture de rente (Vanilliers, Girofliers, Cafériers),
- et de la possession de zébus.

L'utilisation des cartes paysannes est très efficace pour orienter les questions sur l'utilisation du sol et les activités des ménages.

Les informations sur ces diverses pratiques agricoles ont été recherchées selon les raisons suivantes. Premièrement, de multiples combinaisons entre pression démographique, pratiques agraires, riziculture pluviale sur brûlis (tavy), disponibilité en terres pour la riziculture irriguée, risque cyclonique, revenus liés aux cultures de rente, accès à la route et aux marchés à travers les circuits de commercialisation déterminent les modalités des transformations des paysages des forêts naturelles à l'Est de Madagascar.

En lisière du couloir forestier, la physionomie du paysage agricole du terroir villageois change d'une année à l'autre sous l'effet des pratiques agricoles effectuées par la population riveraine pour couvrir ses besoins alimentaires. En conséquence des pratiques culturales (abattis sur brûlis et riziculture irriguée) et des processus écologiques de régénération forestière, le paysage du terroir villageois se caractérise par une mosaïque paysagère de rizières, forêts, savanes, parcelles cultivées en pente, reboisements, lambeaux forestiers, vergers et tous les stades de succession forestière post-culturale. En contexte de lisière de forêt, cinq principaux compartiments d'occupation du sol peuvent être distingués entre lesquels existent des flux : forêt, culture, jachère herbacée (prairie); jachère forestière (recrû forestier) et rizière. Les transitions entre ces compartiments sont régies par deux types de règles: des évolutions écologiques du couvert végétal et des actions humaines (défriche, mise en jachère, feu et labour). Aussi, l'adoption de ces diverses activités par le ménage a des impact sur la transformation ou le dynamique du paysage. On note en particulier la pratique de l'agriculture sur brûlis et celle des cultures de rentes.

Pour l'agriculture itinérante sur brûlis ou tout simplement agriculture sur brûlis, sa définition synthétique et consensuelle est proposée par Conklin (1957) (in Locatelli, 2000) pour « tout système agricole (shifting cultivation) dans lequel les champs sont défrichés par le feu et cultivés pendant une période brève pour être ensuite mis en jachère, le plus souvent forestière, à longue révolution ». Ses caractéristiques principales sont : le caractère itinérant, un défrichement généralement effectué à l'aide du feu, l'absence de dessouchage, le transfert de la fertilité vers les plantes cultivées, un outillage faible et l'absence d'intrants.

Concernant les cultures de rente, ces cultures sont d'une importance économique pour les ménages ruraux, pour l'économie locale, régionale et nationale. Déjà en 1965, selon Charbolin, l'introduction et la vulgarisation des cultures tropicales dites riches (vanille, café, girofle), dans un milieu physique qui leur était très favorable, a amené progressivement à considérer comme secondaires les cultures vivrières. En cette période, il a été admis que le revenu de ces cultures riches peut permettre à la population l'achat des denrées nécessaires à son alimentation. Autrement dit, la pratique de cette activité attire les paysans du fait de sa rentabilité mais également du fait de l'existence ou non de terroirs pour ce type de cultures.

Aujourd'hui encore, les chiffres confirment la rentabilité de ces cultures. En effet, au niveau national, le clou de girofle constitue l'un des principaux produits d'exportation de Madagascar avec la vanille et le café. Son exportation représentait les 3,27% de toutes les exportations de Grande île en 2010 d'après les chiffres BCM. Dans la région d'Analajirofo ou « forêt de girofliers », là où le district de Manompana est localisé, le giroflier représente la principale culture de rente, aussi bien en termes de revenus que d'importance sociale pour le producteur. L'importance de la culture de girofliers ne concerne pas seulement les plants de girofliers en eux-mêmes en tant que composants du paysage mais également l'importance de leur contribution dans le revenu des producteurs pour assurer la subsistance.

Ainsi, la culture de girofliers contribuerait à la dynamique de paysage d'abord par l'importance de leur superficie, puis par la proportion du revenu issu des productions de clous de girofles ou de feuilles de girofliers, ensuite par l'augmentation des prix de girofles et enfin par la part de la vente de ces produits lors des périodes de soudure. D'après la Banque Centrale de Madagascar (BCM), le prix du girofle malgache qui suit la tendance sur le marché international, a triplé en trois ans chez les producteurs nationaux. En 2012, le kilo de clou de girofle s'achète à 10.000 Ariary tandis que trois ans auparavant, le kilo était de 3.000 Ariary (Madagascar Matin, 2012).

d2) Enquête par questionnaire

Pour la seconde étape, l'enquête par questionnaire au niveau de chaque ménage a été procédée. C'est une technique qui consiste à poser des questions à un ensemble de répondants, le plus souvent représentatif d'une population, une série de questions relatives à un certain point qui intéressent le chercheur (Quivy et Van Campenhoudt, 1995). Sur les 8 villages où les enquêtes se sont déroulées, au total, 128 ménages membres ou non des COBA ont été enquêtés. Au moins 20% de l'ensemble des ménages par village ont été enquêtés. Néanmoins, vu que le nombre de ménages par villages dépasse rarement la centaine, un nombre minimum de 15 ménages a été choisi.

Tableau 4 : Effectif des ménages par village interviewés

Commune	Village	Nombre de ménages	Nombre de ménages interviewés	Taux d'échantillonnage
Manompana	Ankoriraika	26	17	65%
	Maroalanana	49	16	33%
	Antanandava (Befanjana)	21	10	48%
Ambahoabe	Ambarimay	115	23	20%
	Anjiafotsy Menarà	41	24	58,5%
	Anjiamarina	24	15	62,5%
	Mandoakondro	77	17	22%
	Sasomanga	40	6	15%
Total		393	128	33%

Surligné en gris : les villages à abondance de Hoba ou de terrains plats

Idéalement, la carte paysanne aurait pu permettre de passer cette étape qui est l'enquête par questionnaire. L'idée est d'avoir un échantillonnage représentatif des ménages selon que ceux-ci fassent de la culture sur-brulis, de la riziculture irriguée, des cultures de rentes et de la possession de zébus. Cependant, vu que la plupart des ménages n'étaient pas disponibles, un échantillonnage aléatoire des ménages a été réalisé.

Les principales informations cherchées lors des enquêtes sont regroupées par rubrique :

- Informations générales : âge du chef de famille, niveau d'éducation, taille du ménage, nombre d'actifs, principales sources de revenus, types de terrains possédés (bas-fond, tanety, terrains plats), longueur de la période de soudure.
- Rizicultures sur brulis : production, superficie, durée de la jachère, production issue des cultures de rentes, distance des terrains agricoles par rapport au ménage
- Rizicultures irriguées : production, double ou simple riziculture
- Cultures de rentes : types de cultures de rentes, production, âge de la principale culture de rente, distance par rapport au ménage
- Outils agricoles : nombre de zébus

d3) Entretiens individuels semi-directifs des ménages producteurs

Avec le questionnaire, des questions ouvertes ont été posées aux producteurs. Ces questions sont relatives aux activités agricoles dans chaque rubrique (agriculture sur brulis, riziculture irriguée, cultures de rentes, pâturages), et les autres sources de revenus (Revenus issus de la forêt, élevage, autres activités agricoles et non agricoles). L'objectif n'est pas d'obtenir un portrait statistiquement représentatif de la zone ni même des villages mais de fournir une appréciation globale mais fiable de chaque ménage interviewé. L'entretien a eu lieu en même temps que l'établissement des questions du questionnaire.

e) Traitement des données**e1) Analyse descriptive des activités agricoles par village**

Etant donné que le nombre de villages visités n'est pas représentatif des villages dans tout le paysage, la méthode d'analyse des relations entre la topographie et les activités agricoles s'est cantonnée à la statistique descriptive. Pour cela, le pourcentage des ménages par village pratiquant une certaine activité agricole a été calculé. Les résultats issus de cette méthode ont donné un aperçu sur les différences de conduite d'activités agricoles entre les villages visités.

e2) Analyse de ressemblance entre les ménages

Le traitement utilisé pour détecter la ressemblance entre les ménages est la typologie des ménages. La typologie se fait en deux étapes : premièrement en utilisant les données générales provenant de la carte paysanne puis deuxièmement en confrontant ces premiers résultats par le traitement des données plus détaillées obtenues par questionnaire.

La typologie est réalisée avec le logiciel XLSTAT en couplant les méthodes ACM et CAH. L'ACM est une analyse des familles des méthodes d'analyse factorielle mais spécifique aux données qualitatives à plusieurs variables. Basée sur les projections des nuages de points et de variables (modalités), l'ACM fournit un ensemble d'outils d'aide à l'interprétation (valeurs propres, contributions, cosinus carrés, etc.). La combinaison de ces aides à l'interprétation permet d'analyser les rapprochements entre modalités des variables via la qualité de représentation. Avec l'ACM, on cherche à répondre aux questions de ressemblance ou de la différence entre les individus, aux questions de groupes homogènes d'individus. Par cette technique, les types de questions peuvent se poser aux modalités et aux variables.

- Quels sont les individus qui se ressemblent ?
- Quelles sont ceux qui sont différents ?
- Existe-t-il des groupes homogènes d'individus ?

La classification a été opérée pour les données issues de la carte paysanne englobant toute la population des villages visités et pour les données issues des questionnaires regroupant seulement les ménages échantillonnés aléatoirement.

Tout d'abord, pour les données provenant de la carte paysanne, les différentes modalités pour chaque variable (cultures sur brulis, rizicultures irriguée, Cultures de rentes, possession de zébus) ont été l'application ou non de ces activités. Les individus, les variables et les modalités sont classés dans un tableau disjonctif. Dans ce tableau, les lignes représentent les individus, alors que les colonnes

représentent les modalités des variables. Ainsi, à l'intersection de la ligne i avec la colonne k , la valeur x_{ik} vaut 1 si l'individu i possède la modalité k et 0 sinon.

Quant aux données obtenues par enquête par questionnaire, les données quantitatives ont été transformées en données qualitatives. Cette transformation a été appliquée parce que la plupart des données ont été des données qualitatives. L'ACM ne supporte pas les variables actives quantitatives. La transformation permet d'homogénéiser les variables. D'après Escofier et Pagès (2008), il est d'ailleurs très courant que les variables qualitatives étudiées dans une ACM résultent d'une transformation de variables numériques. Ainsi, les variables quantitatives continues ont été transformées en variables qualitatives par un codage en classes. Ce codage a néanmoins réduit l'information traitée – l'appartenance à une classe ou un intervalle étant moins précise qu'une valeur numérique – mais paradoxalement, comme l'indiquent Escofier et Pagès (2008), cela permet d'augmenter la richesse du résultat par la mise en évidence de liaisons non linéaires entre plusieurs variables. De plus, les données en termes de revenus agricoles et non agricoles ont été difficiles à collecter faute de temps. Le but est ainsi d'homogénéiser les données afin qu'elles soient de même type (Voir tableau 5).

Afin de mener une analyse plus complète des données, une méthode de classification qui est la méthode de classification par ascendance hiérarchique (CAH) a été appliquée. Pour la constitution des classes, cette méthode a permis de rapprocher, étape après étape, les ménages présentant des profils ressemblants dans tous les villages visités. Il s'agit ici de déterminer le nombre optimal de classes pour la typologie des ménages afin d'obtenir d'une part, une composition la plus homogène possible au sein de chaque classe et d'autre part, des classes les plus hétérogènes entre elles. La méthode d'agrégation utilisée est le critère de Ward de minimisation de la variance intra-classes.

f) Interprétation des résultats

Pour l'interprétation des résultats, Escofier et Pages (2008) indiquent que les valeurs propres et les pourcentages d'inertie ont peu d'influence sur l'interprétation d'une ACM ainsi que les cosinus carrés. « La qualité des représentations des modalités est elle-même un indicateur peu pertinent. En effet, les modalités d'une même variable étant orthogonales, elles ne peuvent être simultanément bien représentées sur un axe ». On interprétera les résultats en s'appuyant sur les coordonnées des modalités, les contributions des modalités et sur la contribution d'une variable à un axe factoriel.

Tableau 5 : Présentation et description des variables utilisées lors de la classification

Rubrique	Variables	Descriptions
Informations générales	Age du ménage (âge du chef de ménage)	Variable polytomique : 1. Jeunes ménages (âge < 35 ans) 2. Ménages matures (âge < 50 ans), 3. Ménages adultes (âge > 50 ans)
	Niveau d'éducation	Variable polytomique : 0. Analphabète, 1. EPP, 2. CEG, 3.Lycée, 4.Université
	Taille du ménage ²	Variable polytomique : 1. Entre 1 et 4 individus 2. Entre 4 et 7 individus, 3. Plus de 7 individus
	Nombre d'actifs	Variable dichotomique : 1. Inférieur ou égale à deux individus, 2. Plus de deux individus
	Activités commerciales	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Emploi de Mains d'œuvre	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Possession de rizières	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Possession de terrains plats	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Possession de Savoka	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
Riziculture sur-brulis	Longueur de la période de soudure	Variable polytomique : 1. De zéro à trois mois 2. De quatre à six mois, 3. Plus de six mois
	Superficie de rizicultures sur brulis	Variable polytomique : 0. Pas de rizicultures sur brulis, 1. Superficie =] 0, 225 ares], 2. Superficie =] 225, 500 ares], 3. Plus de 500 ares
	Production de la riziculture sur brulis	Variable polytomique : 0. Pas de rizicultures sur brulis, 1. Production =] 0, 50 sobika], 2. Production =] 50 ; 80 sobika], 3. Plus de 80 sobika
	Distance du terrain par rapport à la maison d'habitation	Variable polytomique : 0. Pas de rizicultures sur brulis, 1. Inférieur à 45 minutes, 2. Entre 45 et 90 minutes, 3. Plus de 90 minutes
Rizicultures irriguées	Durée de la jachère	Variable polytomique : 0. Pas de rizicultures sur brulis, 1. Durée =] 0, 3 ans], 2. durée = 4 ou cinq ans, 3. Plus de 5 ans.
	Production des rizicultures irriguées	Variable polytomique : 0. Pas de rizicultures irriguée, 1. Production =] 0, 50 sobika], Production =] 50 ; 80 sobika], 3. Plus de 80 sobika
Cultures de rentes	Double riziculture	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Cultures de Girofliers	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Cultures de Vanilliers	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Cultures de cafériers	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non
	Age de la principale culture de rente (Giroflier)	Variable polytomique : 0. Pas de cultures de rentes, 1. Inférieur à 8 ans, 2. Entre 8 et 30 ans, 3. plus de 30 ans
Zébus	Distance des plantations	Variable polytomique : 0. Pas de cultures de rentes, 1. Inférieur à 45 minutes, 2. Entre 45 et 90 minutes, 3. plus de 90 minutes
	Possession de zébu	Variable dichotomique : 1. Oui, 2. Non

² La taille moyenne des ménages en milieu rural est de 5,2 (INSTAT, 2002)

2.7 Limites de l'étude

Les limites suivantes ont été rencontrées lors de l'élaboration de ce rapport. Les limites peuvent être catégorisées selon les deux catégories de méthodes utilisées : les limites concernant l'analyse des données satellitaires et les limites des travaux de terrains.

Premièrement, une des limites concernant le traitement des images satellite est la présence de nuages. La zone du corridor forestier de Manompana est une zone où durant toute l'année, il est pratiquement rare de ne pas voir de nuages. En observant les images sur le site de l'USGS, aucune image n'a été exemptée de nuages sauf pour la troisième époque (Aout 2014). Et pourtant, pour une zone si « petite » par rapport à toute une région, un pixel compte. Pour la première époque, le pourcentage de nuage sur toute la zone a atteint 15% alors que pour la deuxième époque, ce taux a été plus grand (22%) c'est-à-dire que presque le quart de l'image a été couvert de nuage. Il fallait alors trouver une solution efficace pour reconnaître ce qu'il y a sous les nuages. Il a alors fallu combiner des images à dates différentes surtout pour la première et la deuxième époque. Le résultat a été correct vue que le pourcentage de nuage présente sur la carte obtenue n'est plus que de 3%. Afin de résoudre entièrement le problème, le croisement des classes entre les époques a été effectué.

Deuxièmement, il a été évoqué que le corridor forestier de Manompana englobe trois communes différentes : la commune de Manompana, celle d'Ambahoabe et celle d'Antenina. Pourtant, seulement les deux premières communes ont été représentées. Quand bien même cela aurait été le cas, cette limite de l'étude abordant les limites (frontières) administratives n'est pas réellement d'une importance capitale dans le contexte de cette étude vue que l'on raisonne en termes de paysages. De l'Est vers l'Ouest, il pourrait être évalué que le paysage a bien été représenté en considérant les ressources temporelles et financières investies dans la réalisation des travaux de terrain.

Une autre limite de cette étude concerne le non représentativité des villages visités sur tout l'ensemble du paysage. Effectivement, 8 villages répartis sur 3 communes n'est pas largement représentatif. Aussi, l'étude s'est limitée à l'analyse descriptive des pratiques agricoles des villages choisies. En tout cas, le choix des villages a été fait dans la considération que des transferts de gestion ont eu lieu à leur niveau. Le choix s'est également basé sur les objectifs de recherche de la doctorante grâce à qui cette recherche a pu être réalisée.

Enfin, voyant le nombre de villages par catégorie de pentes, il peut être remarqué que la première catégorie (catégories des villages dont les terroirs ne sont pas à fortes pentes), a seulement été représentée par deux villages. Cela est dû à l'impossibilité de l'accomplissement de deux objectifs différents : d'un côté avoir des villages qui représentent suffisamment tout le paysage, et de l'autre avoir le même nombre de village par catégorie de pente. La première situation a été priorisée dans la mesure où l'étude globale concerne l'ensemble du paysage et que les pratiques agricoles ont servi de descriptions.

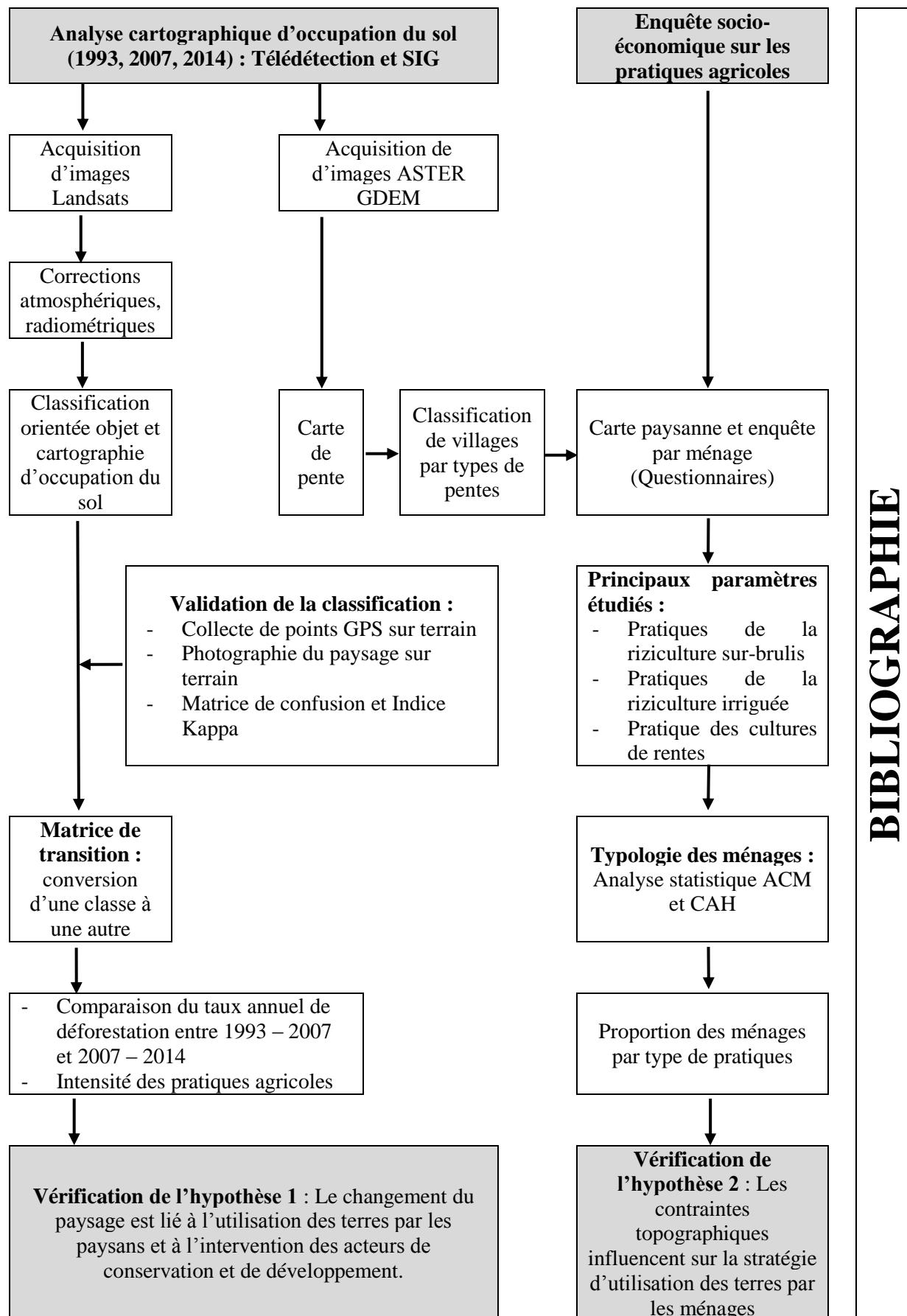


Figure 4 : Synthèse de la démarche méthodologique

ooo

Résultats

ooo

3 RESULTATS

3.1 L'évolution temporelle et spatiale des changements de l'occupation du sol

3.1.1 Cartographie d'occupation du sol par époque

Trois classifications correspondant aux dates des images ont permis d'évaluer l'évolution (temporelle et spatiale) de l'occupation du sol de la zone d'étude pour une période de vingt ans (1993-2014). Dans cette analyse de l'évolution globale de l'occupation du sol, six classes thématiques ont été retenues: forêts, savoka, terrains de cultures, sols nus, plan d'eau et sable. Les trois premières classes sont les plus dominantes couvrant à chaque fois plus de 95% de la superficie totale. La superficie forestière est la plus élevée parmi toutes les classes pour les trois époques, quoi que la classe savoka commence à gagner beaucoup plus de place.

- **Classe Forêt :** C'est une forêt constituée d'arbres à cimes jointives ou presque, dont les hauteurs sont en grande majorité supérieures à 12-20m. Le recouvrement des ligneux est compris entre 90 et 100%, et un sous-bois dense, avec présence de lianes. L'activité photosynthétique de cette classe est très forte. L'échantillonnage de cette classe lors de la classification orientée objet et basée surtout sur la forme et la couleur (vert foncé) des pixels.
- **Classe Savoka :** Ce sont des formations forestières en stade de dégradation ou de reconstitution. Ce type de végétation présente une activité photosynthétique moyenne. Du fait de la ressemblance de leur signature spectrale, les plantations de girofliers ont également été classifiées comme savoka (au lieu de terrains de cultures) afin d'éviter les confusions de classification.
- **Classe Terrains de cultures :** Cette classe regroupe notamment les rizières et les bas-fonds. L'activité photosynthétique est très faible voire nulle. Cette classe a été reconnue lors de la classification par sa couleur plutôt marron.
- **Classe Sols nus :** ce sont des sols dénudés avec une faible proportion de végétation au dessus. L'activité photosynthétique est nulle et la couleur des pixels est marron clair. Cette classe peut être confondue avec la classe des terrains de cultures.
- **Classe Plan d'eau :** cette classe regroupe les rivières, les lacs et la mer. L'activité photosynthétique est nulle. La couleur des pixels est noire.



Photo 3 : Rizières de bas-fond (premier plan), Savoka 2 ans (deuxième plan), forêts (troisième plan)



Photo 4 : Savoka 6 ans au premier plan (espèces caractéristiques *Harungana madagascariensis*)

3.1.2 Validation de la classification

L'évaluation de la classification des images de 2014 ([LC81580712014236LGN00](#) et [LC81580722014236LGN00](#)) par la classification orientée objet est représentée par la matrice de confusion (Tableau 6). Dans le tableau, les valeurs en diagonale indiquent le nombre de pixels bien classés (la classification effectuée sur ordinateur correspond à la réalité sur terrain) et ceux hors diagonale le nombre de pixels mal classés pour chaque unité d'occupation du sol. Le rapport de la somme des pixels bien classés sur le total de pixels utilisés dans la classification nous donne le pourcentage de classification global qui est de l'ordre de 76,99%. En effet, sur les 113 points GPS collectés sur terrain, 87 correspondent à la classification soit une précision de 76,99%. L'analyse de cette matrice permet aussi d'avancer que le niveau de précision de la classe « Terrain de culture » a été le plus faible : sur les 38 points GPS collectés dans cette catégorie, 24 correspondent à la classification des images satellites, soit 63,26%. Ce faible niveau de précision serait dû au décalage entre la date d'acquisition des images satellites (24 Aout 2014), correspondant au début des activités agricoles et celle de collecte des données (Mars 2014).

3.1.2.1 Matrice de confusion

Dans le tableau de la matrice de confusion, les valeurs en diagonale indiquent le nombre de pixels bien classés (la classification effectuée sur ordinateur correspond à la réalité sur terrain) et ceux hors diagonale le nombre de pixels mal classés pour chaque unité d'occupation du sol. Le rapport de la somme des pixels bien classés sur le total de pixels utilisés dans la classification nous donne le pourcentage de classification global qui est de l'ordre de 76,99%. En effet, sur les 113 points GPS collectés sur terrain, 87 correspondent à la classification soit une précision de 76,99%. L'analyse de cette matrice permet aussi d'avancer que le niveau de précision de la classe « Terrain de culture » a été le plus faible : sur les 38 points GPS collectés dans cette catégorie, 24 correspondent à la classification des images satellites, soit 63,26%. Ce faible niveau de précision serait dû au décalage entre la date

d'acquisition des images satellites (24 Aout 2014), correspondant au début des activités agricoles et celle de collecte des données (Mars 2014).

Tableau 6 : Matrice de confusion de la classification orientée objet des images de 2014

		Echantillons sur terrain						Total	Erreur de commission (%)
		Forêt	Savoka	Terrain de culture	Sol nu	Plan d'eau	Sable		
Classification	Forêt	17	2					19	10,53
	Savoka	7	45	3				55	18,18
	Terrain de culture		14	24				38	36,84
	Sol nu							0	0,00
	Plan d'eau					1		1	0,00
	Sable							0	0,00
	Total	24	61	27	0	1	0	113	
Erreur d'omission (%)		29,17	26,23	11,11	0,00	0,00	0,00		

Précision globale : 76,99%

La précision globale de la classification de 76,99% montre que la carte de végétation classifiée est compatible avec les réalités de terrain. Cependant quelques confusions se sont produites quand les échantillons sur terrain ne correspondent pas à la classification. Ces erreurs sont de deux types. D'un côté il y a les erreurs de commission et de l'autre il y a les erreurs d'omission. Parmi ces confusions, on peut citer :

- Pour les erreurs de commission : 2 pixels sur 19 ont été mal classé pour la classe forêt (11,74%) ; 10 sur 55 pour la classe savoka (18,18%); et 14 pixels sur 24 pour la classe Terrain de culture (58,33%) dont tous les pixels mal classés appartiennent à la classe savoka.
- Pour les erreurs d'omission : 7 pixels sur 24 (24%) ont été omis de la classe forêt et ont été considérés comme faisant partie de la classe ; 16 pixels sur 61 (26%) ont été omis de la classe savoka et affectés dans les autres classes (14 pixels pour la classe terrains de cultures et 2 pixels pour la forêt) ; enfin, pour la classe terrain de culture, 3 pixels qui dans la réalité devraient appartenir à la classe terrain de culture a été affecté dans la classe savoka.

Les classes « sols nus » et « sables » n'ont pas été représentées dans le tableau de la matrice de confusion étant donné que durant nos trajets, aucune de ces classes n'ont été remarquées. De ce fait, aucun point GPS correspondant à ces classes n'a été enregistré.

3.1.2.2 Indice Kappa

Après calcul à partir du tableau de matrice de confusion précédent, l'indice Kappa est de 0,63. Cela permet de conclure que le résultat des classifications est statistiquement acceptable et ce d'après les critères d'évaluation de Landis et Koch en 1977 confirmé par Pontius en 2000.

3.1.3 Evolution des occupations du sol entre 1993 et 2014

Après la classification des images, des cartes d'occupations du sol ont été réalisées et la superficie de chaque classe calculée. La dynamique temporelle (sur 20 ans) des classes est nettement perceptible à travers les diagrammes circulaires ci-dessous. Pour mieux appréhender cette dynamique, les analyses diachroniques ont été focalisées sur les trois classes les plus dominantes : Forêt, Savoka (formations secondaires) et Terrains de cultures. Les classes « sols nus », « plans d'eau » et « sable » ont été reclassifiées en « Autres classes » vu qu'à elles toutes, elles ne représentent pas plus de 3% de l'occupation du sol.

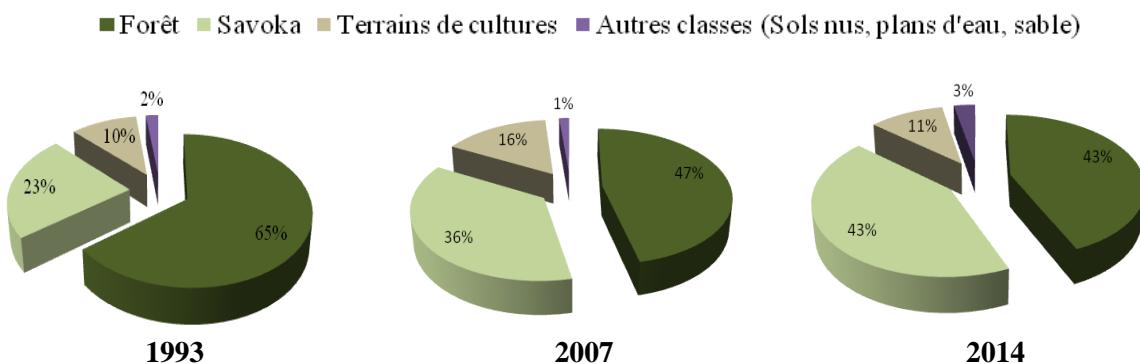


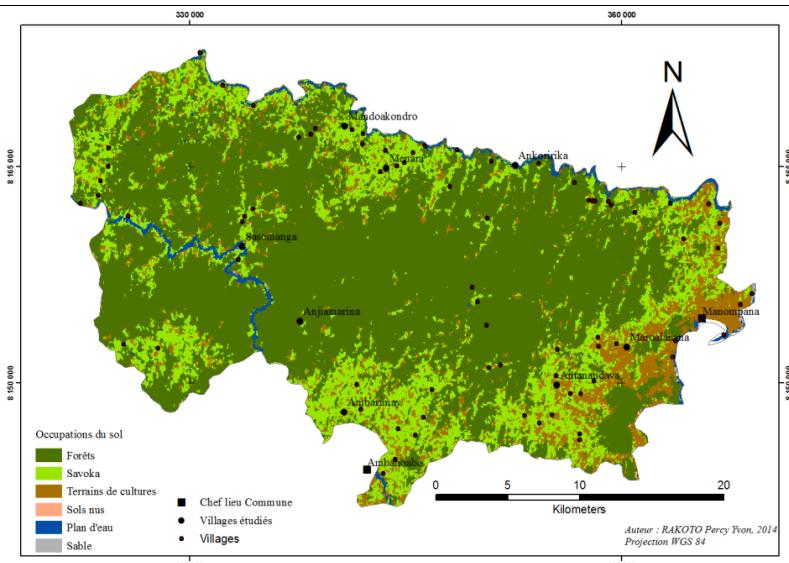
Figure 5 : Evolution temporelle de l'occupation du sol entre 1993 et 2014

Ces diagrammes circulaires rendent à l'évidence que les formations secondaires qui sont les savoka et les terrains de cultures gagnent de plus en plus de terrain. Si en 1993, les espaces forestiers ont recouvert environ 65% de la zone d'étude soit 57 206 Ha tandis que la superficie des formations secondaires et des terrains de cultures ont été de 33%. En 2014, la proportion de savoka est presque égale à celle des forêts (43,53% soit 38 567 Ha pour la forêt et 42,71% soit 37 840 Ha pour le savoka) A cette époque (2014), il est constaté que les deux classes (savoka et terrains de cultures) commencent à dominer le paysage.

Carte 4 : Occupation du sol en 1993

Pourcentage des superficies par classe :

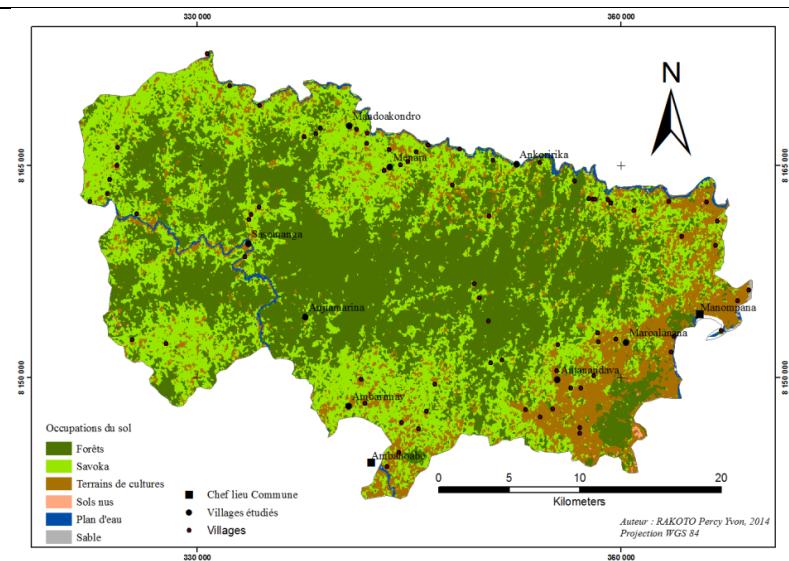
- Forêts (64,56%),
- Savoka (22,97%),
- Terrains de culture (10,50%),
- Sols nus (0,10%),
- Plan d'eau (1,82%),
- Sable (0,05%)



Carte 5 : Occupation du sol en 2007

Pourcentage des superficies par classe :

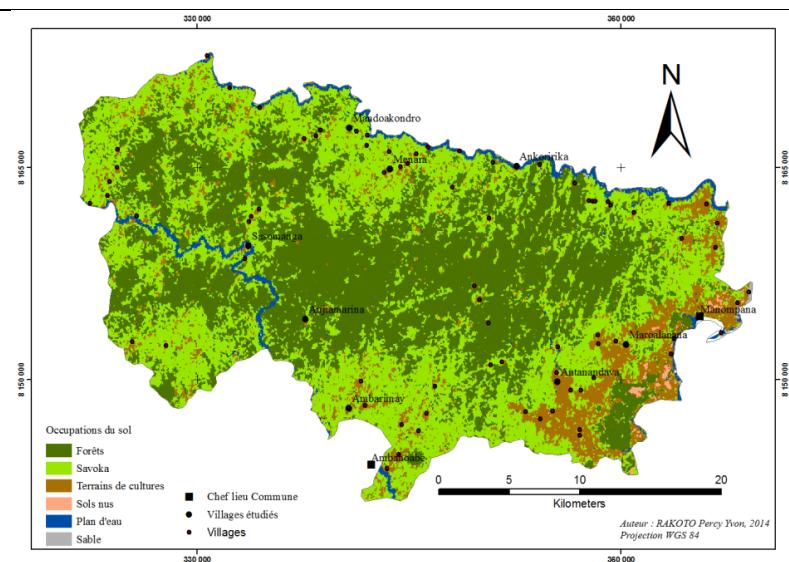
- Forêts (46,60%),
- Savoka (36,27%),
- Terrains de culture (15,65%),
- Sols nus (0,10%),
- Plan d'eau (1,29%),
- Sable (0,09%)



Carte 6 : Occupation du sol en 2014

Pourcentage des superficies par classe :

- Forêts (43,53%),
- Savoka (42,71%),
- Terrains de culture (10,69%),
- Sols nus (0,35%),
- Plan d'eau (2,62%),
- Sable (0,10%)



3.1.4 Gains et pertes en superficie des classes : taux de déforestation annuel

L'évolution temporelle de l'occupation du sol représentée sous forme graphique précédemment, et l'analyse des cartes d'occupation du sol ont montré une baisse de la couverture forestière. Le diagramme des gains et des pertes en superficie pour chaque classe est présenté ci-dessous.

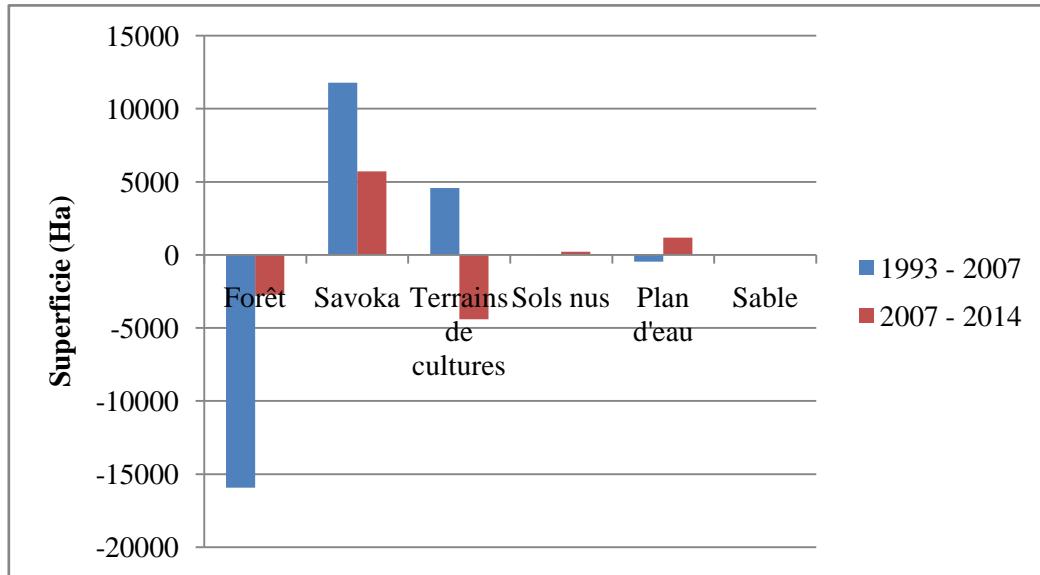


Figure 6 : Diagramme des gains ou pertes de chaque classe d'occupation du sol entre 1993 et 2007 puis 2007 et 2014

Dans l'ensemble, pour la période 1993-2014, la perte de forêt a représenté 32,58 % (18 638 Ha) de la superficie totale. Entre 1993 et 2007 cette perte est plus grande. Il est également constaté que la diminution de superficie forestière se fait au profit des terrains de cultures et des savoka qui ne sont autres que des zones de cultures laissées en jachères.

L'augmentation de la classe « sols nus » peut être liée à l'incertitude de la classification à cause des similitudes des signatures spectrales avec celles des terrains de culture. Néanmoins, ensemble, l'évolution des superficies des trois classes, en l'occurrence terrains de cultures avec la classe savoka et sols nus, est liée à la diminution des superficies forestières.

La superficie des plans d'eau et de la classe sable reste stable avec respectivement un pourcentage dans la fourchette de 1,3 à 2,6%.

Le tableau suivant montre l'évolution surfacique de la forêt à travers les trois époques. Comme la période séparant la première époque de la deuxième (1993 – 2007) est plus longue que celle séparant la deuxième époque de la troisième (2007 – 2014) le taux de déforestation annuelle a été calculé afin de pouvoir comparer la superficie perdue entre les deux périodes.

Tableau 7 : Taux de déforestation annuelle entre 1993 et 2007 puis entre 2007 et 2014

Période	Superficie des forêts (ha)			Pourcentage	
	à l'époque initiale	à l'époque finale	Perte	Perdues	Taux def. ann.
1993 - 2007	57 214	41 292	15 826	27,71 %	1,99%
2007 - 2014	41 292	38 573	2 749	6,66 %	0,94%

Taux def. ann. : Taux de déforestation annuelle

Entre 1993 et 2007, le taux de déforestation annuelle a été évalué à 1,99%. Ce taux est devenu de 0,94% entre la période de 2007 et 2014 soit une diminution de plus de 100%.

3.1.5 Matrice de transition

La matrice de transition permet de mettre en évidence les changements d'occupation du sol entre 1993 et 2007 puis entre 2007 et 2014.

3.1.5.1 Matrice des changements paysagers entre 1993 et 2007

Entre la première époque (1993) et la deuxième époque (2007) la matrice de transition se présente comme suit.

Tableau 8 : Matrice de transition entre 1993 et 2007

		Classification 1993						Total
		Forêt	Savoka	Terrains de cultures	Sols nus	Plan d'eau	Sable	
Classification 2007	Forêt	44,31	1,35	0,82	0,00	0,11	0,00	46,60
	Savoka	16,74	15,08	4,19	0,01	0,23	0,02	36,27
	Terrains de cultures	3,37	6,50	5,30	0,03	0,43	0,02	15,65
	Sols nus	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,10
	Plan d'eau	0,11	0,03	0,11	0,01	1,03	0,00	1,29
	Sable	0,00	0,00	0,01	0,05	0,03	0,00	0,09
	Total	64,56	22,97	10,50	0,10	1,82	0,05	100,00

Plusieurs constats peuvent être faits (Tableau 8):

- Pour la classe forêt : 44,31% (39 257 Ha) des forêts sont restés inchangés. Plus de 20% (14 834 Ha) de cette classe a été converti en terrains de cultures (3,37%) et Savoka (16,74%) entre 1993 et 2007. Si en 1993, 64,56% (57206,34 Ha) de toute la zone est couverte de forêt, cette proportion n'est plus que de 46,60 % (41286,96 Ha) en 2007. Dans la matrice de changement, la superficie de sols nus restant inchangée est nulle, cela peut provenir de la confusion entre la classe sol nu et culture.

- Pour la classe Savoka, 15,08% de la superficie initiale reste inchangée, en revanche, 6, 50 % a été converti en terrains de cultures. Le type de conversion de savoka en Forêt (1,35%), en l'espace de 15 ans entre 1993 et 2007 n'est pas possible. L'explication serait que certains savoka sont des jachères anciennes et prennent la même signature spectrale que la forêt. Dans ce cas, il s'agirait d'une confusion entre jachère ancienne et forêt.
- Pour la classe des cultures, 5,30% de la surface initiale se trouvent inchangé en 2007. Plus de 4,19% ont été convertis en savoka. En fait, les espaces en savoka sont des terrains de cultures se mettant en jachères et en rotation avec les cultures annuelles. La proportion de 0,82% (729Ha) qui a été converti en forêts résulterait des confusions de la classification.

3.1.5.2 Matrice des changements paysagers entre 2007 et 2014

Entre la deuxième époque (2007) et la troisième époque (2014) la matrice de transition se présente comme suit.

Tableau 9 : Matrice de transition entre 2007 et 2014

		Classification de 2007						Total
		Forêt	Savoka	Terrains de cultures	Sols nus	Plan d'eau	Sable	
Classification de 2014	Forêt	39,83	2,94	0,70	0,02	0,04	0,00	43,53
	Savoka	5,52	29,60	7,54	0,01	0,04	0,00	42,71
	Terrains de cultures	0,84	3,34	6,46	0,03	0,02	0,00	10,69
	Sols nus	0,07	0,00	0,24	0,03	0,00	0,00	0,35
	Plan d'eau	0,33	0,38	0,70	0,01	1,20	0,01	2,62
	Sable	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,08	0,10
	Total	46,60	36,27	15,65	0,10	1,29	0,09	100,00

Entre 2007 et 2014, près de 7% des espaces de forêts ont été convertis en cultures (0,84%) et en espaces de savoka (5,52%). Si en 2007, la proportion de la superficie de savoka a été de 36,27%, cette proportion est devenue de 43,53% en 2014. Ensuite, 2,94% des espaces de savoka en 2007 sont classés en forêts en 2014, résultant encore une fois de la difficulté à discriminer les savoka anciens de la classe forêt. En faisant la somme des superficies des savoka et des terrains de cultures pour les deux dates (2007 et 2014), la proportion est à peu près la même avec une légère augmentation de 1% pour l'année la plus récente soit 52% (15,65 % + 36,27%) en 2007 contre 53% (42,71% + 10,69%) en 2014. Si entre 1993 et 2007, la proportion de forêts convertie en terrains de cultures a été de 3,37% (2988 Ha), cette proportion a été de 0,84% (748Ha) entre 2007 et 2014. Aussi en moyenne, la superficie de terrains de culture qui a augmenté chaque année reste la même et ce malgré l'augmentation du nombre de la population. Les paysans aménagent ainsi de plus en plus les terrains en savoka.

Au terme de cette analyse de la matrice des changements force est de constater d'un côté que la mise en place des matrices fait ressortir quelques difficultés en termes de classification et de l'autre côté une augmentation de l'utilisation de l'espace au détriment de la forêt (augmentation des terrains de cultures et des savoka) :

- Une difficulté à discriminer entre les espaces de forêt et jachères anciennes s'expliquant essentiellement par des caractéristiques phénologiques et spectrales propres à la végétation naturelle présentant des variations spatiales progressives et peu marquées entre les différents stades de régressions.
- La conversion des forêts en terrains de culture et savoka qui s'opère chaque année à un rythme moins effréné ces dernières années (depuis 2007).



Photo 5: Paysage à Maroalanana montrant la difficulté à discriminer la classe de Savoka (à droite) avec la classe de terrain de cultures (Girofliers à gauche)



Photo 6: Paysage à Sasomanga montrant la difficulté de discriminer les classes de Savoka ancienne (avant plan) avec la classe de forêt (arrière plan)

3.1.6 Analyse du chronogramme effectué sur terrain

En générale, le nombre de ménages dans les villages visités sur terrain ont augmenté. Un cas spécifique est celui d'Ankoriraika où une diminution du nombre de ménages a été retenue d'après les enquêtes. Cette diminution est due en faite à un accident d'incendie qui s'est produit en 2010. Malgré que l'incendie n'ait pas trop causé de victimes, selon les croyances, l'incendie est un signe que des mauvais esprits règnent sur le village. Des familles se sont alors enfuies du village et se sont installées ailleurs.

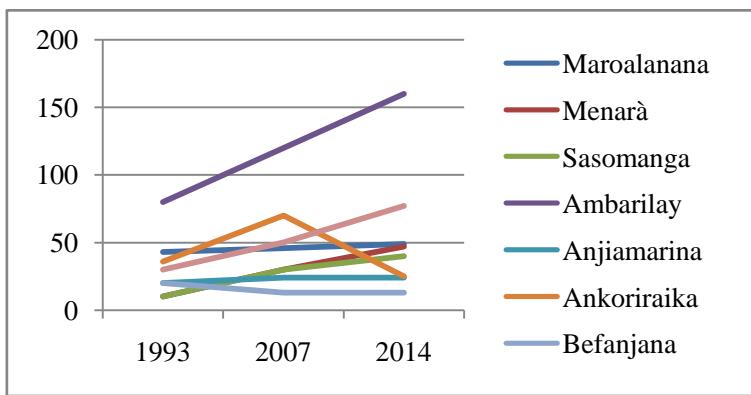


Figure 7 : Evolution du nombre de ménages dans les villages étudiés

Les villages près des routes et des grandes villes comme Manompana et Ambahoabe ont existé depuis avant 1960. Ceux qui sont loin comme le village d'Anjiamarina, Sasomanga, Mandoakondro, Menarà et Ankoriraika ont pris naissance récemment (dans les années 1980). Ce décalage d'existence entre les villages a eu des impacts sur les paysages alentours. Les paysages dans les villages plus anciens comme Ambarimay et Maroalanana, tous proches des routes, se caractérisent par l'abondance de savoka et une faible superficie de forêts naturelles. Ces villages bénéficient également le plus des actions des projets de développement et de conservation dans toute la zone.

Dans tous les villages sans exception, l'augmentation de la riziculture irriguée s'accompagne en même temps de l'augmentation des rizicultures sur brûlis. L'agriculture itinérante sur brûlis traditionnelle en cycles culture-jachère longue permet de défricher à nouveau et de réaliser une culture avec de bons rendements et des adventices relativement peu envahissantes. Cependant, avec la pression démographique, le manque de terres agricoles pousse les paysans à réduire l'espace forestier et au profit de l'agriculture. Sinon, la jachère est rendu encore plus courte, ainsi, même si la restauration du sol peut parfois être suffisante, la phytomasse de la forêt secondaire sera plus faible et par conséquent également la masse de cendres, entraînant une réduction des rendements ; le stock de graines et de propagules des adventices ne sera pas autant réduit qu'en jachère longue et la lutte contre ces adventices va nécessiter beaucoup de temps et d'énergie. Recourir aux engrains minéraux du commerce n'est ni à la portée de la plupart des agricultrices et agriculteurs traditionnels, ni dans leurs habitudes. Bref, la végétation devient une végétation de type rabougrí, le sol perd de sa fertilité et les travaux agricoles deviennent de plus en plus lourds.

En ce qui concerne les cultures de rentes, ces dernières années, ces types de cultures ont été très prospères occupant de plus en plus un espace du paysage. La confiance en la prospérité de ce genre de cultures dépend aussi des conditions climatiques comme la fréquence de cyclones mais aussi du prix des cultures de rentes. L'exemple le plus palpable est la chute du prix de la vanille en 2004 qui a causé le découragement des cultivateurs et par voie de conséquence la stagnation voire la diminution des superficies de vanilliers.

3.2 Contraintes topographiques et stratégies des ménages sur l'agriculture

3.2.1 Description des pratiques agricoles et des activités forestières

Les principaux types de cultures pratiqués par les ménages sont la riziculture et la culture de rente surtout la culture de girofliers. Les ménages sont essaient également de maximiser l'utilisation des terres en pratiquant la polyculture : fruits à pain, jaquier, ananas... Les deux principales pratiques de riziculture sont la riziculture irriguée et la riziculture sur brulis ou « tavy ». La riziculture sur bas-fond s'opère en deux temps saison, la première commence en Juillet ou Aout et se termine en Décembre alors que la seconde commence en Janvier et se termine au mois d'Avril ou Mai. Pour la riziculture sur brulis, généralement la défriche commence au mois d'Octobre ou Novembre et la période de récolte au mois de Mars ou Avril. La majorité de ceux qui pratiquent la riziculture irriguée cultivent une fois seulement dans l'année. Les paysans se plaignent du non maîtrise de l'eau et de l'inexistence de réseaux d'irrigations. Quant au riz cultivé sur tanety (Tavy), l'ancien espace forestier est défriché puis cultivé du riz durant un ou deux ans. Le terrain est ensuite laissé en jachère pendant 3 à 6 ans voire plus dans certains villages. Après 4 à 6 d'alternances entre jachères et cultures sur brulis (soit après 15 à 30 ans de la première défriche), le sol est épuisé, les paysans cultivent des cultures de rente comme le giroflier ou y effectuent de la polyculture. La culture de girofliers est très pratiquée dans la zone. Le giroflier est cultivé pour la vente des clous et des feuilles ou de l'huile essentielle (Eugénol). Pour la production d'huile essentielle, les clous sont utilisés de préférence, mais comme lors des périodes de soudures (mois de Février à Avril), les feuilles sont collectées pour la fabrication d'huile essentielle dont les gains obtenus après la vente serviront à combler le revenu des ménages. La récolte des feuilles se fait par coupure en petit rameaux. La coupe donne, sur un arbre normal, environ 25 kg par an de branchettes et feuilles alors que les arbres de plus de 20 ans peuvent donner jusqu'à 50 kg. La capacité usuelle des alambics est de 1000 litres avec une charge de 280-300 kg de feuilles, parfois 1500 litres avec une charge de 450 kg de feuilles. La distillation est effectuée pendant 16 heures et le rendement en essence est de 5 à 6 litres, soit environ 2% (Jahiel, 2011). Il faut donc environ 60 kg de feuilles et de rameaux au minimum pour obtenir 1 litre d'huile essentielle (www.ctht.org, 2011).

Concernant les activités forestières, le Projet KAM, dans toute sa démarche, a équipé les COBA, les COGE et les autres structures au niveau des associations gestionnaires des ressources pour qu'ils puissent assurer à eux-seuls toutes les formes de gestion dans leurs unités d'aménagement. Actuellement, 30 bûcherons sont formés en pratique de bûcheronnage. Des matériels d'exploitation sont mis à la disposition de chaque COBA : scie passe partout, scie de long, hache, tourne à bille, gants, genouillère. Toutes ces formations techniques ont été faites pour rentabiliser au maximum les actions de première transformation (Razafintsalama et Andrianarivelo, 2012). Et mis à part l'utilisation de produits forestiers ligneux, les villageois collectent également dans la forêt d'autres produits principalement des produits forestiers non ligneux pour la confection de nattes, la fabrication de toits...



Photo 7 :
Riziculture sur
brulis



Photo 9 :
Nouveau
défriche pour
la culture sur
brulis



Photo 11 :
Plantation de
girofliers dans
les savoka sur
terrain en
pente



Photo 8 :
Riziculture
irriguée
Technique
de repiquage
traditionnel
(Ketsa
saritaka)



Photo 10 :
Riz gardé
dans les
« sobika » ou
nattes juste
après la
récolte³



Photo 12 :
Vanilliers
cultivés dans
les savoka



Photo 13 :
Villageois
transportant
des feuilles de
girofliers
séchées pour la
fabrication
d'huile
essentielle



Photo 14 :
Alambic
pour la
production
d'huile
essentielle de
girofle
(eugénol)

(photo prise
au mois de
Mars).



Photo 15 :
Feuilles de
Dypsis (Ravim-
botro) servant
de toit des
cases

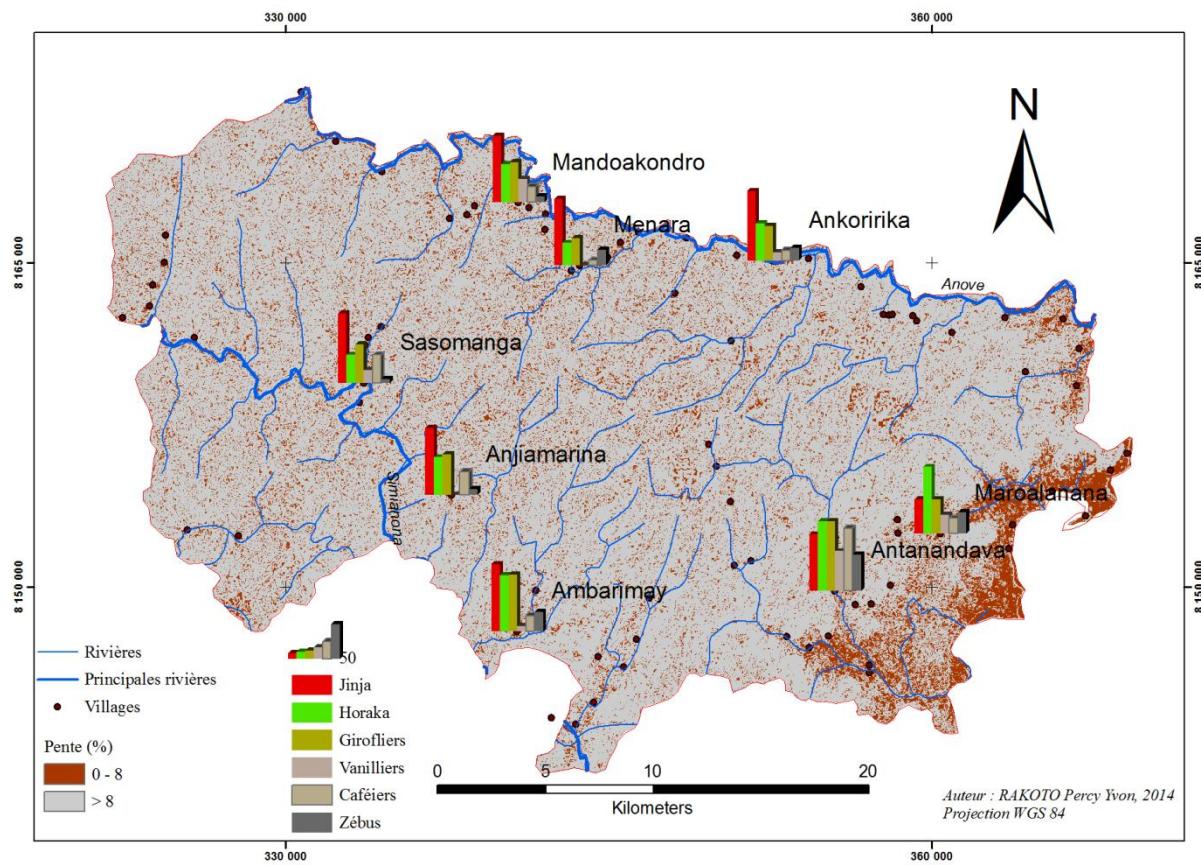


Photo 16 :
Bûcherons
sciант du bois
au cœur de la
forêt

³ **Photo 8 :** Les paddy ne sont pas détachés de la paille. En effet, les ménages ont l'habitude de « cueillir » (Mioly en malgache) les paddy avec la paille lors de la période de récolte. Autrement dit, les talles ne sont pas battues mais les tiges sont collectées unes à unes. (Photo prise au mois d'Avril).

3.2.2 Différenciation des classes de ménages à partir des données générales de la carte paysanne

L'enquête participative en utilisant les cartes paysannes a permis de diagnostiquer les activités liées à l'agriculture et au paysage dans la zone étudiée. La figure suivante montre l'intensité de ces activités agricoles au niveau d'un village donné. L'unité de chaque couleur d'une barre est en pourcentage donnant le taux d'adoption de la pratique agricole par village.



La riziculture et la culture de girofliers sont de loin les pratiques les plus courantes dans tous les villages. Dans l'ensemble de tous les villages, 89,3% des ménages pratiquent le « tavy », 63,88% la riziculture irriguée et 61,43% la culture de girofliers. A travers la figure ci-dessus, il peut être constaté que les ménages vivant à Befanjana et Ambarimay sont très actifs avec une proportion élevée de l'adoption des types de cultures par la majorité des ménages. Le village d'Ankoriraika et celui de Menarà demeurent les moins actifs. Dans le village de Maroalanana, il est remarqué un faible taux d'adoption de la culture sur brulis (49%) et un taux d'adoption élevé concernant la pratique de la riziculture irriguée (95%). Pour le village de Befanjana, 81% des ménages pratiquent l'agriculture sur brulis alors que tous les ménages (100%) pratiquent la riziculture irriguée et la culture de girofliers. Enfin, un taux de 100% de pratique de l'agriculture sur brulis est remarqué dans le village d'Ankoriraika et celui de Sasomanga. Un taux élevé de cette pratique est également remarqué au niveau du village d'Anjiamarina, celui de Mandoakondro et de Menarà.

3.2.2.1 Différenciation des classes de ménages sur les axes factoriels de l'ACM

L'analyse à classification multiple a été opérée dans le but de détecter la ressemblance entre les différents types de ménages. L'interprétation s'appuie sur les coordonnées des modalités, les contributions des modalités et sur la contribution d'une variable à un axe factoriel. Pour connaître quel axe factoriel explique le plus le regroupement des ménages et la formation des classes, la valeur propre et les pourcentages d'inertie associés à chaque axe factoriel ont été calculés.

L'estimation de la contribution des axes factoriels sur les variables a permis d'aboutir à la correspondance de ces axes aux paramètres étudiés. Autrement dit, par rapport à cette contribution des axes factoriels, certaines variables contribuent dans l'explication des axes c'est-à-dire dans la formation des classes. D'autres variables n'ont aucune contribution dans la formation des axes, ce sont les variables dites supplémentaires. Les variables actives qui contribuent significativement à l'explication des axes sont cités ci-dessous.

Tableau 10 : Détermination des variables explicatives des axes factoriels ; étape 1 : à partir des valeurs propres et pourcentages d'inertie associés à chaque axe (Carte paysanne)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	0,372	0,172	0,161	0,130	0,095	0,069
Inertie (%)	37,166	17,245	16,130	13,048	9,520	6,891
% cumulé	37,166	54,411	70,540	83,589	93,109	100,000
Inertie ajustée	0,061	0,000				
Inertie ajustée (%)	86,857	0,069				
% cumulé	86,857	86,926				

A partir de ce tableau, la comparaison des valeurs propres de chaque axe à la moyenne calculée des valeurs propres (moyenne = 0,167) suscite la considération des axes factoriels F1 et F2.

Afin de déterminer quelle variable contribue le plus à la formation des axes factoriels, le calcul de la moyenne des contributions des variables a été calculé. En comparant la valeur des contributions des variables à la moyenne, les variables dites actives ont été définies. Ce sont les variables qui déterminent les axes. Par contre, les variables sont dites supplémentaires quand elles ne participent pas au calcul des valeurs propres et vecteurs propres.

La contribution de chaque variable est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 11 : Détermination des variables explicatives des axes ; étape 2 : Détermination Contribution des variables aux axes factoriels (carte paysanne)

	Poids	Poids (relatif)	F1	F2
Jinja-0	38	0,016	0,017	0,745
Jinja-1	355	0,151	0,002	0,080
Horaka-0	134	0,057	0,173	0,010
Horaka-1	259	0,110	0,089	0,005
Girofle-0	144	0,061	0,167	0,032
Girofle-1	249	0,106	0,097	0,018
Vanille-0	323	0,137	0,025	0,000
Vanille-1	70	0,030	0,113	0,002
Café-0	287	0,122	0,061	0,017
Café-1	106	0,045	0,165	0,047
Zébus-0	310	0,131	0,020	0,009
Zébus-1	83	0,035	0,073	0,034

Les variables actives (surlignées en gris) qui contribuent significativement à l'explication des axes c'est-à-dire à la formation des classes sont cités ci-dessous.

Pour l'axe factoriel F1

- La pratique (et la non pratique) de la riziculture irriguée (Horaka-1 ; Horaka-0)
- La pratique (et la non pratique) de la culture de girofliers (Girofliers-1 ; Girofliers-0)
- La pratique de la culture de vanilliers et de caféiers (Vanilliers-1 ; Caféiers-1)

Pour l'axe factoriel F2

- Le non pratique de la culture sur-brulis (Jinja-0)

Contrairement à ces variables, les variables supplémentaires peuvent également être discutées. C'est le cas de la pratique de la culture sur brulis (Jinja-1). En faite, cette variable a été classée supplémentaire due à la familiarité de cette activité pour tous les ménages vivant dans les villages sans exception, qu'il s'agisse d'un village se trouvant dans des zones à pentes faibles ou non. De même pour l'élevage bovin (Non possession de zébus : Zébus-0 ; possession de zébus : Zébus-1), cette variable n'explique pas les axes factoriels dû au fait de la représentation de la possession de zébus axée plutôt sur les caractéristiques sociales que sur les caractéristiques d'outillages agricoles. En effet, l'élevage bovin est un élevage traditionnel extensif mais pouvant aussi être qualifié de contemplatif du fait de sa valeur emblématique. La plupart de ceux qui possèdent des zébus sont des propriétaires de plantation de girofliers, de vanilliers, de caféiers et de rizières.

Avec l'analyse des coordonnées des modalités (coordonnées des ménages), le graphique ci-dessous permet de distinguer deux types de ménages par rapport aux axes factoriels.

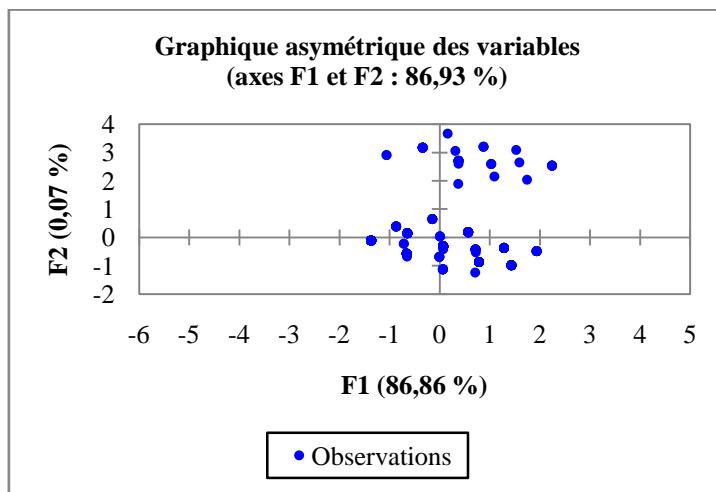


Figure 8 : Regroupement des ménages suivant les principales pratiques agricoles par ACM (résultats de la cartographie paysanne)

Par rapport à l'analyse des coordonnées des modalités aux axes factoriels, deux principales classes ou catégories de ménages ont été identifiées. D'un côté, le premier groupe de ménages rassemble les ménages essentiellement « Taviste » ne pratiquant pas la riziculture irriguée. Ce groupe s'éloigne de l'axe factoriel F2. De l'autre côté, le deuxième groupe de ménages rassemble les ménages pratiquant de la riziculture irriguée. Ce groupe peut encore être classifiée en deux sous-groupes : le groupe des ménages pratiquant essentiellement de la riziculture irriguée et celui pratiquant à la fois les deux types d'activités.

3.2.2.2 Différenciation des ménages par la Classification Ascendante Hiérarchique

Pour analyse plus complète de la typologie des ménages, une CAH a été appliquée. La CAH a révélé la formation de trois types de ménage. Cela est représenté par le graphe 3 suivant.

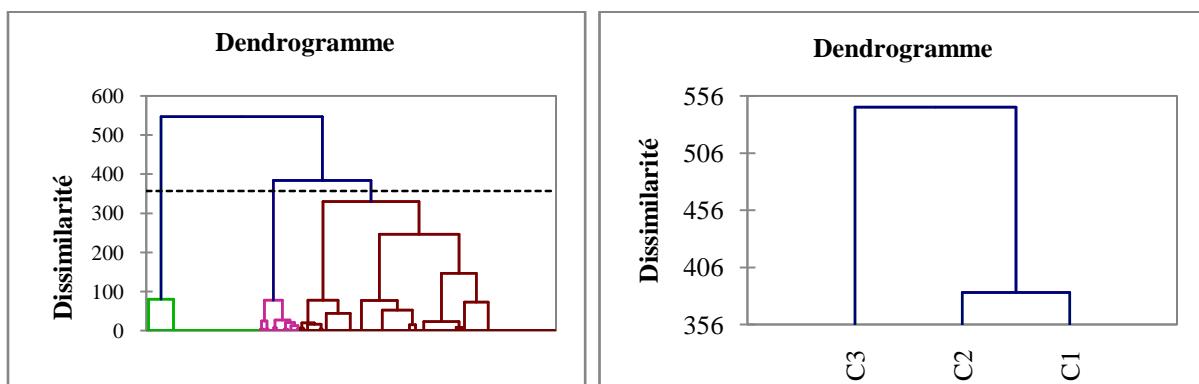


Figure 9: Typologie des ménages par CAH suivant les principales pratiques enregistrées lors de la cartographie paysanne

3.2.2.3 Proportion de ménages par classes par village

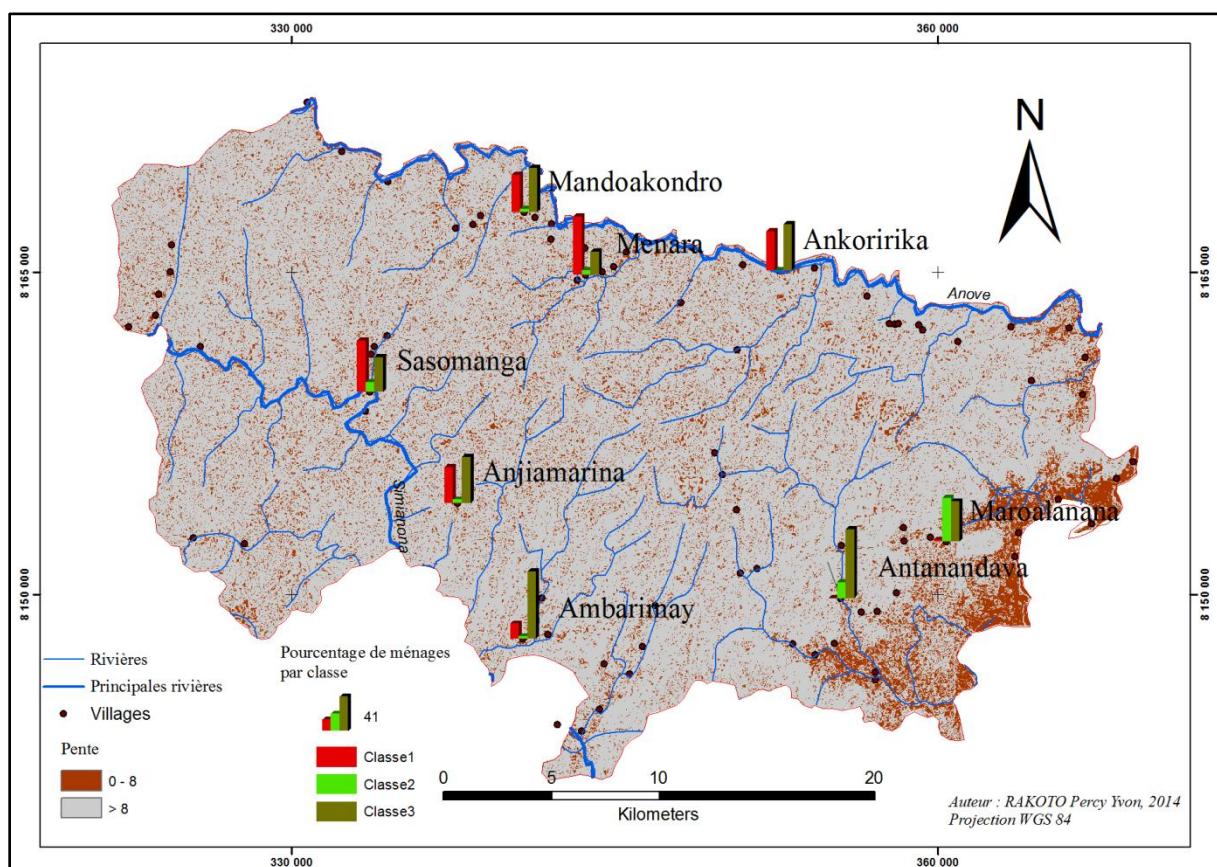
L'analyse des correspondances multiples (ACM) et la classification ascendante hiérarchique (CAH) ci-dessus ont mis en évidence l'existence de trois classes :

Classe 1 : Ménages pratiquant essentiellement de la culture sur brulis

Classe 2 : Ménages pratiquant essentiellement de la riziculture irriguée

Classe 3 : Ménages pratiquant à la fois de la riziculture irriguée et de la riziculture sur brulis.

Faisant suite à ces résultats, le pourcentage de ménages par village effectuant une pratique agricole est donné par le tableau suivant. Les deux villages surlignés en gris se trouvent dans les terroirs à pente faible.



Le premier groupe est composé de 35 % de l'ensemble des ménages répartis dans tous les 8 villages visités. Quant au deuxième groupe, la proportion de ménages regroupant ce groupe est de 65% de tous les villages visités. Dans ce deuxième groupe, 10% de l'ensemble pratique riziculture irriguée seulement, et 55% la riziculture sur brulis et la riziculture irriguée à la fois.

De cette carte, il peut être remarqué que les ménages vivant à Befanjana et à Maroalanana pratiquent le plus la riziculture irriguée par rapport à la taille de leur population. Le pourcentage de ménages pratiquant l'agriculture sur brulis seulement est très faible. Par contre, les ménages se trouvant dans les terroirs dominés par des tanety (pente > 8%) pratiquent à la fois la riziculture sur brulis et la riziculture irriguée.

3.2.3 Typologie des ménages à partir des données du questionnaire

Les résultats de l'ACM et de CAH confirment l'existence de trois classes différentes. Cependant, lors de l'opérationnalisation de l'ACM, qui a dû passer par un changement des variables (variables quantitatives vers qualitatives), beaucoup de variables ont dû être éliminées.

Il a été constaté lors de l'établissement des classes l'existence de 4 axes factoriels expliquant la formation des classes. En plus, tous les variables contribuent à l'explication des axes factoriels. Or, dans ce cas, l'analyse devient trop complexe.

Tableau 12 : Détermination des variables explicatives des axes : Valeurs propres et pourcentages d'inertie associés à chaque axe (Carte paysanne)

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valeur propre	0,512	0,375	0,206	0,205	0,175	0,162	0,114	0,028	0,023
Inertie (%)	28,455	20,859	11,420	11,371	9,732	9,008	6,314	1,575	1,265
% cumulé	28,455	49,314	60,735	72,106	81,838	90,846	97,160	98,735	100,000
Inertie ajustée	0,152	0,048	0,000	0,000					
Inertie ajustée (%)	61,320	19,369	0,019	0,014					
% cumulé	61,320	80,689	80,708	80,722					

Les variables contribuant à l'explication des axes factoriels sont les suivantes :

- Possession de Horaka
- Possession Terrains plats
- Possession Jinja
- Production Horaka
- Production sur Jinja

En conséquence de ce qui a été évoqué plus haut, les variables les plus importantes seulement ont été considérées. Ce sont les variables expliquant les plus les axes factoriels F1 et F2 et elles peuvent entre autre expliquer les autres variables :

- Possession de Horaka
- Possession de terrains plats
- Possession de Jinja

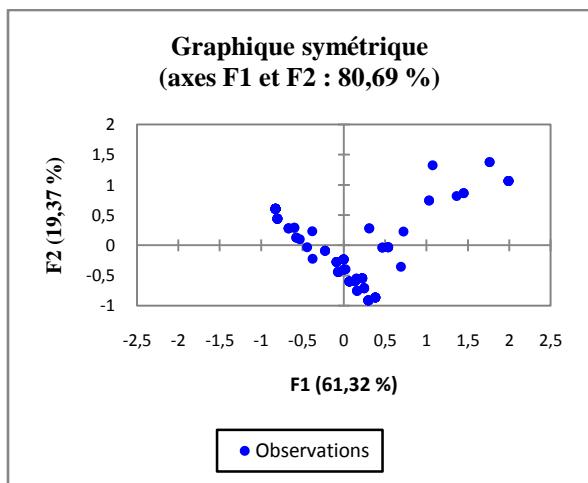


Figure 10 : Regroupement des ménages en classes suivant les pratiques agricoles par ACM (résultats des enquêtes par questionnaire)

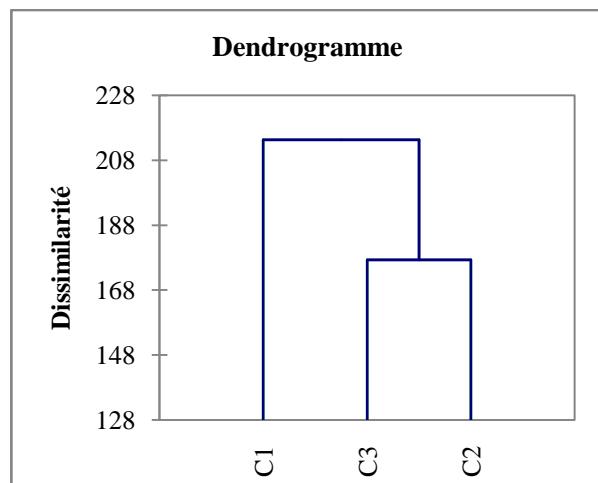


Figure 11: Typologie des ménages par CAH (résultats des enquêtes par questionnaire)

Les ménages sont ainsi regroupés en trois de classes comme lors de la cartographie paysanne :

- Classe 1 : Les ménages essentiellement et à tendance vers la pratique de la culture sur brulis
- Classe 2 : Les ménages essentiellement et à tendance vers la pratique de la riziculture irriguée
- Classe 3 : Les ménages pratiquant à la fois l'agriculture sur brulis et la riziculture irriguée.

Tableau 13: Pourcentage de ménages appartenant à un groupe par village (résultats des enquêtes par questionnaires)

Villages	Effectif ménages enquêtés	Classe 1		Classe 2		Classe 3	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Ambarimay	23	2	8,70	1	4,35	20	86,96
Anjiamarina	15	7	46,67	0	0,00	8	53,33
Ankoriraika	17	10	58,82	0	0,00	7	41,18
Befanjana	10	0	0,00	0	0,00	10	100,00
Mandoakondro	17	5	29,41	0	0,00	12	70,59
Maroalanana	16	0	0,00	9	56,25	7	43,75
Menara	24	15	62,50	1	4,17	8	33,33
Sasomanga	6	3	50,00	0	0,00	3	50,00
Total	128	32	25	11	8,60	85	66,40

Avec un taux d'échantillonage de 33%, les résultats issus du questionnaire confirment à peu près ceux issus de la carte paysanne. Le tableau dénote l'intensité de la culture sur-brulis dans la zone d'Ankoriraika, de Menara, et d'Anjiamarina. Le « tavy » est également intense à Befanjana (Antanandava), Mandoakondro et Ambarimay mais associé à la pratique de la riziculture irriguée. Encore une fois, le village de Maroalanana se caractérise par l'abondance de la riziculture irriguée effectuée dans les terroirs du village.

○○○

Discussions

○○○

4 DISCUSSIONS

4.1 Discussions sur la méthodologie

4.1.1 La carte paysanne et le chronogramme.

L'utilisation de la carte paysanne a permis de se rapprocher des participants. Il a été constaté leur participation active lors des discussions sur les pratiques de chaque ménage au niveau des villages. En dessinant sur le papier mis à même le sol, la carte paysanne et le chronogramme ont été de véritables outils d'approche participative, ils ont permis l'instauration d'un véritable climat de confiance entre les participants de différents âges (Tangalamena, adultes, jeunes, hommes et femmes) et l'animateur. Grâce à la carte paysanne et au chronogramme, chacun a eu la possibilité de participer activement et d'exprimer son point de vue. Chaque catégorie d'âges a joué un rôle spécifique. Tout d'abord, les personnes d'un certain âge ont pu s'exprimer sur l'histoire du village et l'évolution du paysage. La présence des Tangalamena est d'ailleurs très recommandée dans ce genre de recherche si l'on souhaite l'acceptation de la communauté locale pour l'intégration du chercheur. Les Tangalamena représentent en effet l'autorité traditionnelle et légitime. Puis, les personnes adultes ayant vécu plus longtemps que les jeunes au niveau du village connaissent l'histoire du village et les pratiques de chaque ménage. Enfin, la présence des jeunes a été très utile dans la mesure où cette catégorie d'âge a pu à la fois exprimer leur point de vue et renforcer les informations déjà connues venant des ainés. L'ambiance lors des réunions participatives a été à la fois apaisante et chaleureuse. Les participants ont pu s'exprimer librement sans sortir du cadre de l'étude. Enfin, l'utilisation d'une telle méthode pourrait renforcer la prise de conscience de la communauté locale sur la gestion des ressources naturelles.

Cependant, une des contraintes majeures rencontrées est l'analphabétisme de certains participants en particulier les adultes. La carte a été bien comprise par l'ensemble des participants mais pas la numérotation des ménages. Malgré cela, la représentation spatiale du village par la carte est un outil ne demandant pas une capacité éducative basique. Le problème de l'illettrisme a surtout été rencontré lors de l'établissement du chronogramme. Le chronogramme contient en effet sur l'abscisse des dates importantes et sur l'ordonnée des écritures relatant les rubriques de discussions : évolution du nombre de la population, évolution des cultures sur brulis, des cultures irriguées et des cultures de rentes, perception sur l'évolution du climat et les interventions des acteurs. Pour atténuer l'impact des possibilités de modifications d'informations que cela peut induire, des croquis et images ont été dessinés sur le chronogramme. En parallèle, des notes ont également été prises. Néanmoins, un des principaux avantages liés à ces deux types de technique est l'intégration du chercheur au niveau du village et la continuation logique de la prochaine étape qui a été l'enquête par questionnaire réalisée au niveau de chaque ménage.

4.1.2 Les questionnaires

En termes d'approche, il a été remarqué que les répondants qui ont été souvent des chefs de ménages se sont exprimés librement. Cela a permis d'avoir un haut degré de fiabilité des données recueillies. En termes de taux d'échantillonnage, dans l'ensemble, sur 393 ménages 128 ont été enquêtés ce qui représente un taux de plus de 33%. Ce taux est significativement élevé comparé au taux d'échantillonnage minimum dont le nombre minimum de ménages enquêtés ne devrait pas être inférieur à 30 (Ramamondisoa, 1996).

4.1.3 La cartographie de l'occupation du sol en 1993, 2007 et 2014

L'étude cartographique et la production des cartes à partir du traitement d'images satellites par télédétection ont permis de détecter l'évolution spatiale et temporelle de l'occupation du sol. Une des limites de la cartographie serait que lors de la classification orientée objet, la valeur moyenne qui constitue les pixels n'est pas nécessairement formée d'une occupation du sol uniforme (Niveau de précision moyen au niveau de la résolution des images qui est de 30m par rapport à l'échelle « petite » du paysage étudié).

La validation de la classification effectuée sur ordinateur grâce aux relevés de points GPS sur terrain et la prise de photos des différents paysages a permis de confirmer les cartes produites. Cette technique reflète spatialement et avec précision où ont eu lieu les changements d'occupation du sol et quelle a été la superficie d'une classe convertie en une autre classe. L'étude cartographique a permis également de reconnaître dans quel site, au niveau de quel village ont eu lieu les changements les plus intenses.

4.1.4 Analyse des données

L'analyse s'est cantonnée à l'analyse statistique descriptive du fait du non représentativité des villages sur l'ensemble du paysage. L'ACM et le CAH ont permis de faire ressortir différents types de ménages. Cependant, cette technique par la typologie des ménages ne permet pas de relier directement le facteur topographie sur le choix des ménages à pratiquer ou non telle ou telle activité. L'ACM et le CAH donnent simplement des aperçus descriptifs sur les pratiques agricoles les plus dominants dans une zone donnée.

4.2 Discussions sur les résultats

4.2.1 Evolution de l'occupation du sol dans la zone de Manompana

Les résultats de cette étude ont donné un taux de déforestation annuelle de 1,99% entre 1993 et 2007 (1766Ha/an). Ce taux est largement élevé comparé au taux de déforestation enregistré dans tout Madagascar, entre les 1990 et 2005, qui était de 0,73% (Harper *et al.*, 2007; MEEFT *et al.*, 2007). Dans la région de Manompana, une étude d'Eckert *et al.* en 2011 a donné à peu près les mêmes résultats. Eckert *et al.* ont mesuré le stock de carbone dans les forêts de Manompana et ont analysé la

dynamique de l'occupation du sol entre 1991, 2004 et 2009. Le taux de déforestation enregistré a été de 1,08% entre 1991 et 2009. Dans l'étude de Eckert *et al.*, si la superficie de la catégorie des forêts assez dégradées est ajoutée à la superficie totale des forêts, le taux de déforestation entre 1991 et 2009 serait de 2,89% (59 040 Ha en 1991 contre 28 336 Ha en 2009). La différence des résultats entre les deux études pourrait être expliquée par les images utilisées. Eckert *et al.* ont utilisé des images spot avec une meilleure résolution (10 m) par rapport aux images Landsats (résolution = 30m). La méthode de classification a été le Maximum Likelihood classification. L'existence de nuages peut également être à l'origine de ces décalages. Cependant, d'autres études comme celle de Pfund *et al.* (2011) ont montré un taux de déforestation de 2,5% entre 1990 et 2009.

4.2.2 Pratiques agricoles et changement du paysage

Dans la zone de Manompana comme dans toute la région d'Analajirofo, la culture de girofliers est de loin la principale culture de rente la plus pratiquée. Le girofle a constitué une importante source de revenu des paysans locaux depuis 1900 jusqu'à l'heure actuelle, il est donc socialement et économiquement important car il procure l'essentiel du numéraire des ménages (Ranoarisoa, 2012). Les principaux points affaiblissant la filière sont le vieillissement de la ressource, le manque de structuration du monde paysan, l'importance des collecteurs dans le système de commercialisation mais également les aléas climatiques (cyclones). Les jeunes ménages comme les ménages adultes cultivent du girofle.

La pratique de la culture sur brulis persiste également au sein des communautés locales dans la zone de Manompana. Comme dans toutes les sociétés Betsimisaraka, l'adoption du « tavy » ou du « jinja » assure l'autosubsistance en riz face à la croissance démographique. Malgré que le système sous tavy soit peu productif, le rendement de l'effort et du temps de travail, les paysans continuent à s'accrocher au tavy. Le rendement à l'Ha sur champ de Jinja est en moyenne une tonne de paddy. Quand à celui de la riziculture irriguée, il est plus élevé et tourne autour de deux tonnes. La distance séparant les champs de Jinja du village dépend d'un village à un autre. Cette distance peut aller jusqu'à quatre heures voire cinq heures de marches. Ce choix des communautés rurales de s'accrocher aux techniques de production ancestrales est le plus souvent volontaire et justifié par des logiques technologiques, sociales et économiques éprouvées (Ranaivonasy, 2012).

Culturellement, le « tavy » fait partie des habitudes héritées de générations en génération. Poore et Sayer en 1987 ont évoqué l'opinion générale sur le « tavy » comme une pratique difficile à éradiquer compte tenu des aspects socio-culturels liés à cette pratique et de son adaptation aux conditions du milieu. Le tavy est à la fois une tradition et une religion pour la population Betsimisaraka (Vicariot, 1970). En conséquence, selon la loi coutumière, la pratique du « tavy » nécessite l'aval du « Tangalamena » dans un village, et celui du Président du Fokontany. Mise à part leur aval, des

traditions sont à respecter tels que le choix du jour de « tavy », des festivités sollicitant les voisins des parcelles du «tavy » ou toute la famille (Rabenilanana, 2012).

4.3 Discussions sur les hypothèses

4.3.1 Hypothèse 1 : Le changement du paysage est lié à l'utilisation des terres par les paysans et à l'intervention des acteurs de conservation et de développement.

Des signes positifs d'évolution du paysage ont été constatés dans les résultats de cette première partie de l'étude. Il y a entre autre la diminution du taux de déforestation allant de 1,99% entre 1993 et 2007 à 0,94% entre 2007 et 2014 et ce malgré l'augmentation du nombre de la population. Les projets de conservations et de développement réalisés dans la zone ont porté ses fruits. Le transfert de gestion des ressources naturelles effectué par le KAM a été associé à des actions de développement surtout lié à l'agriculture et à l'exploitation durable de la forêt. Cependant, ces efforts doivent être soutenus car lors des enquêtes effectuées sur terrain, il a été noté la réticence de certains villageois par rapport au projet KAM, ces paysans qui regrettent abandonner le tavy du fait du manque de terres cultivables. Bref, l'hypothèse 2 est confirmée.

Les résultats ont ainsi montré les fruits portés par les acteurs de développement et de conservation dont les activités sont quoi qu'orientées vers la promotion de l'exploitation durable des ressources forestières (AIM) ont permis de réduire d'un certain degré l'ampleur des cultures sur-brulis. Les actions de l'AIM sont étendues dans tous les villages de Manompana, les 15 COBA réparties sur l'ensemble du paysage ont pu bénéficier de l'action du SKA. Les buts de ces activités sont de promouvoir l'exploitation durable des ressources forestières d'abord (exploitation durable de bois), puis de promouvoir les activités génératrices de revenus (AGR). Parmi les activités du programme, il y a la formation des bucherons et la promotion de la pisciculture. Ces efforts ont été renforcés par d'autres ONGs de développement dans le chef lieu pour développer la zone comme CARE International dans le domaine de la santé et bien être, PPRR dans le domaine de l'agriculture, ADEFA (Rabenilanana, 2012). Malheureusement, faute d'enclavement des zones loin de la route principale, beaucoup de villages n'ont pas pu bénéficier de l'action de ces ONG de développement.

De leur côté, les paysans sont également conscients de la valeur de la biodiversité et de l'écosystème naturel. Interrogés sur la question, beaucoup ont répondu que la forêt est un capital naturel qu'il est important de préserver. Les paysans ont souligné que la forêt leur offre les bois pour la construction de maison, d'autres produits non forestiers comme le miel, le Dypsis (pour le toit des cases) et les matières premières de production de tissage. Concernant les autres importances de la forêt dont son rôle dans la régulation du climat et en tant que réservoirs, 80% des enquêtés ont répondu que les forêts jouent un rôle important dans le cycle de l'eau pour l'irrigation des plantations surtout les rizières, 40% ont reconnu que la forêt est un stock de bois de construction pour future, enfin 32% ont évoqué le rôle important de la forêt contre l'intensité des aléas climatiques principalement les cyclones. Sur les

128 ménages enquêtés, 70 ménages sont membres du COBA au niveau du village représentés généralement par le chef de famille (soit 55% des ménages). Les femmes sont membres de l'association des femmes établies dans presque tous les villages visités.

Interrogés également sur la diminution des terres disponibles, 76% ont reconnu avoir observé et vécu cette situation. Les causes évoquées ont été l'augmentation de la population (pourcentage des réponses : 39%), la baisse de la fertilité du sol (37%), la loi interdisant le déboisement autrement dit l'impossibilité d'accaparer les terres forestières pour pratiquer le tavy (12%).

4.3.2 Hypothèse 2 : Les contraintes topographiques influencent sur la stratégie d'utilisation des terres par les ménages

Les résultats issus de cette étude par une enquête participative paysanne sur l'adoption des principales pratiques agricoles et les enquêtes par ménage ont montré l'existence de relations étroites entre ces pratiques agricoles et la pente. Faute de disponibilité de terres aménageables (bas-fonds « horaka », terrains plats « Hôba ») ainsi que de l'augmentation de la population, les ménages sont obligés d'étendre leur terroir en défrichant la forêt. La pente conditionne la superficie de terrain aménageable. Au niveau des ménages de Befanjana (Antanandava) où des terrains plats (pente supérieure à 8%) sont constatés, les paysans restent tout de même accrochés à la pratique de l'agriculture sur brulis. Cette situation serait due au fait de l'existence de terres forestières non loin des villages contrairement au village de Marolanana où la forêt se trouve à plus de trois heures de marche du village. Comme l'échantillon de villages enquêtés n'est pas représentatif de tout le paysage, les analyses restent descriptives et ne peuvent pas être généralisées dans tout l'ensemble du paysage. Bref, l'hypothèse 2 est partiellement vérifiée, quoi qu'il soit reconnu l'existence d'une relation étroite entre topographie, terres aménageables et pratiques agricoles.

La confirmation de l'hypothèse peut décrire les pratiques agricoles dans les villages visités et donne un aperçu sur les autres villages. Cependant, le facteur topographie ne peut pas être lié directement aux pratiques ou non de certaines activités agricoles vu que 8 villages seulement ont été visités. Ce facteur ne pourrait expliquer à lui seul les pratiques agricoles au niveau des villages visités. Entre autres, le facteur topographique est lié à l'accès des villages c'est-à-dire soit l'existence de route pour l'évacuation des produits soit l'enclavement des villages. Seuls les villages de Maroalanana, d'Antanandava (Befanjana), et celui d'Ambarimay ont un accès « facile » parmi tous les villages. L'accessibilité et l'existence de routes ou de chemins joue un important rôle dans la stratégie des ménages car c'est en fonction de ce facteur que se base l'accès au marché, l'évacuation des produits et la motivation de pratiquer une certaine activité agricole pour pouvoir produire plus.

D'autres facteurs peuvent également en jeu dont la diminution du cours de giroflier ces dernières années. Cette baisse du prix aurait pu avoir des conséquences sur la stratégie des ménages en occupant de nouveaux terroirs pour l'agriculture. Un exemple de ce genre d'accaparation des ressources

naturelles à Madagascar est la participation des communautés locales dans les exploitations illicites de bois de rose. La vanille n'avait plus un prix suffisant pour nourrir ceux qui la cultivaient, ces exploitations illicites ont été menées avec la participation de la communauté locale (Randriamalala et Liu, 2010).

Pour la typologie des ménages, il aurait été préférable d'analyser les stratégies des ménages par l'analyse de leurs revenus et l'affectation des revenus. Cependant, cela n'a pas été possible faute de temps. La distance entre les villages visités est longue et l'accès aux villages est très difficile. Par ailleurs, malgré notre intégration parmi les villageois dans les villages, certains ménages sont réticents à l'idée de demander leur revenu. Ce fut le cas quand des questions à propos des revenus sur la vente de clous de girofles ont été posées.

4.4 Recommandations

Les résultats de cette étude ont montré l'importance des actions de conservation et de développement au niveau des communautés locales, dans le cas présent, dans la zone de Manompana. Le taux annuel de déforestation a diminué depuis 2007 et la volonté des paysans dans la gestion durable des ressources naturelles a été remarquée. Il est également constaté la diminution des terres cultivables résultant de l'augmentation de la population d'une part, mais également de la baisse de fertilité des sols suite au raccourcissement de la jachère et la succession de brulis. Aussi, afin d'augmenter le revenu des ménages, assurer le bien être social tout en conservant la biodiversité, des actions en faveur des pratiques agricoles et de la gestion de la forêt doivent être renforcées.

4.4.1 Etendre les débouchés en construisant des routes

Pour encourager les paysans à plus et fournir les marchés régionaux, nationaux ou internationaux en produits de rentes surtout en clous de girofles, il doit être parmi les priorité des intervenants sur le développement dans la zone de construire des routes ou tout au moins des pistes afin de faciliter l'évacuation des produits. Les résultats des enquêtes ont montré que 76% des ménages ruraux souhaitent comme priorité absolue la construction des routes. La majorité de ces ménages proviennent des villages reculés comme Mandoakondro, Menarà, Ankoriraika, Sasomanga et Anjiamarina. Et effectivement, en termes de développement, il a été constaté une nette différence entre le village d'Ambarimay et celui de l'un de ces villages.

4.4.2 Augmenter la superficie de terrains aménageables par la construction de barrage

Le climat dans la zone d'étude est très favorable à l'agriculture. Il pleut chaque année. L'obstacle se trouve dans l'aménagement des versants afin que ceux puissent être exploités pour l'agriculture. Une construction de réseaux d'irrigation a déjà été réalisé par le l'AIM dans la partie de Befanjana. Des efforts dans cette direction doivent être renforcées afin d'encourager les paysans à pratiquer une

agriculture permanente et d'éviter le défriche de la forêt et du moins rallonger la durée de la jachère. Avec l'avantage pluviométrique de la zone d'étude, la disponibilité de l'eau ne se présente pas comme obstacle. Il faut amener les paysans à pratiquer les cultures en terrasses afin non seulement de garder la fertilité du sol mais également d'augmenter la production et d'éviter d'investir les forces de travail dans le tavy qui se trouve peu productif. D'ailleurs, les ménages enquêtés l'ont bien évoqué, la charge de travail dans la conduite des cultures sur brulis est élevée. Beaucoup de ménages se sont exprimé sur la nécessité de construction des barrages d'irrigation afin d'augmenter la superficie des Horaka et d'irriguer les terrains plats (Hôba). Après la construction de routes, les villageois ont trouvé la construction de barrages pour l'irrigation comme une priorité.

4.4.3 Renforcer la cohésion entre les villageois sur l'irrigation des rizières

Dans la zone d'étude, certaines rizières sur bas fond disposent d'un réseau d'irrigation alors que d'autres non. Il a été observé que des conflits sur l'irrigation des rizières existent. Quand des questions en ce sens ont été posées aux paysans, certains disent qu'ils construisent leur propre réseau d'irrigation à eux, c'est-à-dire que l'irrigation des rizières est le fruit de leur initiative individuelle. Cependant, comme l'eau est une propriété commune (Bien commun), l'irrigation des rizières doit se faire pour satisfaire le besoin de tous les paysans. Cela permet d'éviter les conflits entre propriétaires et d'encourager ceux qui veulent étendre la superficie des zones rizicoles sur bas-fonds. Cette cohésion sociale peut être renforcée grâce aux COBA. Il faudra les accompagner pour atteindre cet objectif.

4.4.4 Améliorer les techniques agricoles et renouveler les plantations de girofliers

Pour palier au problème de manque de terrains aménageables pour l'agriculture, une autre alternative serait également d'améliorer les techniques agricoles en adoptant les techniques comme la SRI ou le SRA et ce afin d'accroître le rendement rizicole. Pour les cultures de rente, une des principales menaces pesant sur la filière girofle est également le vieillissement des plantations. Aussi, il faudra renouveler les plantations en utilisant des semences résistant aux maladies et aux ravageurs. Une menace aux plantations est l'insecte foreur du giroflier : le *Chrysotyphus mabilianum*. D'après les enquêtes effectuées sur terrain, les paysans souhaitent planter des girofliers, mais faute de pépinières, de pots plastiques et de technicité, l'initiative individuelle existe rarement. Le projet PPRR a développé la filière mais les impacts n'ont pas été ressentis dans les villages reculés comme Menarà, Ankoriraika ou Mandoakondro.

4.4.5 Assurer la viabilité à long terme des plantations

La production et les exportations de clous de girofle sont cycliques avec une bonne année tous les 2, 3, voire 4 à 5 ans. De ce fait, le marché est moyennement cyclique et aura un impact significatif sur l'évolution des revenus d'une année sur l'autre. Ceci peut être compensé par la fabrication de l'huile essentielle à partir des feuilles, qui elle est non cyclique. Si les circuits de commercialisation

dépendent des opportunités du marché, un producteur réagira en fonction du prix du produit sur le marché. Par exemple, si le prix de l'essence est meilleur cette année, les producteurs se lanceront vers la production d'essence même si celle-ci agira au détriment de la future production de clous (Ranoarisoa, 2012). Ainsi, il existe un antagonisme entre production de clou et d'essence.

Cependant, une collecte excessive de feuilles, comme il est annoncé plus haut, diminue la production de clous de girofles. Aujourd'hui certains auteurs comme Penot *et al.* (2011) ont même exprimé que les girofliers ne représentent plus qu'une activité de cueillette car les habitants semblent plus intéressés par les récoltes de feuilles que de clous. Or, il faut penser à la montée du prix tant sur le marché local qu'international. En conséquence, face à la pratique abusive actuelle (activité de cueillette et taille exagérée des feuilles) renforcée par le vieillissement des plantations, le nombre d'arbres morts pourrait s'accroître d'ici quelques années (Ranoarisoa, 2012).

Bref, il faut bien balancer l'exploitation des feuilles pour la production d'huiles essentielles et ce non seulement pour assurer la production future de clous de girofles mais surtout de « garder en vie » les plantations actuelles. Mieux traités, les girofliers produiraient sans doute avec moins d'irrégularités et le cultivateur profiterait de revenus plus stables (Ranoarisoa, 2012).

Tableau 14 : Cadre logique des stratégies

Résultats attendus	Activités	Responsables	IOV	Echéances
La pratique de l'agriculture sur brulis diminue	Augmenter la superficie de terrains aménageables par la construction de barrage	Programmes de développement rural	Barrages construits	Moyen termes
	Vulgarisation des techniques améliorées : SRI et SRA		Animations et formations d'agriculteurs	Moyen termes
	Renforcer la cohésion sociale : - Envers la génération future : l'importance de la forêt - Envers la génération actuelle : programme d'irrigation des rizières	Communautés locales de bases	Accompagnement des paysans	Court terme
Le revenu agricole des ménages augmente et stabilise	Améliorer les techniques agricoles et renouveler les plantations de girofliers	Programmes de développement rural	Superficie de plantations de girofliers	Moyen terme
	Etendre les débouchés en construisant des routes	Programmes de développement rural	Longueur de chemin, piste et routes construite	Moyen et long terme

○○○

Conclusion

○○○

5 CONCLUSION

Les forêts malgaches perdent chaque année de grands étendus de forêts. La forêt humide de l'Est ne fait pas exception. Au sein de l'ethnie Betsimisaraka de l'Est de Madagascar, une des principales causes de la déforestation est la pratique du tavy. Cette pratique elle-même provient de plusieurs facteurs dont l'augmentation de la population, la baisse de la fertilité des sols, la diminution de terres cultivables et la topographie. La culture sur-brulis a également une dimension socio-culturelle. Dans la zone de Manompana, des efforts de conservations des ressources naturelles et de développement ont été menés. Les résultats de ces projets ont été palpables. En effet, les résultats ont montré qu'entre 1993 et 2009 le taux de déforestation annuel était de 1,99% alors que ce taux n'était plus que de 0,94% entre 2007 et 2014. Certes, ce taux actuel est encore supérieur au taux général enregistré à Madagascar (0,73%) entre 1990 et 2009, mais d'autres résultats positifs ont été remarqués dont la volonté des communautés locales à gérer durablement les ressources.

Ces résultats proviennent des traitements d'images satellites à différentes dates (1993, 2007 et 2014). La classification orientée objet a permis de calculer que la superficie forestière restante dans la zone de Manompana est de 38 573 Ha. Malgré que ce chiffre soit supérieur aux autres estimations déjà faites (aux environs de 30 000 Ha selon Rakotomavo en 2009), la précision de la classification a été bonne avec un bon niveau d'indice Kappa. La principale difficulté dans la classification a été la discrimination des forêts avec les jachères anciennes. Il a été aussi constaté que la conversion des espaces forestiers en terrains de cultures s'effectue à un rythme moins effréné. La riziculture est la pratique agricole la plus dominante, puis viennent les cultures de rentes en particulier les girofliers. Si cette étude avait pour objectif de déceler le changement de paysage au cours de ces vingt dernières années et de trouver les éventuelles différences en termes de stratégies des ménages, les résultats ont effectivement montré que la pratique de la culture sur brulis est plus intense dans les villages dont les terroirs sont dominés par des tanety à pente supérieur à 8%. Dans le village de Maroalanana par exemple, le taux d'adoption de la culture sur brulis est faible contrairement à celui de la pratique de la riziculture irriguée (55% contre 40%).

Cependant, en interprétant les résultats de la typologie des ménages, le facteur topographique n'explique pas à lui seul les stratégies des ménages. De plus, si un faible niveau de déforestation a été constaté au niveau des villages à pentes faible (inférieures à 8%), il se pourrait qu'avant l'année 1993, la superficie des forêts dans ces zones fût déjà faible. Autrement dit, l'évolution de la superficie de la forêt dans cette partie de la zone d'étude n'allait plus changer à un même rythme que celle se produisant dans les zones où la forêt domine encore. Par ailleurs, en prenant le même exemple précédent, la forêt de Maroalanana se trouve déjà très loin du village (plus de trois heures de marche). Cela a forcément un impact sur la volonté des paysans à pratiquer la culture sur brulis dans ces zones.

D'autres facteurs comme l'accès au marché principal pour l'évacuation des produits peuvent également entrer en jeu. Pour vendre les clous de girofles ou les huiles essentielles de Mandoakondro au marché d'Ambodiriana, il faut toute une journée de marche. Plus précisément, le trajet dure 10 heures minimum. Cela n'encourage pas souvent les producteurs à venir au marché et préfèrent ainsi vendre leurs produits dans le marché local au collecteurs. Parmi les pratiques les plus remarquées également est la taille des feuilles de girofliers pour la production d'huile essentielle. Cette pratique n'est pas vraiment de conviction, mais pour combler les revenus en périodes de soudure, les ménages ont recours à la production d'huiles essentielles en utilisant les feuilles. Il est reconnu que la cueillette excessive des feuilles peut entraîner à moyen terme une baisse de la production. Heureusement, les cultivateurs commencent à saisir les enjeux de cette exploitation excessive des feuilles de girofle et investissent peu à peu dans la production de clou de girofle. Le renouvellement des plantations est ainsi recommandé, sachant qu'un giroflier commence à produire du clou à l'âge de 7 à 8 ans. Aujourd'hui, la filière girofle connaît un essor. En effet, le cours du girofle auprès des producteurs tend à augmenter jusqu'à atteindre 25.000 Ariary pour les clous de girofle alors que ce prix variait entre 18.000 et 20.000 ariary en 2012 (News Mada, 11 Août 2014). La production de pépinières pour des futurs plants suivie de la construction des routes ont été ainsi recommandées.

En somme, entre pratique agricole et changement du paysage, les stratégies des ménages se basent sur l'économie de subsistance, l'existence des zones potentiellement aménageables pour l'agriculture en particulier la riziculture autrement dit les caractéristiques topographiques des terroirs, mais également sur la culture et la tradition héritées des ancêtres. La culture sur brulis localement appelé « teviala » demeure ainsi une des pratiques agricoles les plus dominantes. Le raccourcissement de la jachère et la baisse de fertilité du sol avec la pression démographique constituent un cercle vicieux dont l'impact se répercute souvent à la forêt. L'image se résume ainsi : un terrain de « Jinja » deviendra du « Kijana » (terrain de pâturages) ou il sera attribué à la culture de rente alors que la forêt sera le nouveau terrain de l'agriculture sur brulis. Malheureusement, beaucoup de terrains infertiles après plusieurs successions de brulis ne sont plus favorables à la culture de rente. De plus, les paysans ne disposent pas assez de techniques et de matériels pour la production de jeunes plants de girofliers. Le renouvellement des plantations de girofliers restera ainsi une utopie si des projets locaux orientés en ce sens ne sont pas renforcés dans la zone. D'autres propositions sur l'amélioration des techniques ont également été présentées dans ce document. Parmi ces propositions, il y a la vulgarisation des techniques rizicoles sur le SRI ou le SRA, la riziculture en terrasse, la construction de barrages et le renforcement de la cohésion sociale surtout sur l'irrigation des périmètres rizicoles.

ooo

Références

ooo

6 REFERENCES

- **AUBERT, S., RAZAFIARISON, S., BERTRAND, A. (2003).** Déforestation et systèmes agraires à Madagascar. Les dynamiques des tavy sur la côte orientale
- **BAHUCHET, S. et BSETSCH, J.M. (2012).** « L'agriculture itinérante sur brûlis, une menace sur la forêt tropicale humide ? Savoirs et savoir-faire des Amérindiens en Guyane française », *Revue d'ethnoécologie*, N°1. Laboratoire Eco-anthropologie et Ethnobiologie, Muséum national d'histoire naturelle, Université Paris Diderot. France. pp 1-30
- **BAKER, W. L., (1995).** Long-term response of disturbance landscapes to human intervention and global change. *Landscape Ecology*, 10,143-159
- **BARRUE-PASTOR M., BLANC-PAMARD C. & DEFFONTAINES J.P., (1992).** Le paradoxe du paysage. In : Jollivet M. (Ed.) *Sciences de la nature, sciences de la société : les passeurs de frontière* (pp. 297-306). Paris: CNRS.
- **BENZ, U.C., HOFMANN P., WILLHAUCK G., LINGENFELDER, I. ET HEYNEN M. (2004).** Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58, pp 239-258.
- **BERKES, F., FOLKE, C., (1998).** Linking Social and Ecological Systems. Cambridge University Press, Cambridge.
- **BODIN, O., TENGO, M. (2012).** Disentangling intangible social–ecological systems. *Global Environmental Change* 22 (2012) 430–439
- **CDB (1992).** Préambule. 33.
- **CHAVEZ Jr, P.S. (1988).** An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data." *Remote Sensing of Environment*, 24, 459 - 479.
- **CHABROLIN, R., (1965).** « La riziculture de *tavy* à Madagascar », *L'Agronomie Tropicale*, Extrait n°1. Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières. France. pp 10-23
- **DEFFONTAINES, J.P., (1973).** Analyse du paysage et étude régionale des systèmes de production agricole. *Economie rurale*, 98: 3-13.
- **ECKERT, S., RAKOTO RATSIMBA, H., RAKOTONDRAZOA, O., RAJOELISON, L. G., EHRENSPERGER, A. (2011).** Deforestation and forest degradation monitoring and assessment of biomass and carbon stock of lowland rainforest in the Analanjirofo region, Madagascar. *Forest Ecology and Management* 262 (2011) 1996–2007
- **ESCOFIER, B., & PAGES, J. (2008).** *Analyses factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation* (éd. 4ème). Dunod.
- **ESCOFIER, B., & PAGES, J., (1998).** *Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation*, troisième édition, Paris : Dunod, 1998, 284 p. coll : sciences sup
- **FAO. (1997).** Cadre pour l'Evaluation des Terres - Bulletin Pédologique de la FAO – 32

- **FORMAN, R.T.T. (1995).** Landmosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- **HARPER, G.J., STEININGER, M.K., TUCKER, C.J., JUHN,D. and HAWKINS,F. (2008).** Fifty years of deforestation and forest fragmentation in Madagascar. *Environmental Conservation*, 34,325-333.
- **HOANG, K. H., BERNIER, M. & VILLENEUVE, J.P. (2009).** Les changements de l'occupation du sol dans le bassin versant de la rivière Câu (Viêt-nam). Essai sur une approche diachronique *Revue Télédétection*, 2008, vol. 8, n° 4, p. 227-236
- **JAHIEL, M. (2011).** Historique du girofle à Madagascar. CTHT. 11 pages.
- **KIENER, A. (1963).** Le "Tavy" à Madagascar : ses différentes formes et dénominations - Bilan du tavy et problèmes humains - Moyens de lutte. *Bois et Forêts des Tropiques*, 90,9-16.
- **KUMAR, S. (2002).** Methods for community participation: A complete guide for practitioners, London, UK : ITDG Publishing.
- **LANDIS, J & KOCH, G. (1977).** The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*; 33:159-74.
- **LAU, C.C., (1997).** Geomorphologic Distribution of Normalized Difference Vegetation Index. *Proceedings online of the Asian Conference on Remote Sensing (ACRS)*,
- **LOCATELLI, B. (2000).** 'Pression démographique et construction du paysage rural des tropiques humides : l'exemple de Mananara (Madagascar)'. Montpellier: l'Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts Centre de Montpellier.
- **Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts (MEEFT), Conservation International (CI), USAID/Madagascar, International Resources Group (IRG), Office National d'Environnement (ONE) et Foibe Taosaritanin'i Madagasikara (FTM).** (2007). Change in natural forest cover Madagascar 1990-2000-2005. Ministère de l'Environnement et des Eaux et Forêts (MEEFT).
- **MILLER, P.M. & KAUFFMAN, J.B. (1998).** Effects of slash and burn agriculture on species abundance and composition of a tropical deciduous forest. *Forest Ecology and Management* 103: 191-201.
- **MILLEVILLE, P., (1987).** Recherches sur les pratiques des agriculteurs. *Les cahiers de la recherche-développement*, 16: 3-7.
- **MASCARENHAS, J. & KUMAR, P.D.P., (2001).** Participatory mapping and modeling users' notes. *RRA Notes (1991), Issue 12, pp.9–20, IIED London*
- **MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, D. F. E. D. T. (2009).** Orientations générales sur les catégories et les types de gouvernance des aires protégées. IN FORÊTS, C. S.-D. G. D. E. E. (Ed.). Antananarivo, Madagascar, Commission SAPM.

- **MONTAGNE, P. & RAMAMONJISOA, B. (2006).** Politiques forestières à Madagascar entre répression et autonomie des acteurs. Economie rurale : Madagascar, la gestion durable de l'environnement. 294 – 295
- **OPENSHAW, S. & OPENSHAW, C. (1997)** Artificial Intelligence in Geography. London, John Wiley & Sons.
- **OXBY, C. (1984).** L'agriculture en forêt: Transformation de l'utilisation des terres et de la société dans l'Est de Madagascar. UNASYLVA, 148, 11.
- **PFUND, J. L., J. WATTS, M. BOISSIERE, A. BOUCARD, R. BULLOCK, A. EKADINATA, S. DEWI, L. FEINTRENIE, P. LEVANG, S. RANTALA, D. SHEIL, T. SUNDERLAND, AND Z. L. URECH. (2011):** Understanding and Integrating Local Perceptions of Trees and Forests into Incentives for Sustainable Landscape Management. Environmental Management. 48:334-349
- **PENOT, E. (2011).** Etude des systèmes forestiers et agroforestiers et stratégies paysannes associées dans l'île de Sainte-Marie sur la côte Est de Madagascar, 2010. Cirad. pp. 1-50.
- **PONTIUS, J. (2000).** *Quantification error versus location in comparison of categorical maps.* Photogrammetric engineering and remote sensing, 66 (8), 1011-1016.
- **POORE, D. & SAYER, J. (1987).** The management of tropical moist forest lands: ecological guidelines. IN IUCN (Ed.). Gland, Suisse.
- **QUIVY, R. et VAN CAMPENHOUDT (1995).** « L'observation, panorama des principales méthodes des recueils des informations », *Manuel de recherche en sciences sociales*. Paris, Dunod. France. pp 188-208
- **RABENILALANA, F. M. (2011).** Fragmentation et dynamique du paysage de la forêt dense humide de basse altitude. Cas de Manompana - Nord-Est de Madagascar. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, option: eaux et forêts. Université d'Antananarivo.
- **RAKOTOMAVO, A. (2009).** Schéma d'aménagement du site KoloAla Manompana. Report, AIM, Union Européenne. U. E. AIM, Manompana.
- **RAKOTONDRAZOA L.O. (2009).** *Etude du stock de carbone dans la forêt de Manompana.* Mémoire de DEA en Foresterie, Environnement et Développement. Département Eaux et Forêts, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université Antananarivo. Madagascar. 64 pages
- **RAKOTOMAMONJY, S. N. (2009).** Etude écologique de quelques espèces de valeur en vue d'un processus de restauration des zones dégradées du corridor forestier de Manompana. Mémoire de fin d'études. 114p.
- **RAMAMONJISOA, B.S. (1996).** Méthodes d'enquêtes : Manuel à l'usage du praticien. Manuel Forestier n°1. Département des Eaux et Forêts. École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar. 30 pages

- **RAMAMONJISOA, B.S. (2005).** La reconstruction du système de régulation de l'usage des ressources forestières a Madagascar : la nécessité d'une éducation économique.
- **RANAIVONASY, J. (2012).** Dynamique de l'occupation du sol et vulnérabilité des communautés rurales, des systèmes agraires et des forêts face aux changements environnementaux et sociaux : cas de la Région d'Analajirofo (Est de Madagascar). Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo. 153p.
- **RANDRIAMALALA, H. et LIU, Z. (2010).** Bois de rose de Madagascar : entre démocratie et protection de la nature. *Madagascar Conservation & Development* 5, 1:11-22. Supplementary Material.
- **RANDRIANARISON, M. (2010).** Les Paiements pour Services Environnementaux pour la protection de la biodiversité. Evaluation des Contrats de conservation et des autres Incitations Directes à la conservation dans la Région Est de Madagascar. Thèse de doctorat, AgroParisTech - Université d'Antananarivo, Montpellier, 371p.+ annexes.
- **RANOARISOA, K. M., (2012).** Evolution historique et Etat des lieux de la filière girofle à Madagascar. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome - Option Agriculture. 135p.
- **RATSIRARSON, J., RANAIVONASY, J., RAMAMONJISOA, B. S., RASOLOFOMAMPIANINA, D., RAKOTOARISOA, J. A., DEWAR, R. E. & SILANDER, J. A. (2003).** Dynamique de la couverture forestière de la région d'Analajirofo: aspects historiques, écologiques et socio-économiques. *Recherche pour le développement, Sciences Biologiques* N°20, 113.
- **RAZAFINTSALAMA, V. & ANDRIANARIVELO, A. (2012).** Document de capitalisation de la démarche et des outils utilisés par KAM dans l'application du concept Koloala par transfert de gestion.
- **RÉPUBLIQUE DE MADAGASCAR, R. (2006).** Synthèse des résultats de l'enquête FIDA sur les Moyens d'existence durable des paysans pauvres pour l'Exposé des Options et Stratégies d'Interventions pour le Pays (COSOP).
- **ROUDART, L. (2010).** Terres cultivables et terres cultivées : apports de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale.
- **STYGER, E., RAKOTONDRAMASY, H. M., PFEFFER, M. J., FERNANDES, E. C. M. & BATES, D.M. (2006).** Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. Elsevier, 119,257-269.
- **URECH, Z. L., FELBER, H. R., & SORG, J-P. (2012).** Who wants to conserve remaining forest fragments in the Manompana corridor? *Madagascar conservation & development* volume 7 : issue 3 — December 2012

Webiographie

- <http://www.commerce.gov.mg/index.php/revue-de-presse/3072-prix-du-girofle-marche-international-favorable>. Madagascar Matin du vendredi 13 Avril 2012 n°084
- <http://newsmada.com/index.php/economie/47235-filiere-girofle--les-producteurs-optimistes#.VF-Y4mcum0I>. News Mada du lundi 11 Aout 2014 à 11 :33
- <http://www.ctht.org/>

○○○

Annexes

○○○

Annexe 1 : Les paramètres climatiques dans la zone d'étude

A défaut de données climatiques sur la zone d'étude, ce sont celles recueillies par la station météorologique de Soanierana Ivongo située à 37 km de Manompana qui sont prises en considération pour cette étude. Les données ont été enregistrées entre 1936 et 1960, période durant laquelle la station a été fonctionnelle. La moyenne de ces 25 années d'observations est présentée dans le climadiagramme selon le modèle de Walter et Lieth suivant :

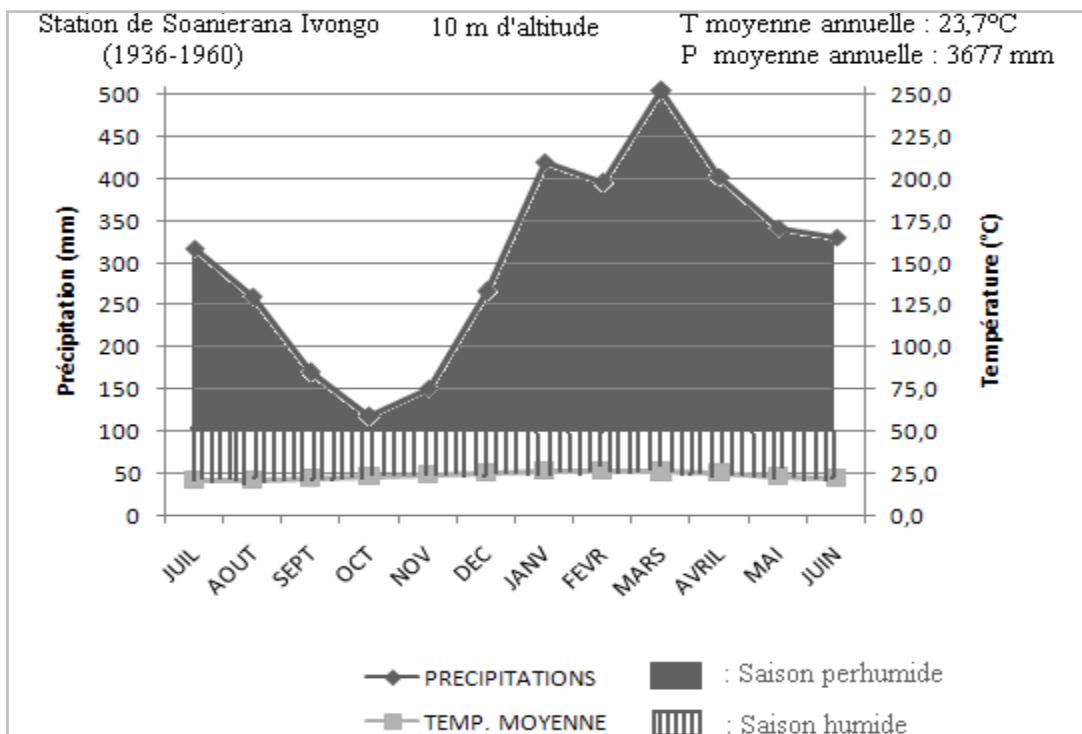


Figure : Climadiagramme selon le modèle de Walter and Lieth

Tableau : Paramètres climatiques de Soanierana Ivongo (1936 – 1960)

Paramètres	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
P (mm)	421	395	505	403	341	331	317	260	170	117	151	266	3677
N (jours)	19	18	20	20	20	21	23	22	18	14	13	16	224
Tmoy (°C)	26,2	26,1	25,8	25,0	23,3	21,7	21,1	21,0	21,6	22,8	24,3	25,5	23,7
H (%)	78	79	80	80	80	80	80	78	77	75	76	77	78
V (m/s)	3	2,6	2,6	2,2	3	2,2	2,2	2,6	2,6	3	3,4	3	2,7

P : précipitation exprimée en mm

N : Nombre de jours de pluies

T : Température moyenne

H : Humidité relative moyenne

Source : Direction de la Météorologie et de l'hydrologie Ampandrianomby, 2009

Annexe 2 : Questionnaire d'enquête

Village :	Date :
-----------	--------

1. Informations Générales

- 1.1. Nom, Age, Sexe
- 1.2. Origine : Migrant ou Local
- 1.3. Nombre de personnes au sein du ménage. Nombre d'actifs (age supérieur à 12 ans)
- 1.4. Niveau d'éducation
- 1.5. Principales activités de subsistance
- 1.6. Types de terrains pour les activités agricoles : Rizières irriguées (Horaka), Tanimboly (tanety), Tanimboly (Terrain plat), Savoka pour tavy, Pâturage

2. Culture de subsistance : le riz

- 2.1. Types de terrain agricole qui servent comme source de riz pour la subsistance : Jinja (tavy), Horaka, les deux
- 2.2. Pourquoi n'avez-vous pas de rizières irrigués (horaka)? Pourquoi ne faites-vous pas le riz pluvial sur tanety (tavy / jinja)?
- 2.3. Quantité de riz moyenne obtenue après chaque récolte : Pour le tavy et pour le Horaka séparément
- 2.4. Longueur de la période de soudure
- 2.5. Vente de riz tous les ans : Oui – Non
- 2.6. Lieu de vente (Marché)
- 2.7. Revenu moyen issu de la vente chaque année

A – Système de riz pluvial sur tanety

- 2.8. Superficie de tavy cette année
- 2.9. Distance du champ de tavy à partir de la maison
- 2.10. Durée de la jachère. Plantation d'autres cultures (manioc...) ou non pendant la jachère
- 2.11. A quand remonte le « teviala » (Première défriche). Combien de Jinja déjà effectué sur la même parcelle (kapakapa).
- 2.12. Apport d'engrais organique : Oui – Non
- 2.13. Une fois arrêt du tavy sur ce champ, le terrain sera utilisé comme quoi : Pâturages, savoka, girofle, Cultures vivrière, horaka
- 2.14. Difficultés rencontrées dans la pratique du tavy

B – Système de riziculture irriguée (Horaka)

- 2.15. Culture une fois ou deux fois en une saison
- 2.16. Mois du repiquage
- 2.17. A qui appartient la parcelle de horaka ? Ménage, location, métayage,
- 2.18. Qui a installé le système d'irrigation pour votre horaka ?

3. Agroforesterie (Tanimboly): cultures de rente

- 3.1. Possession de terrain de cultures de rente : Oui – Non
- 3.2. Année de première culture (âge des cultures)
- 3.3. Distance des plantations
- 3.4. Les autres cultures agroforestières
- 3.5. Principales cultures de rente pour la vente
- 3.6. Mode de commercialisation pour chaque produit : transformé (huile essentielle) ou brute.
- 3.7. Accès au marché ? Bicyclette, voiture, marche
- 3.8. Revenu saisonnier pour chaque produit
- 3.9. Risques et contraintes liées à la culture de rente

3.10. Principales affectations des revenus

4. Pâturage de zébus

4.1. Possession de zébus : Oui – Non. Nombre de zébus

4.2. Possession de pâturage : Oui – Non

4.3. Types de terrain où se trouvent les pâturages : Tanety, Hôba, Horaka

5. La forêt

5.1. Accès à la forêt : Oui – Non. Si non, qui restreint l'accès ?

5.2. Importance de la forêt (rôle de la forêt selon les perceptions des paysans) et types de produits collectés dans la forêt

5.3. Membre de la COBA : Oui – Non

6. Activités alternatives à l'agriculture

6.1. Liste des activités alternatives à l'agriculture

6.2. Types d'élevage

7. Bien-être / Statut social

7.1. Membres d'une association villageoise : Oui – Non

7.2. Emploi de mains d'œuvre : Oui – Non

7.3. Moyen de communication en possession : Radio, TV, téléphone

7.4. Priorité pour le développement actuel du village