



Université d'Antananarivo

Faculté des Lettres et Sciences Humaines (FLSH)

Département de Géographie

Filière Spécialisée en Environnement et Aménagement du Territoire (FSEAT)

INTEGRATION DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE SCHEMA COMMUNAL D'AMENAGEMENT POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE (SCADD). CAS DE MARIARANO DANS LE NORD-OUEST DE MADAGASCAR.

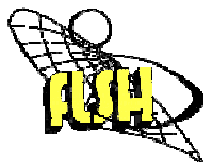


Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Maîtrise Spécialisée en
Environnement et Aménagement du Territoire

Présenté par Fenosoa Tolojanahary RANAIVOSON

Sous la direction de Madame le Professeur Simone RATSIVALAKA

Soutenu le 11 novembre 2011



Université d'Antananarivo

Faculté des Lettres et Sciences Humaines (FLSH)

Département de Géographie

Filière Spécialisée en Environnement et Aménagement du Territoire (FSEAT)

**INTEGRATION DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT
CLIMATIQUE DANS LE SCHEMA COMMUNAL D'AMENAGEMENT
POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE (SCADD). CAS DE
MARIARANO DANS LE NORD-UEST DE MADAGASCAR.**

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Maîtrise Spécialisée en
Environnement et Aménagement du Territoire

Présenté par Fenosoa Tolojanahary RANAIVOSON

Devant le jury composé de :

Président : Madame le Professeur Josélyne RAMAMONJISOA

Rapporteur : Madame le Professeur Simone RATSIVALAKA

Juge : Monsieur Tolojanahary Hajampirenena ANDRIAMITANTSOA

Soutenu le 11 novembre 2011

Remerciements

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas pu être menée à terme sans l'aide de plusieurs personnes. J'aimerais donc remercier ici tous ceux qui m'ont aidé et encouragé durant mes travaux de recherche.

Je tiens d'abord à remercier les membres du jury qui ont bien voulu lire et examiner le contenu de ce travail pour lui donner un contenu scientifique et au corps professoral du Département de Géographie qui s'est montré disponible pour l'encadrement sur le plan théorique et pratique. Mes sincères remerciements vont tout spécialement :

- A Madame le Professeur Josélyne RAMAMONJISOA qui malgré ses lourdes fonctions m'a fait l'honneur de présider les membres du Jury afin de valider le résultat de ce travail ;
- A Madame le Professeur Simone RATSIVALAKA, mon directeur de recherche, pour son encadrement, sa confiance et sa disponibilité tout au long de cette recherche ;
- A Monsieur Tolojanahary Hajampirenena ANDRIAMITANTSOA, Maître de Conférences au Département de Géographie, d'avoir accepté de juger ce présent travail.

J'exprime également ma gratitude envers l'institution GIZ pour son appui matériel et financier dans l'élaboration de ce mémoire et toute l'équipe du PGM-E sans qui je n'aurais peut-être pas pu réaliser mon travail comme je le désirais. Un merci spécial :

- A Dr. Pascal LOPEZ, Coordonnateur principal du PGM-E/GIZ, de m'avoir offert la possibilité d'effectuer un stage au sein de cette ONG à réputation internationale;
- A Dr. Klaus ACKERMANN, Coordonnateur de l'Antenne Nord, mon codirecteur, de m'avoir accordé son soutien technique et intellectuel malgré ses multiples occupations;
- A Madame Claudie RAZAFINTSALAMA, responsable du Financement Durable/Valorisation RN, pour ses judicieux conseils tout au long de ce travail et son dévouement à tous les niveaux.

Je remercie aussi toutes les personnes issues de différentes institutions pour leurs orientations et conseils pour que je puisse conduire à bien ce travail. Mes remerciements vont particulièrement à Dr. Steven GOODMAN, conseiller scientifique (Association VAHATRA); à Dr. Zo RABEFITIA, climatologue (DGM); à Dr. Michel LAIVAO Omer, point focal climat de la CCNUCC (MEFT); à Dr. Simon et Jutta NAMBENA, DED (Allemagne); à Monsieur Nicolas ANDRIAMAMPIANINA, chercheur FOFIFA; à Monsieur Rivo RABARIJOHN, Ingénieur (ACCA-Madagascar), et à toute l'équipe SCADD. Un merci spécial à Iris KIEFER, doctorante à Eberswalde University for Sustainable Development (Allemagne), pour ses précieux conseils et d'avoir participé à la correction de ce travail.

Je remercie infiniment les communautés rurales de Mariarano qui ont tous et toujours accepté avec beaucoup de générosité de répondre à mes questions et de s'ouvrir à moi.

Et finalement, mes remerciements s'adressent à toute la famille, tous les amis et connaissances qui d'une manière ou d'une autre, m'ont apporté leur soutien multiple et multiforme.

« Que ce mémoire reflète le fruit de vos investissements respectifs ».

Résumé

Le changement climatique constitue un phénomène qui touche tous les pays du monde dans les secteurs de la vie quotidienne. Il demeure l'une des menaces les plus graves qui pèsent sur le développement durable. Ses manifestations sont à des degrés variés et peuvent être perçues à toutes les échelles d'étude (mondiale, régionale, nationale, et même au sein d'un espace géographique plus restreint comme la commune).

A Madagascar, la vie rurale, fortement tributaire des stimuli climatiques est gravement menacé par la variabilité climatique et ce changement en cours. Les communautés rurales, dépendant des ressources naturelles sont exposées à une variabilité climatique devenue très accentuée d'une année à l'autre et des phénomènes climatiques extrêmes répétitifs.

Développer des politiques et mesures incorporant l'adaptation à ce phénomène représente pourtant des défis majeurs pour le développement à l'échelon local. Avec leurs conséquences en cours déjà ressentis par les communautés et ceux projetés, les efforts de développement seront grièvement ralentis si des mesures réalistes et efficaces ne sont pas prises. L'intégration de l'adaptation au changement climatique dans la planification du développement local et la mise en œuvre d'actions concrètes au profit des communautés, en occurrence les plus vulnérables, semble ainsi primordiale pour ajuster le développement à un contexte très perturbé des régimes saisonniers ou périodiques aggravés de temps à autre par des événements climatiques extrêmes.

Ce travail est une contribution à la compréhension des éléments nécessaires à l'intégration de l'adaptation au changement du climat dans le Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable (SCADD) de Mariarano, un exemple d'une communauté rurale particulièrement vulnérable aux effets des bouleversements climatiques en raison de sa position géographique et de son économie de base dépendant directement de l'exploitation des ressources naturelles. Basée sur les acquis de la science du climat et ses changements, la participation de la population locale et des observations directes du milieu, l'étude conçoit et met au point une méthodologie pour intégrer des stratégies d'adaptation dans le schéma d'aménagement de Mariarano. Le travail cherche à décrypter la climatologie du milieu d'étude à travers des données statistiques confrontées aux savoirs traditionnels, recenser et analyser les risques climatiques auxquels font face la zone d'étude, identifier les effets de ces risques ainsi que répertorier les mesures développées par les populations locales en réponse à chaque catégorie de risques et leurs effets. Les résultats de ces différentes étapes appuyés par l'analyse de la vulnérabilité du territoire communal, ont facilité la définition et l'élaboration des stratégies d'adaptation au changement climatique à prendre en compte dans le SCADD afin de réduire la vulnérabilité et d'atténuer les effets du changement climatique global.

Mots clés : changement climatique, adaptation, schéma d'aménagement, développement durable, Nord-Ouest, Madagascar.

Sommaire

Remerciements	
Résumé	
Sommaire	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux	iv
Liste des photos	v
Acronymes	vi
Glossaire	vii
INTRODUCTION	1
<u>1^{ère} PARTIE</u> : LA DIMENSION « CHANGEMENT CLIMATIQUE » : DU GLOBAL AU LOCAL	6
<u>Chapitre I</u> : Changement climatique et intégration de l'adaptation	6
1. Etat de connaissance sur le changement climatique	5
2. La démarche pour intégrer l'adaptation au changement climatique dans le SCADD	10
<u>Chapitre II</u> : Le cas spécifique de la commune rurale de Mariarano	17
1. Milieu naturel et la société offrant la prise en compte systématique de l'adaptation	17
2. Variabilité climatique et changement du climat à Mariarano	23
Conclusion partielle	27
<u>2^{ème} PARTIE</u> : SAVOIRS TRADITIONNELS, PERCEPTION LOCALE ET EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A MARIARANO	28
<u>Chapitre III</u> : Perception et connaissances locales de l'évolution du climat de la zone ...	28
1. Savoirs traditionnels et perception du climat par la population de Mariarano	28
2. Perception locale de l'évolution du climat : en cohérence ou une distorsion ?	35
<u>Chapitre IV</u> : Effets du changement climat sur le milieu et la société.....	37
1. Effets des modifications du climat sur le milieu d'étude et sur les ressources naturelles .	37
2. Conséquences des variations climatiques sur la vie quotidienne des acteurs locaux	44
Conclusion partielle.....	52
<u>3^{ème} PARTIE</u> : VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION DU TERRITOIRE COMMUNAL	50
<u>Chapitre V</u> : Vulnérabilité de la commune au changement du climat	50
1. Vulnérabilité actuelle au changement climatique de la CR. de Mariarano	50
2. Vulnérabilité future au changement climatique de la zone d'étude	58
<u>Chapitre VI</u> : Stratégies d'adaptation au changement du climat du territoire communal .	60
1. Mesures d'adaptation aux modifications climatiques prises par la population locale	60
2. Perspectives d'adaptation du territoire communal de Mariarano	70
Conclusion partielle	72
CONCLUSION GENERALE	73
Bibliographie	75
Annexes	81

Liste des figures

Fig. 1 : Processus d'intégration de l'adaptation dans le SCADD	10
Fig. 2 : Schéma des étapes à suivre pour intégrer l'adaptation au CC dans le SCADD	11
Fig. 3 : Carte de localisation de la zone d'étude	18
Fig. 4 : Diagramme ombrothermique de 1971 à 2000 (Station Majunga)	19
Fig. 5 : Evolution quasi-progressive des cumuls pluviométriques de 1910-2010	23
Fig. 6 : Comparaison des normales pluviométriques 1951-1980 et 1981-2010	24
Fig. 7 : Evolution progressive de la température moyenne annuelle de 1932 à 2009	25
Fig. 8 : Evolution progressive des températures de 1951-2010	26
Fig. 9 : Perception locale des causes des modifications du climat à Mariarano	28
Figure 10 : Perception des communautés rurales de Mariarano des brouillards matinaux	33
Fig. 11 : Evolution de l'évapotranspiration potentielle (ETP) de 1951-2000	37
Fig. 11a : Evolution ascendante de l'ETP et de la précipitation	37
Fig. 11b : Evolution de l'ETP et du bilan hydrique	37
Fig. 12 : Les principaux modes actuels d'acquisition des terres dans la CR. de Mariarano ...	39
Fig. 13 : Changement d'occupation des sols des terroirs d'étude	41
Fig. 14 : Pourcentage (%) de déclarations sur l'apparition des maladies du cheptel bovin	44
Fig. 15 : Evolution de la production annuelle du riz dans la CR. de Mariarano	45
Fig. 16 : Les trois premières maladies fréquentes diagnostiquées dans le CSB II de Mariarano (2009-2010)	47
Fig. 16a : Fréquences des maladies	47
Fig. 16b : Catégories des personnes infectées	47
Fig. 17 : Evolution régressive des produits halieutiques capturés dans la zone d'étude	48
Fig. 17a : Evolution en baisse de la production crevette (campagne 1986-1992)	48
Fig. 17b : Evolution décennales des produits halieutiques capturés par les pêcheurs de Mariarano (1990-2010)	48
Fig. 18 : Profil de vulnérabilité des ressources naturelles de la CR. de Mariarano	51
Fig. 19 : Profil de vulnérabilité aux risques des différentes catégories d'acteurs	54
Fig. 20 : Cartographie de la vulnérabilité des terroirs villageois	57
Fig. 21: Evolution du prélèvement sur la vente des bovidés dans la commune	65
Fig. 22 : Effectif comparé des pêcheurs à pieds et ceux en pirogue dans les trois sites d'enquêtes	66

Liste des tableaux

Tab.1: Variabilité saisonnière des précipitations moyennes de 1951-1980 et 1981-2010.....	25
Tab.2 : Ecart des températures moyennes mensuelles au cours de 1951-1980 et 1981-2010.	26
Tab.3 : Les signes annonciateurs des saisons passées décrits par la population	29
Tab.4 : Historique de la durée des saisons décrite par les paysans	24
Tab.5 : Proportion des ménages sur la perception des risques dans trois sites échantillons....	31
Tab.6 : Perception des acteurs locaux de l'évolution du régime cyclonique	33
Tab.7 : Cohérence entre la perception locale du CC et les observations scientifiques	35
Tab.8 : Pourcentage de déclarations sur les produits collectés mis en danger par les péjorations climatiques	43
Tab.9 : Matrice de sensibilité des ressources naturelles de la CR. de Mariarano	50
Tab.10 : Hiérarchisation des risques climatiques selon l'impact sur les ressources	51
Tab.11 : Numérisation de la vulnérabilité des services rendus par les écosystèmes	52
Tab.12 : Matrice de vulnérabilité des modes d'existence de la population de Mariarano	53
Tab.13 : Numérisation de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages	54
Tab.14 : Hiérarchisation des risques selon l'impact sur la vie socio-économique.....	55
Tab.15 : Sensibilité des secteurs aux risques climatiques	56
Tab.16 : Synthèse des tendances observées et des projections climatiques pour la région Boeny	58
Tab.17 : Récapitulatif des impacts et vulnérabilité futurs au changement climatique	59
Tab.18 : Evolution du calendrier agricole des principales cultures à Mariarano	60
Tab.19 : Synthèse des tendances observées et des projections climatiques pour la région Boeny	61

Liste des photographies

Photo 1 : La rivière <i>Mariarano</i> qui tarit dès le début juillet alors qu'elle était permanente il y a 20 ans	38
Photo 2 : Extension des terres soumises à la sécheresse	39
Photo 3 : Corvée journalière des enfants, collecte de l'eau à 3 km du village (Tsinjoarivo) ..	46
Photo 4 : Diguettes en sable fortifiées par des tiges et feuilles mortes dans le lit d'un cours d'eau	62
Photo 5 : Un jardin maraîcher avec une association des variétés (village d'Antsangabe)	63
Photo 6 : Une femme en train de travailler dans l'usine traditionnelle de transformation de cannes à sucre	64
Photo 7 : Une réserve de <i>kijana</i> dans le village d'Antanandava (fokontany de Mariarano) ...	64
Photo 8 : Procédé de séchage des poissons (village de Marosakoa)	67
Photo 9 : Hommes et femme à la recherche de <i>Discorea</i>	69

Acronymes

ACCA	: Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique
AEWA	: African-Eurasian Waterbird Agreement (Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie)
AGR	: Activité Génératrice de Revenu
AUE	Associations des Usagers de l'Eau
BIF	: Birao Ifoton'ny Fananan-tany (Guichet foncier)
CARE	: Cooperative for Assistance and Relief Everywhere
CBD	: Convention sur la Diversité Biologique
CC	: Changement(s) Climatique(s)
CCD	: Comité Communal de Développement
CCNUCC	: Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CI	: Conservation Internationale
CITE	: Centre d'Information Technique et Economique
CN	: Communication Nationale
COBA	: Communauté de Base
CSB (I&II)	: Centre de Santé de Base (niveau I&II)
DED	: Deutscher Entwicklungsdienst (Service allemand de développement)
DGM	: Direction Générale de la Météorologie
DREFT	: Direction Régional des Eaux et Forêts et du Tourisme
DSRP	: Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté
EEA	: European Environment Agency (Agence Européenne pour l'Environnement)
ENDA	: Environnement et Développement du Tiers Monde
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo
ETP	: Evapotranspiration potentielle
ETP	: Evapotranspiration Potentielle
FAO	: Food and Agriculture Organisation
FEM	: Fonds Mondial pour l'Environnement
FIDA	: Fonds International de Développement Agricole
FODESA	: Fond de Développement en Afrique Subsaharienne
FOFIFA	: Foibe Fikarohana momba ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra (Centre National de Recherches Appliquées au Développement Rural)
FPA	: Forum pour le Partenariat avec l'Afrique
FTM	: Foiben-Taosaritanin'i Madagasikara
GES	: Gaz à Effet de Serre
GIEC	: Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
GIZ	: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GIZC	: Gestion Intégrée des Zones Côtières
GTZ	: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

IEC	: Information Education et Communication
IIDD/IISD	: Institut International du Développement Durable (International Institut for Sustainable Development)
IOD	Indian Ocean Dipole
IRA	: Infections Respiratoires Aigües
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
LEG	: Least Developed Countries Expert Group (Groupe d'Experts des Pays les Moins Avancés)
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
MEEF	: Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts
MEEFT	: Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts et du Tourisme
MEF	: Ministère de l'Environnement et des Forêts
NEPAD	: Nouveau Partenariat pour le développement en Afrique
OCDE	: Organisation pour la Coopération et le Développement Economique
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le développement
OMM/WMO	: Organisation Météorologique Mondiale/ World Meteorological Organisation
ONE	: Office National de l'Environnement
ONERC	: Observation Nationale sur les Effets du Réchauffement Climatique
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PANA	: Programme d'Action Nationale d'Adaptation au Changement Climatique
PANCD	: Plan d'Action National de lutte Contre la Désertification
PCD	: Plan Communal de Développement
PDFIV	: Projet de Développement Forestier Intégré dans la région de Vakinankaratra
PGM-E	: Programme Germano-Malgache pour l'Environnement
PMA	: Pays Moins Avancés
PNLCC	: Politique National de Lutte contre le Changement Climatique
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PRDR	: Plan Régional de Développement Rural
REDD	: Réduction des Emissions issues de la Déforestation et de la Dégradation
RN	: Ressources(s) Naturelles (s)
SAC	: Schéma d'Aménagement Communal
SCADD	: Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable
SEI	: Stockholm Environment Institute
SRES	: Special Report on Emissions Scénarios
TBE	: Tableau de Bord Environnemental
TGRN	: Transfert de Gestion des Ressources Naturelles
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNITAR	: United Nations Institut for Training and Research
WWF	: World Wildlife Fund

Glossaire

Albédo	: Il correspond au rapport énergie solaire réfléchi sur énergie solaire incidente.
Capacité d'adaptation	: C'est la capacité d'un système à s'adapter au CC (y compris la variabilité climatique et les événements climatiques extrêmes) afin de réduire les dommages potentiels, de tirer avantage des opportunités, ou de s'adapter aux conséquences (GIEC, 2007).
Capital social	: Il représente les relations de confiance, la réciprocité et l'échange dans une communauté.
Cycles solaires	: Ils s'expliquent par la variation de l'activité du soleil qui crée divers phénomènes répétitifs dans le temps suivant une sorte de périodicité dont une période égale un cycle de l'activité solaire.
Dérive des continents	: C'est le responsable des modifications ou de la création de nouveaux courants marins.
DINA (Mg)	: Il est assimilé à une règle de conduite (pacte social) régissant les relations entre les membres d'une communauté.
Dokany (Mg)	: Un petit étalage où on vend des choses que les populations ont quotidiennement besoin (tomates, oignons ...) ou quelques choses à manger sur place (beignets de banane, soupe, café ...).
Fady (Mg)	: Tabou ou interdit contrairement à la tradition
Fely (Mg)	: Une sorte de brède souvent utilisée comme accompagnement du riz
Fingavitra (Mg)	: Harpon utilisé surtout pour la capture des crabes
Fintana (Mg)	: Ligne avec hameçons
Fokontany (Mg)	: C'est l'unité géographique, administrativement au niveau le plus bas à Madagascar, groupant plusieurs villages.
Garigary/treko (Mg)	: Une sorte de piège à appât pour les crabes
GES	: Ce sont des composants gazeux de l'atmosphère, naturels et anthropiques. Ils absorbent efficacement le rayonnement infrarouge, émis par la surface de la terre, l'atmosphère et les nuages. La vapeur d'eau (H ₂ O), le dioxyde de carbone (CO ₂), l'oxyde d'azote (N ₂ O), le méthane (CH ₄) et l'ozone (O ₃) sont les principaux gaz.
Kabijabanty (Mg)	: Une farine extraite de troncs de palmiers <i>Bismarkia nobilis</i> .
Kapila (Mg)	: Un ustensile servant à puiser l'eau

Kijana (Mg)	: Terrains de parcours des bétails
Kopiko (Mg)	: Un filet qui reprend le principe du chalut dans sa forme et sa technique avec des dimensions plus réduites et un maillage de poche terminale plus faible.
Lohany (Mg)	: Unité de mesure équivalente de 1,5 kg
Mokary (Mg)	: Une sorte de pain fabriqué à partir de la farine de riz et mélangé avec de noix de coco
Mokary (Mg)	: Une sorte de pain fabriqué à partir de la farine de riz et mélangé avec de noix de coco)
Motrobe (Mg)	: Une usine semi-traditionnelle qui transforme les feuilles de <i>Cinnamomum fragrans</i> ou <i>mandravasarotra</i> (littéralement traduit « surmonte toute les difficultés ») récoltées en huile essentiel.
Moyens d'existence	: Ce sont les capacités, les biens (ressources matérielles et sociales incluses) et les activités nécessaires pour les obtenir et pour subsister (Intercooperation <i>et al.</i> , 2009).
Résilience	: C'est la capacité d'une communauté à résister, absorber, accueillir et corriger les effets d'un aléa, en temps opportun et de manière efficace, en préservant ou restaurant ses structures de base, ses fonctions et son identité essentielles.
Services rendus par les écosystèmes	: Tous les produits fournis par les écosystèmes naturels et qui sont utilisés par les hommes (la terre, l'eau et les ressources aquatiques, les produits forestiers et les arbres, la faune, les fibres et les aliments sauvages, la biodiversité et les services environnementaux).
Sihitra (Mg)	: Un petit filet en forme de poche et à maille très fine confectionné avec du tulle de moustiquaire
Siramamy gasy (Mg)	: Sucre de façon traditionnelle
Sojabe/Olobe (Mg)	: Ce sont les personnes âgées respectées ou chefs de lignée qui ont le plein pouvoir sur le patrimoine de la famille.
Tâches solaires	: Elles justifient les petits changements climatiques ayant une périodicité d'environ 11 ans.
Valakira (Mg)	: Pièges fixes utilisés le plus souvent en sortie d'estuaire
Vonikanga (Mg)	: Un barrage d'affluent en lattes de raphia dans les diverticules des estuaires
Mg	: (Terme) malgache

INTRODUCTION

Le climat est marqué par une tendance stable sur une période longue. Cette stabilité paraît néanmoins rompue pour des causes diverses. Ces dernières engendrent une modification : le changement climatique (CC). Il est de plus en plus prouvé scientifiquement que le CC est dû en majeure partie à l'accroissement des concentrations des rejets anthropiques de Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère. Selon le Fond International de Développement Agricole (FIDA, 2008), le CC constitue l'une des plus graves menaces qui pèse sur la durabilité de l'environnement pour le 21ème siècle. Il est également un grand défi pour tous ceux qui œuvrent au développement et pour la concrétisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Il n'épargne aucun pays et ses effets sont d'ores et déjà évidents d'après le Nouveau Partenariat pour le développement en Afrique (NEPAD) et le Forum pour le Partenariat avec l'Afrique (FPA)¹. C'est ainsi qu'il est devenu une des préoccupations de la communauté internationale.

Il existe désormais deux stratégies pour limiter les effets néfastes du CC sur les territoires et les sociétés : soit réduire les émissions de GES : l'*atténuation*, soit s'adapter aux conséquences : l'*adaptation*. Cette étude s'intéresse particulièrement à l'adaptation en raison des récents travaux du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC, 2007) qui font ressortir que les dérèglements climatiques seront inévitables du fait de l'inertie du système climatique et il est par conséquent nécessaire de s'adapter à ses impacts.

Contexte de l'étude et présentation du sujet

Madagascar à l'instar d'autres pays du monde a pris l'initiative de s'engager dans la lutte contre le CC. Le Programme d'Action Nationale d'Adaptation au CC (PANA) élaboré en 2006 en constitue une des preuves. Ce plan est un processus conçu pour assister les Pays les Moins Avancés (PMA) dans l'identification des activités prioritaires afin de répondre à leurs besoins urgents et immédiats en matière d'adaptation aux effets du CC. Pourtant, les impacts de ces politiques ne sont pas ressentis à l'échelle locale, d'où la nécessité d'intégrer des mesures adaptatives dans la planification à long terme du développement communal.

C'est dans ce contexte que le PGM-E (Programme Germano-Malgache pour l'Environnement) a élargi une approche purement spatiale du Schéma d'Aménagement Communal (SAC) au Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable

¹ FPA&NEPAD, 2007. *L'Afrique et le changement climatique*. Aperçu n°1. In www.forumpartenariatafrique.org

(SCADD) qui considère les aspects liés au CC. La présente étude intitulée : **«Intégration de l'adaptation au changement climatique dans le Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable (SCADD). Cas de Mariarano dans le Nord-Ouest de Madagascar»** constitue un premier essai à la concrétisation de ce projet.

Problématique de l'étude

Le SCADD constitue un instrument de planification qui établit les lignes directrices de l'organisation physique du territoire. Il est formulé et conçu de manière à faire ressortir une vision communale du développement social, économique et environnemental. Son niveau d'intervention : *la commune* est pertinente pour l'exercice de l'adaptation au CC pour trois raisons selon l'Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (OCDE, 2009): les impacts du CC se manifestent localement et ont des incidences sur les activités de subsistance locales, la vulnérabilité et la capacité d'adaptation sont déterminées par les conditions locales, et les activités d'adaptation sont souvent mieux examinées à ce niveau.

C'est dans ce cadre que la question centrale de recherche se pose comme suit : **«Comment parvenir à la définition des stratégies d'adaptation à intégrer dans la planification communale pour limiter les effets néfastes du CC et réduire la vulnérabilité du territoire?»**.

Afin d'alimenter les réflexions, on va essayer de répondre aux questions de recherche secondaires suivantes : Que savons-nous sur le CC et le mécanisme mis en jeu? Comment est perçue l'évolution du climat par la population locale et que dit la science? Quels sont les risques climatiques auxquels font face la commune et quels sont les impacts engendrés par ces risques? Comment est l'état actuel du territoire communal vis-à-vis de la vulnérabilité au CC? Et quelles sont les réponses prises par les acteurs locaux et qui peuvent donner des orientations pour l'élaboration des stratégies d'adaptation au changement du climat à venir?

Objectifs de l'étude

Ce travail a pour objectif primaire de fournir tous les éléments nécessaires à la définition des stratégies d'adaptation au CC à intégrer dans le SCADD à travers la conception et l'application d'une démarche. Les objectifs secondaires visent à identifier les risques climatiques que court la commune, étudier les impacts engendrés par ces risques, analyser la vulnérabilité au CC du territoire communal et les mesures prises pour y faire face.

En vue d'orienter le travail, on émet l'hypothèse que la définition des stratégies d'adaptation au CC à intégrer dans la planification communale requiert la valorisation des

vécus de la société, la mobilisation des savoirs traditionnels et scientifiques sur l'évolution du climat, et la prise en compte de l'appropriation locale de la problématique du CC.

L'étude à travers le cas de Mariarano peut vérifier cette hypothèse. Située à 83 Km au Nord-Est de la ville de Mahajanga, la commune est caractérisée par une activité humaine considérable et diversifiée. Elle dispose des ressources naturelles (RN) importantes qui ne cessent de se dégrader.

Démarches et techniques de recherche

Pour atteindre les objectifs, une démarche participative pour une recherche "avec et pour" la population a été adoptée pour qu'il y ait une mobilisation effective des concernés et pour inscrire ce travail dans une logique de "recherche-action". Cette démarche est combinée avec la méthode transdisciplinaire proposée par Nambena (2004). Elle intègre des approches et des méthodologies des sciences humaines et des sciences naturelles afin de traiter les problèmes complexes dans leur contexte concret. On a ainsi adopté une démarche comprenant trois étapes distinctes : la recherche documentaire, les travaux de terrain et le dépouillement.

La recherche documentaire a couvert toutes les étapes de la recherche et correspond à une littérature sur le thème traité dans le but de définir la problématique de l'étude et les hypothèses de recherche. Elle a permis non seulement de prendre connaissance des différentes études et publications relatives au CC mais également d'avoir une vue d'ensemble de la zone d'étude, de mieux appréhender ses aspects humains et physiques. Plusieurs centres de documentation ont été fréquentés. Au nombre de ces centres, on a : la Bibliothèque de Géographie (BG), des centres de documentation comme le Centre d'Information Technique et Economique (CITE), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), la GIZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), la Direction Régionale de l'Environnement, des Forêts et du Tourisme (DREFT/Boeny). En outre, des ouvrages divers, des revues scientifiques, des rapports et des sites Internet ont été consultés.

L'analyse cartographique a aussi été un élément clé de cette première étape afin d'avoir une vision globale des principaux traits du paysage, de comprendre et d'expliquer la réalité comme soulignent Andriamamonjy (2002) et Rabenasolo (2005). Des cartes d'occupation des sols réalisées à partir des images satellitaires Landsat ont été ainsi utilisées pour analyser la dynamique du territoire.

Les travaux de terrain comprennent la phase exploratoire et la phase d'étude approfondie. La phase exploratoire s'est faite entre le mois de juillet et août 2010 et a consisté à parcourir tous les 11 *fokontany*² de la commune. Elle est constituée par les pré-enquêtes durant lesquelles des contacts ont été pris avec les autorités administratives (Maire, chefs villageois), les autorités coutumières, des représentants du Comité Communal de Développement (CCD) et de la Communauté de Base (COBA). Ainsi, les entretiens individuels et de groupes avec ces différents acteurs ont permis de mieux appréhender le sujet de recherche dans son milieu d'étude, de retenir les sites d'observation et les ménages à enquêter et de tester les pré-questionnaires.

Le choix de la commune rurale de Mariarano comme cadre spatial de l'étude a été fait avec le PGM-E/GIZ en raison de quelques études effectuées par nos devanciers tels que l'Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) qui a adopté le Plan d'Aménagement du Périmètre Forestier de Mariarano en 2001, Ackermann qui a fait l'étude sur l'élaboration de recommandations d'aménagement pour les forêts sèches du Nord-Ouest de Madagascar en 2003 et Langjanhs (2006) qui a étudié les impacts du transfert de gestion sur les ménages. Elle est aussi un des sites pilotes du SCADD. Mais le choix des sites d'observation a été dicté par la prédominance d'un secteur d'activité dont le village d'Ampasimaleotra pour les activités non-agricoles (l'artisanat, l'apiculture...), le village de Mariarano pour l'agriculture et la foresterie, et le village de Marosakoa pour la pêche. Un second critère a complété ce choix : l'existence de plusieurs catégories socioprofessionnelles afin d'avoir une perception variée des phénomènes climatiques. Ces sites sont aussi représentatifs de toutes les unités physiques, culturelles et socio-économiques qui peuvent exister dans la commune.

La phase d'étude approfondie a consisté en la collecte des données: c'est la phase d'enquête proprement dite. Elle s'est déroulée de septembre à octobre 2010 dans les trois villages choisis. Elle a permis de collecter des données relatives aux objectifs de la recherche et nécessaires à une bonne appréciation des différents aspects de la problématique. Une restitution sur le terrain a été tenue vers la fin de chaque phase dans le but de vérifier la fiabilité et la conformité des informations recueillies avec la perception des acteurs impliqués.

Les techniques d'enquête ont consisté en des enquêtes par sondage et des séances d'entretiens par groupe. Elles sont réalisées par des questionnaires (Annexe VIII), des outils et techniques propres à l'intégration de l'adaptation dans le SCADD (Chapitre I, section 2.2.).

² Le *Fokontany* est l'unité géographique, administrativement au niveau le plus bas à Madagascar, groupant plusieurs villages.

Quatre groupes d'acteurs ont été identifiés comme unités de recherche: les agriculteurs, les éleveurs, les exploitants forestiers (charbonniers, artisans, chasseurs ...) et les pêcheurs. Deux autres acteurs ont complété cette liste. Il s'agit des autorités locales et des personnes ressources. Ils sont mieux avertis des questions de variation du climat grâce à leur âge et leur niveau de connaissance du thème. Les critères de choix des enquêtées ont porté sur leurs caractéristiques démographiques, sociales et économiques (Annexe I.2.). Leur âge varie de 21 à 84 ans avec une forte proportion de personnes âgées (75%) pour avoir un bon recul de temps. Deux techniques d'échantillonnage ont été adoptées: l'échantillonnage aréolaire et la technique par choix raisonné. L'échantillonnage aréolaire est une méthode qui tient compte de la répartition géographique pour assurer la représentativité de l'échantillon, d'où le choix des trois villages cités ci-dessus. La technique par choix raisonné consiste à cibler les détenteurs des informations importantes pour avoir des données de qualité. Le taux d'échantillonnage a atteint 24% de la population totale (Annexe I.1.).

La dernière phase a été réservée au dépouillement des fiches d'enquêtes et des guides questionnaires afin d'analyser les résultats des travaux, les interpréter et rédiger le mémoire.

Comme tout travail de recherche, les difficultés sont inévitables. L'immensité du territoire n'a pas permis de couvrir la commune entière, la nature de la plupart des données collectées ne sont que qualitatives et les données météorologiques sont restreintes.

Ce mémoire comporte trois parties. La première partie présente les généralités sur le CC à travers une clarification des concepts et une étude à échelle multiscalaire. L'étude de cas de Mariarano montre que le milieu naturel et la société de la localité constituent un cadre idéal pour l'étude de l'adaptation au CC. Celle du diagnostic climatique mène à la présentation de la méthode qui permet d'intégrer le SCADD. La deuxième partie compare la perception paysanne de l'évolution du climat aux observations scientifiques et présente les effets du CC sur quelques secteurs clés. La dernière partie analyse la vulnérabilité du territoire et répertorie les pratiques développées par la population avant de donner des perspectives d'adaptation.

1^{ère} PARTIE :

LA DIMENSION « CHANGEMENT CLIMATIQUE » : DU GLOBAL AU LOCAL

Chapitre I : Changement climatique et intégration de l'adaptation

1. Etat de connaissance sur le changement climatique

Dans le souci de mieux cadrer cette étude, il paraît logique de synthétiser la littérature sur le CC. Cette partie présente une analyse thématique de la situation à plusieurs échelles.

La variabilité climatique et le CC sont deux termes qui renseignent sur l'évolution du climat mais n'ont pas la même signification même si on a tendance à les confondre. Le GIEC (2001) définit le *changement climatique* comme étant toute évolution du climat dans le temps, qu'elle soit due à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Il désigne une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (souvent des décennies ou plus). Il peut être dû à des processus internes naturels ou à des forçages externes, à des changements anthropiques ou de l'affectation des terres. Mais la *variabilité climatique* selon le GIEC (2007) désigne des variations de l'état moyen et d'autres variables statistiques (écarts standards, phénomènes extrêmes, ...) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels.

1.1. Le changement climatique à l'échelle mondiale : origines, indicateurs et réponses

1.1.1. Fondements théoriques du changement climatique

En matière de CC, les discussions des chercheurs se focalisent sur deux principales thèses : le réchauffement climatique naturel et celui en relation avec les activités humaines.

Les tenants de la première thèse s'appuient sur la ***théorie astronomique du climat de Milankovitch*** : le climat est directement relié à trois phénomènes terrestres (l'excentricité de la terre, son obliquité et la précession des équinoxes). Le climat mondial ressort des cycles de glaciation et de périodes interglaciaires (soit une période froide, suivie d'un réchauffement qui conduit à une période plus chaude). Le réchauffement du climat est ainsi un processus naturel lié à la position de la terre par rapport au soleil et à des phénomènes purement terrestres. Les défenseurs de cette doctrine ont évoqué les principaux éléments naturels qui influent sur le

climat. Ce sont l'albédo, les cycles solaires, les tâches solaires, la dérive (ou déplacement) des continents et les concentrations de GES. D'ailleurs, Leroux (2005) affirme que l'effet de serre est loin d'être la cause du CC. Les causes probables sont : *«des paramètres orbitaux bien établis à l'échelle paléoclimatique, (...); l'activité volcanique et les aérosols associés (...)»*. Il a rajouté que le facteur anthropique est le moins crédible.

Le réchauffement climatique lié aux actions anthropiques est une thèse avant tout soutenue par le GIEC. Il est dû à une concentration de plus en plus élevée des GES dans l'atmosphère, ce qui induit un réchauffement global. Les scientifiques ont démontré que les activités humaines générées depuis la révolution industrielle, notamment l'utilisation de combustibles fossiles et le changement d'affectation des terres sont à l'origine de cette concentration atmosphérique. Présentant près de 70% des GES d'origine humaine, le dioxyde de carbone (CO₂) constitue le principal GES avant le méthane généré par l'agriculture: six milliards de tonnes proviennent de la combustion des énergies fossiles (pétrole, industrie, transport) dont les pays occidentaux sont les plus concernés ; 1,6 milliard de tonnes résultent de la déforestation dans les pays du sud ; près de 100 millions de tonnes de méthane par an sont émis par les bovins qui ruminent. La fonte du pergélisol reste le plus grand danger. En dégelant, elle pourrait rejeter des milliards de tonnes de méthane et de CO₂ dans l'atmosphère.

Les causes du réchauffement climatique sont ainsi attribuables à 90% aux activités humaines, et en particulier à la production massive des GES (GIEC, 2007).

1.1.2. Des indicateurs du CC dans le monde et mise en place d'actions pratiques

Selon le GIEC (2007), le réchauffement du système climatique est sans équivoque. Il est désormais une certitude. Les principales conclusions du 4^{ème} rapport de cette communauté scientifique confirment que les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère ont augmenté d'environ 31%, celles du méthane ont plus que doublé, et celles de l'oxyde nitreux se sont accrues de 17 % depuis le début de la révolution industrielle. Il existe ainsi un ensemble de preuves scientifiques aboutissant à un monde en train de se réchauffer : une hausse de la température moyenne mondiale de l'ordre de 0,56 à 0,92°C entre 1906 et 2005 ; une élévation de 1,8 mm/an du niveau moyen mondial de la mer entre 1961 et 2003, et d'environ 3,1 mm/an entre 1993 et 2003 ; une diminution de 10% de la couverture neigeuse depuis la fin des années 1960 dans les moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère Nord ; et une augmentation de la fréquence et l'intensité des sécheresses dans certaines parties de l'Afrique et de l'Asie.

Mais, la communauté internationale n'est pas restée inactive vis-à-vis de ces changements.

Des stratégies d'atténuation des effets du CC sont mise en place. Appelée aussi «*mitigation*» ou «*évitez l'ingérable*» (Kropp et Scholze, 2010), l'atténuation forme un chaînon capital du reflexe mondial afin de freiner le réchauffement de la planète. Elle vise à réduire les émissions de GES en modifiant certains comportements de production, de consommation et le choix de technologies propres. Un certain nombre de mesures a été pris (Annexe II.1.). Selon l'Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique (ONERC, 2007), le climat continuerait à changer même si ces émissions sont maîtrisées. Il faut donc se préparer dès maintenant à vivre avec les changements apportés par ce climat: c'est l'objet de l'*adaptation*.

D'après l'Agence Européenne pour l'Environnement (EEA, 2005), les stratégies d'adaptation au CC concernent les politiques, les pratiques, les projets susceptibles de limiter les dommages et de créer des opportunités associées au CC. Elles se font à deux niveaux : le GIEC qui se charge des aspects scientifiques et des études sur l'évolution du climat, et la CCNUCC qui s'occupe des prises de décisions politiques liées aux rapports produits. Le GIEC (2007) recommande qu'au niveau pratique, les choses devraient se passer à plusieurs niveaux : une meilleure connaissance et un partage plus approprié des résultats de la science à l'échelle globale ; travailler sur les PANA et les CN (Communications Nationales) à l'échelle nationale ; mettre l'accent sur les différents secteurs au niveau sectoriel et se focaliser dans les zones urbaines, rurales et les stratégies d'adaptation à base communautaire au niveau local.

1.2. Le changement climatique, une réalité à Madagascar

1.2.1. Variabilité climatique et changement du climat : passé récent et futur

Selon la DGM (2008), la position géographique, le relief, l'influence maritime et le régime des vents sont les quatre paramètres constituant les causes des conditions climatiques très variées à Madagascar. On a observé une augmentation générale des températures au cours des cinquante dernières années. Sur une période de 30 ans (1961-1990), la hausse est d'ordre de 0,5°C pour les températures moyennes annuelles, 0,3°C pour la moyenne des températures minimales et 0,7°C pour celle des températures maximales (Rabefitia et Andriamampianina, 1999). Les tendances de précipitations annuelles ne sont pas significatives. Mais elles varient en fonction des régions et des mois considérés et se manifestent par une diminution du nombre de jours de pluie et par une hausse de l'intensité des précipitations sur une grande partie de l'île. Les périodes sèches estivales se traduisent par un retard de la venue de la saison des pluies ou une rupture des pluies au milieu de la dite saison (Randriamanga, 2007). Pour les cyclones tropicaux, la DGM (2008) affirme que le nombre de cyclones intenses touchant le pays a augmenté de 1994 à 2005.

A quels changements doit-on donc s'attendre dans l'avenir vis-à-vis de cette situation?

Des modèles ont été utilisés par des experts pour les projections climatiques de la grande île. Figure parmi ces modèles la liste suivante : le Modèle de Circulation Générale (MCG), le Modèle Climatique Régionale (MGR), MAGICC/SCENGEN. Les résultats les plus concluants pour 2055 sont les suivants : une hausse de température de 1,1°C à 2,6°C variant d'une région à l'autre ; une augmentation des précipitations sur de grandes parties de l'île mais une augmentation généralisée de Novembre à Avril, une diminution dans la région Sud-Sud-Est et une augmentation sur le reste de l'île de Mai à Juin, une diminution dans les parties Est jusqu'à l'extrême Sud-Est et augmentation sur le reste du pays de juillet à octobre ; et enfin, des cyclones tropicaux plus intenses (avec des vents supérieurs à 200km/h).

1.2.2. La grande île face au changement climatique : impacts et mesures prises

D'après la Politique Nationale de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC, 2010), le changement climatique est une réalité à Madagascar et ses effets se font ressentir depuis quelques temps. Il concerne plusieurs domaines : la politique et l'économie du pays, les pertes de vies humaines, la destruction des infrastructures.... Les impacts ci-après sont constatés dans les secteurs prioritaires selon le PANA (2006) et les CN (2000 et 2010). Dans le secteur agricole et élevage, on assiste à l'insuffisance de la disponibilité en eau pour l'irrigation et le drainage, la baisse de la fertilité des sols, la diminution des productions, l'insécurité alimentaire et la migration. Dans le secteur santé publique, on constate la recrudescence des maladies liées au climat, surtout le paludisme, les maladies diarrhéiques et les infections respiratoires aiguës (IRA). Le secteur foresterie est souvent affecté par le CC de façon à réduire les surfaces forestières, y compris les mangroves. Le CC accroît également la perte considérable de biodiversité. Pour les ressources en eau, ils se manifestent par le changement de la qualité biophysique et la non maîtrise de l'eau due aux événements extrêmes (inondations, sécheresses, cyclones). Dans les zones côtières, l'élévation du niveau de la mer exacerbe l'érosion côtière, l'intrusion marine et le recul des côtes. L'inondation de toutes les zones basses côtières et la réduction de la superficie des récifs marginaux figurent aussi parmi les incidences du changement du climat.

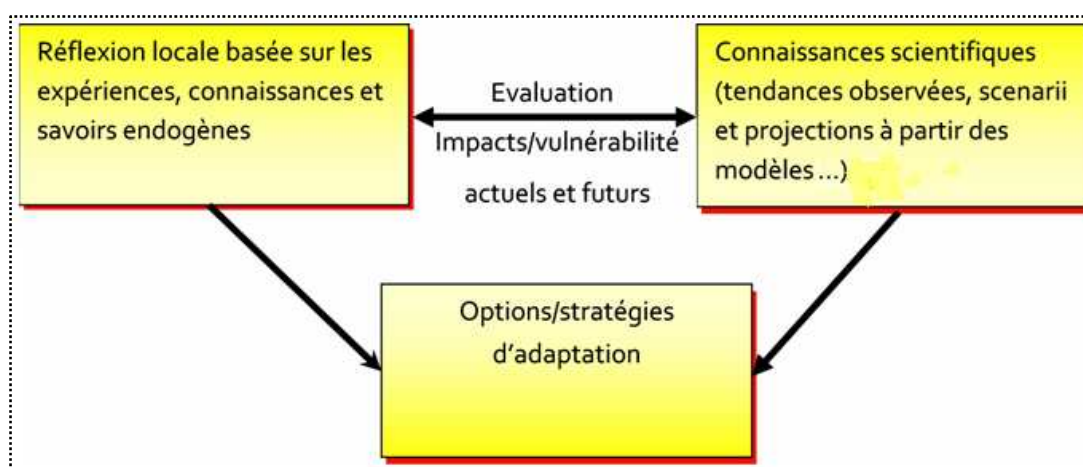
Face à ces différents problèmes, la mise en place du PANA en 2006 constitue une réponse d'adaptation prise par l'Etat malgache. Ce programme a été financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). Son élaboration marque la participation de la grande île à la mise en œuvre de la CCNUCC. 15 projets prioritaires ont été identifiés et concourent à la préservation des ressources naturelles (Annexe II.2.).

2. La démarche pour intégrer l'adaptation au changement climatique dans le SCADD

2.1. Une démarche à dix étapes fondée sur l'amalgame de la science et des savoirs traditionnels

L'adoption des stratégies d'adaptation au CC et la mise en œuvre de ces stratégies sont bien possibles si la participation active de tous les acteurs est considérée. Cette participation assure l'appropriation du processus, les décisions qui en résultent et la mobilisation effective des ressources requises. La démarche proposée ici est un processus né de l'alliage de la science et des savoirs traditionnels (figure 1). Ce processus forme le triangle d'adaptation.

Figure 1 : Processus d'intégration de l'adaptation dans le SCADD



Source : Réalisation de l'auteur, 2010

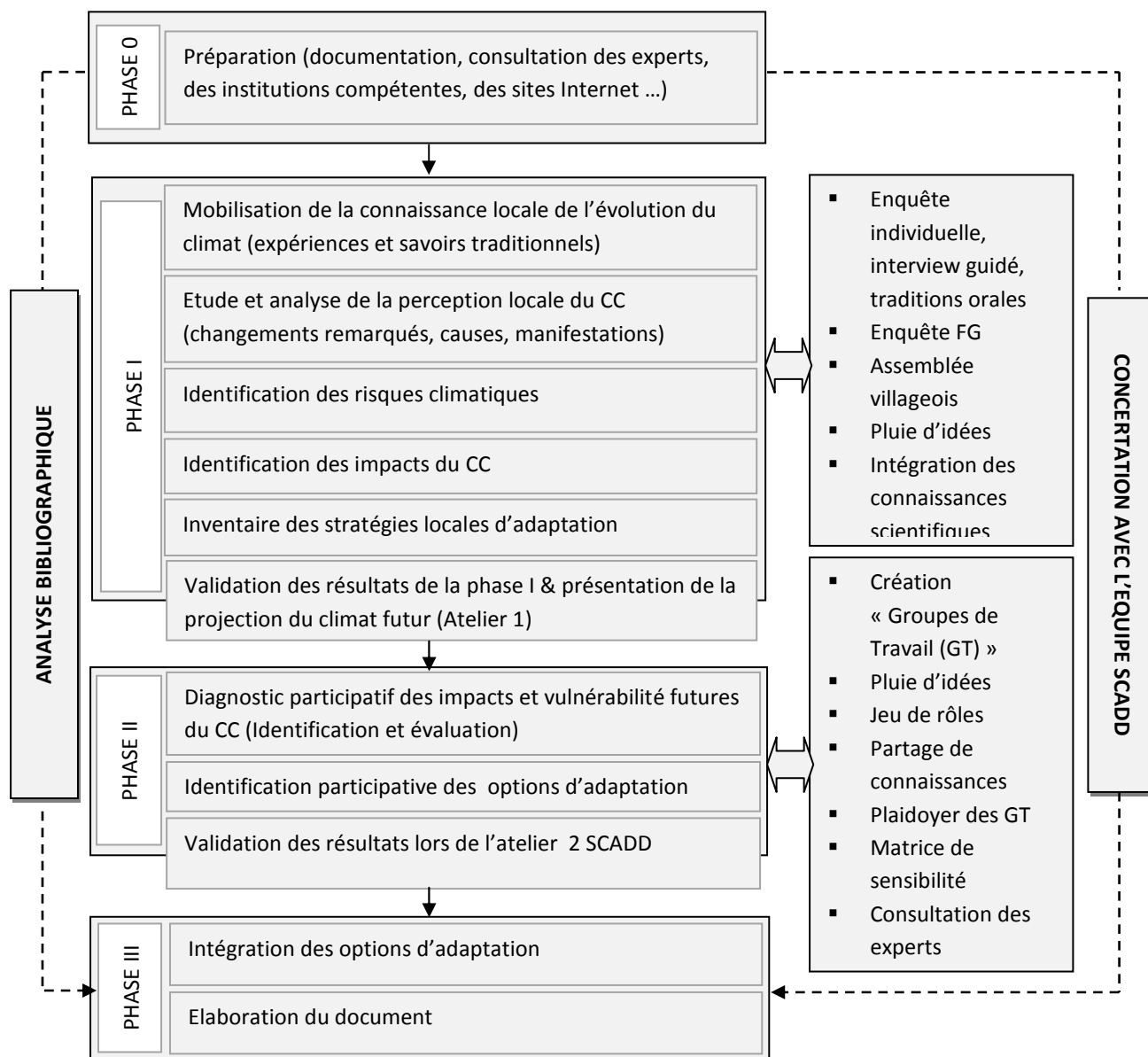
Trois grandes phases incorporant dix étapes constituent la démarche ou le processus d'intégration du CC dans le SCADD (figure 2). Il s'agit de la phase de préparation, l'analyse RIVA (Risques, Impacts, Vulnérabilité et Adaptation actuels), l'analyse IVA (Impacts, Vulnérabilité et Adaptation futures) et la phase d'élaboration du document.

La phase initiale : préparation

La phase préparatoire a pour objectif principal d'explorer toutes les informations nécessaires comme les tendances (passé) et les projections (futur) climatiques, les ressources naturelles disponibles de la zone d'étude, les impacts, la vulnérabilité et les mesures d'adaptation potentielles pour les différents secteurs....

Les types de document suivants sont exploités : le PANA et les CN, le PCD de la zone étudiée, le Plan d'Action National (PAN) contre la Désertification, la PNLCC, le Document Stratégique de Réduction de la Pauvreté (DSRP), le Tableau de Bord Environnemental (TBE), les images satellitaires et les données cartographiques existantes (FTM, PLOF,...).

Figure 2: Schéma des étapes à suivre pour intégrer l'adaptation au CC dans le SCADD



Source : Réalisation de l'auteur, janvier 2011.

La phase I : Analyse RIVA (Risques, Impacts, Vulnérabilité et Adaptation actuels)

Cette phase répond à l'analyse des risques climatiques, des impacts et vulnérabilité actuels au CC et les réponses adaptives prises par la population. Elle comprend cinq étapes. La première étape consiste à la sensibilisation de la population locale au CC. Elle se focalise sur l'étude des vécus et savoirs traditionnels de l'évolution du climat et la prise de conscience de l'enjeu du CC pour le développement local. Elle sert à éviter les perceptions contradictoires qui peuvent conduire à une *maladaptation*³ et à une faible *résilience* locale au CC évoquées par Ingram *et al.* (2002), Roncoli *et al* (2007) in World Bank (2007).

³ C'est un changement dans les systèmes naturels ou humains qui accroît la vulnérabilité au lieu de la réduire.

L'analyse de la perception locale du CC constitue la deuxième étape. Elle vise à décrire et à étudier les perceptions locales du CC et de la variabilité climatique. La discussion tourne autour des changements remarquables par les acteurs dans leurs activités, leurs causes et leurs manifestations. On se sert ainsi de l'enquête *focus-groups*, des *interviews guidées* et des *traditions orales* (Section 2.2.). Cette étape permet de repérer la date de changement, de saisir les événements exceptionnels et les repères ethno-climatiques locaux...

L'identification des risques climatiques constitue la troisième étape de la démarche. Il s'agit d'énumérer les variables climatiques importants et d'établir les relations entre eux afin de pouvoir fournir une identification initiale du risque. En se basant sur la connaissance du risque et ses conséquences, cinq stimuli climatiques ont été identifiés: les températures, les précipitations, les cyclones tropicaux, les vents ainsi que l'élévation du niveau de la mer.

La quatrième étape consiste en l'identification des impacts des modifications en rapport avec le climat. Puisqu'un risque a au moins un impact, on a adapté l'outil CRiSTAL proposé par l'Institut International du Développement Durable (IISD *et al.*, 2009) pour plus d'opérationnalisation. Les impacts identifiés sont ensuite classés par secteur en deux catégories : impacts environnementaux ou impacts socio-économiques.

L'inventaire des stratégies locales d'adaptation représente la cinquième étape. On cherche ici à répertorier l'ensemble des pratiques adaptatives effectuées par les populations locales. Ces pratiques sont déterminées selon les risques. Le répertoire obtenu sert de base de données exploitable à la formulation des nouvelles stratégies.

L'étape suivante correspond à la validation des résultats et à la présentation de la projection du climat futur. Après avoir étudié et analysé la logique entre les risques, les impacts et les réponses locales, les résultats sont validés par la population locale lors de l'atelier 1 SCADD. La participation des acteurs locaux dans la présentation de la projection du climat futur a été effectuée pour l'appropriation locale de la problématique du CC.

La phase II : Analyse IVA (Impacts, Vulnérabilité et Adaptation futurs)

La deuxième phase met l'accent sur les actions à entreprendre après une analyse plus approfondie des impacts et vulnérabilité futurs. Elle est constituée par trois autres étapes. Le diagnostic participatif des impacts et vulnérabilité futurs du CC qui consiste à donner la parole aux acteurs touchés par le CC pour qu'ils puissent exprimer leur compréhension du phénomène. L'approche par indicateurs des modes d'existence a été ainsi adoptée pour évaluer les impacts.

L'identification participative des options d'adaptation caractérise la huitième étape de la démarche. Il s'agit de la création de Groupes de Travail (GT) pour la réalisation d'un Diagnostic Participatif (DP). Cinq GT ont été créés dont un GT/Agriculteurs, un GT/Éleveurs, un GT/Exploitants de forêt, un GT/Pêcheurs et un GT/Elus locaux. Chaque GT a proposé des solutions selon leur secteur d'activité et une séance de restitution a été effectuée dans chaque village afin de rassembler les orientations locales. Les outils adaptés à la réalité du terrain tels que la *pluie d'idées*, le *jeu de rôles* et le *partage de connaissances* étaient nécessaires. L'avant dernière étape consiste à valider les résultats en vue d'honorer l'approche «participative».

La phase III : Elaboration et approbation du document

C'est la dernière étape qui répond à l'intégration des options d'adaptation. Elle consiste à l'élaboration et l'approbation du document par les parties prenantes.

2.2. Méthodes et outils utilisés

Des méthodes standards et spécifiques ont été utilisées pour la collecte des données. L'*assemblée villageoise* précède toute sorte d'entretien. Elle a servi à faire connaître à la communauté le but du travail, à identifier les personnes ressources et à introduire la mobilisation des connaissances locales du climat et son évolution. Les *entretiens* consistent à produire du discours comme moyen d'accéder au point de vue des participants. On a eu deux catégories d'entretien: l'*interview guidée* et l'*interview non structurée*. L'*interview guidée* était réalisée avec les personnes ressources, les informateurs clés ainsi que les GT par des entretiens sur la base des questionnaires. Elle a encouragé les paysans à exprimer leur perception, leurs idées et la façon dont ils voient les choses. L'*interview non structurée* demeure une discussion informelle dont le but est d'encourager les participants à parler librement. Elle correspond aux enquêtes individuelles dont la durée est fonction de la disponibilité des interrogés. Il y a également les «*focus-groups (FG)*» qui sont basés sur un groupe d'acteurs (5 à 12 personnes) en fournissant un forum dans lequel les gens discutent de leurs opinions sur certains sujets. Les FG ont aidé à obtenir les perceptions, les sentiments, les idées des acteurs sur un sujet ainsi que les perspectives dominantes à l'échelle locale. La *MARP* ou *Méthode d'Approche Rurale Participative* a été aussi utilisée pour la monographie de la commune du fait qu'elle est une forme de processus d'apprentissage pour une meilleure connaissance des conditions de vie et des problèmes locaux, qu'elle peut recueillir diverses

informations en peu de temps, et pour ses principes basés sur la *triangulation* et la *participation des concernés* (Schönhuth et Kievelitz, 1993 in Ackermann, 2004). On s'est servi du *SIG (Système d'information Géographique)* pour la réalisation des cartes et l'analyse de la dynamique de l'espace. Des observations sur terrain ont été faites tout au long de la collecte des données pour compléter et confirmer ou infirmer les informations recueillies.

Proposés par ENDA *et al.*(2005), les outils spécifiques pour l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation au CC suivant ont été également utilisés :

- *les traditions orales* qui décrivent la perception individuelle de l'état passé de l'environnement ou de la société. Elles ont permis d'appréhender et de comparer les expériences de différents individus provenant de divers types de modes d'existence. Pour ce, on a demandé aux interviewés de raconter les choses telles qu'elles étaient dans le passé (le climat, les pratiques agricoles, la gestion de l'eau, les engins de pêche...) ;
- *la pluie d'idées* plus connue sous le terme de «Brainstorming». Elle désigne la séance de réflexion, un processus semi-structuré de recensement libre de toutes les idées courantes sur un sujet donné. Le brainstorming a permis de générer une réflexion et de trouver des idées qui sans cela ne seraient pas apparues : le *processus d'internalisation des idées* ;
- *le jeu de rôles* a permis de travailler au delà de toutes les barrières d'alphabétisation et de classe qui existent entre les participants. Il se fait de façon à raconter aux participants une histoire à fin ouverte. Les acteurs sont alors invités à développer des scénarios potentiels pour essayer de découvrir ce qui pourrait se produire dans différentes circonstances.

En ce qui concerne les méthodes et outils de traitement et d'analyse des données, la *matrice de sensibilité* et la *courbe de vulnérabilité en étoile d'araignée* préparées par le Groupe d'Experts des PMA (LEG/UNFCCC, 2004) ont été utilisés.

La matrice de sensibilité est réalisée de manière participative avec les acteurs locaux. La formule, tirée de Adger (2003) a été utilisée pour déterminer la vulnérabilité :

$$\text{Vulnérabilité} = f(\text{Exposition, sensibilité, capacité d'adaptation}).$$

Puisque la vulnérabilité est fonction du caractère, de l'ampleur et du niveau des variations climatiques auxquels un système est exposé, ainsi qu'à sa sensibilité et ses capacités adaptatives (Burton, Huq *et al.*, 2002), elle se mesure par des déterminants socio-économiques (services rendus par les écosystèmes, modes et moyens d'existence). La matrice de sensibilité est réalisée avec des focus-groupes. Les acteurs donnent une note de 1 à 5 selon

la sensibilité des modes d'existence et la matrice est remplie à l'aide du barème de notation des risques (Annexe VI.2.). L'*indice d'exposition* I_E (%) c'est la somme des colonnes pour chaque rangée divisée par la note totale possible et multipliée par 100. L'*indice d'impact* I_I (%) est obtenu par la somme des lignes pour chaque colonne divisée par la note totale possible et multipliée par 100. La matrice a permis d'identifier les groupes, ressources et secteurs les plus vulnérables ainsi que d'hiérarchiser chaque risque.

La courbe de vulnérabilité en toile d'araignée est une méthode qui exploite les relations existant entre la vulnérabilité socio-économique et les difficultés d'accès des populations aux ressources. Elle a permis d'élaborer les profils de vulnérabilité des acteurs.

Pour calculer l'indice de vulnérabilité des fokontany (IV), les facteurs de vulnérabilité identifiés par le Fond de Développement en Afrique Subsaharienne (FODESA) tiré de Ratsimamanga (2008) sont considérés. La formule s'énonce comme suit :

$$I_v = \sum (As + AEd + AEa + AR + AM) * CA$$

avec As: accès à la santé, AEd: accès à l'éducation, AEa: accès à l'eau, AR: accès à la route, AM: accès au marché et CA: capacité d'adaptation ou mesure de la capacité de résistance de la population face à une chute de revenu en une année normale. Ce choix est fondé sur la thèse de Tompkins et Adger (2004) qui stipule que les vulnérabilités ont des éléments sociaux importants du fait qu'elles s'établissent en fonction des capacités d'adaptation qui sont dépendantes du capital social⁴, des institutions, des ressources et de leur distribution.

La dynamique du climat est appréhendée à partir de l'analyse de trois paramètres les plus déterminants dans la zone d'étude : la température, les précipitations et les cyclones. Ils proviennent de la station de Mahajanga, la station la plus proche. La normale trentenaire a été choisie car c'est la période type fixée par l'OMM. Mais pour une vision globale des tendances, des représentations graphiques d'une longue série de 100 ans pour les précipitations et 80 ans pour les températures ont été aussi réalisées.

Pour identifier les signes précurseurs d'un CC, les normales de 1951-1980 et 1981-2010 sont analysées et comparées. Cette division a été faite car le réchauffement de la grande île a commencé dès 1950 (Tadross et al., 2008). Pour les précipitations, les hauteurs pluviométriques aux échelles annuelle, saisonnière et mensuelle sont retenues pour l'analyse. Quant aux températures, les indicateurs du réchauffement ou non sont fondés sur le calcul des

⁴ Il représente les relations de confiance, la réciprocité et l'échange dans une communauté.

écarts entre les normales considérées (1951-1980) et (1981-2010). Les moyennes mensuelles des minima et des maxima sont ensuite déterminées et comparées graphiquement sur la période 2001-2010. Les moyennes pluviométriques ont été soumises à un même type d'analyse, ce qui a permis de définir les écarts entre les deux normales considérées.

La représentation graphique sur le logiciel Excel de Windows a été faite surtout pour étudier la longue série de 1910-2010 (précipitations) et 1932-2010 (températures). C'est une représentation d'un paramètre en fonction du temps (année sur la période choisie) qui permet de détecter la tendance considérant la totalité N des observations. La courbe ne permet pas d'observer les tendances et on a procédé au tracé de la droite de tendance. L'équation de cette droite de tendance est de la forme $y = at + b$ où y représente les paramètres considérés et t le temps, et a et b sont des constantes. La méthode correspond au modèle linéaire utilisé par Rabefitia et Andriamampianina (1999).

La technique des moyennes mobiles (traduites sur un graphique) calculées sur cinq (5) ans a été aussi adoptée pour mettre en exergue les tendances climatiques. Elle consiste à lisser les irrégularités en associant aux valeurs y_{ti} d'une chronique de nouvelles valeurs z_{ti} qui sont les moyennes arithmétiques d'une valeur originale y_{ti} et des valeurs qui l'encadrent.

Grace au programme XLSTAT du logiciel Excel, le test de Student de la différence de deux moyennes proposé par World Meteorological organisation (WMO, 1966) est utilisé. On a recouru aux tests de rupture de Mann-Whitney et Mann-Kendall en cas de difficulté de détection de tendance.

En ce qui concerne l'évapotranspiration potentielle (ETP), la formule de Turc proposée par Riquier (1963) pour Madagascar a été procédée. Il s'agit de la formule :

$$ETP \text{ (mm)} = 0,40 \frac{t}{t+15} (Ig + 50)$$

où t est la température moyenne mensuelle (°C) ; Ig ($Ig = IgA (0,18 + 0,62n/N)$) définit la radiation globale réelle en petites calories par cm^2 de surface horizontale par jour, pendant la période considérée ; IgA c'est la radiation globale théorique, sans nuage à la latitude considérée (table) (Annexe V.7.) ; n indique le nombre d'heures d'insolation et N constitue le nombre d'heures théoriques suivant la latitude et l'époque de l'année.

Des logiciels comme Microsoft Office Word 2007 pour la rédaction, Office Excel 2007 et XLSTAT pour les statistiques et le traitement des tableaux et figures, Arc GIS 9.3 pour la cartographie et Photo Shop pour le traitement des images ont été également utilisés.

Chapitre II :

Le cas spécifique de la commune rurale de Mariarano

1. Milieu naturel et société offrant la prise en compte systématique de l'adaptation

1.1. L'espace : un élément stratégique de la politique d'adaptation au CC

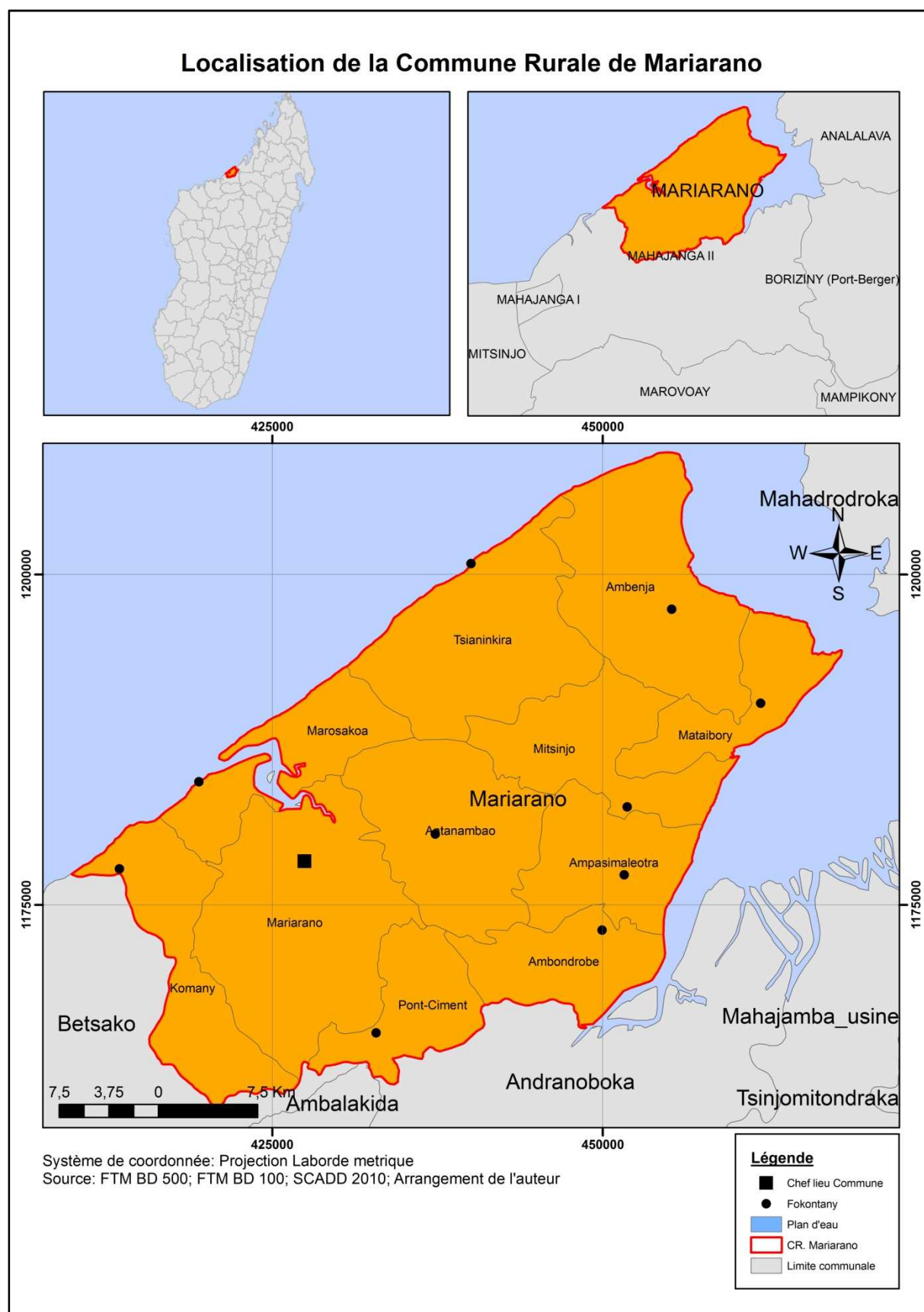
La commune rurale de Mariarano est située dans le Nord-ouest de Madagascar, district de Mahajanga II, région Boeny, entre les latitudes 15°27' - 15°29' sud et les longitudes 46°40' - 46°42' Est. Avec onze Fokontany couvrant une superficie de 1 454 km², elle est limitée par la Baie de Mahajamba au Nord, le canal de Mozambique à l'Ouest, la commune rurale de Betsako et Ambalakida au Sud, et la commune rurale d'Andranoboka à l'Est (figure 3).

Mariarano est une commune dont l'historique est marqué par des événements majeurs. L'installation des premiers habitants a été conditionnée par les inondations (Annexe III.1.). La commune est souvent frappée par des événements extrêmes depuis ces 30 dernières années : des cyclones intenses à savoir Kamisy (1984), Elita et Gafilo (2004), l'invasion acridienne en 1998-1999 catalysant particulièrement la partie nord de la commune, des inondations plus fréquentes et le glissement de terrains à Madirovalo en 2004.

Le territoire communal de Mariarano est caractérisé par un relief peu élevé avec alternance de vallées peu profondes. Elle est formée par des plaines et plateaux marqués par des dolines «*en verre de montre*» (Rossi, 1978). Elle offre une gamme remarquable de paysages karstiques, notamment le *karst à croupes (kruppen Karst)* (*ibid*). La colline de *Bedoa* dans le village d'Ambenja constitue le point culminant dont l'altitude atteint 220 m. La pente s'incline toutefois doucement vers l'ouest.

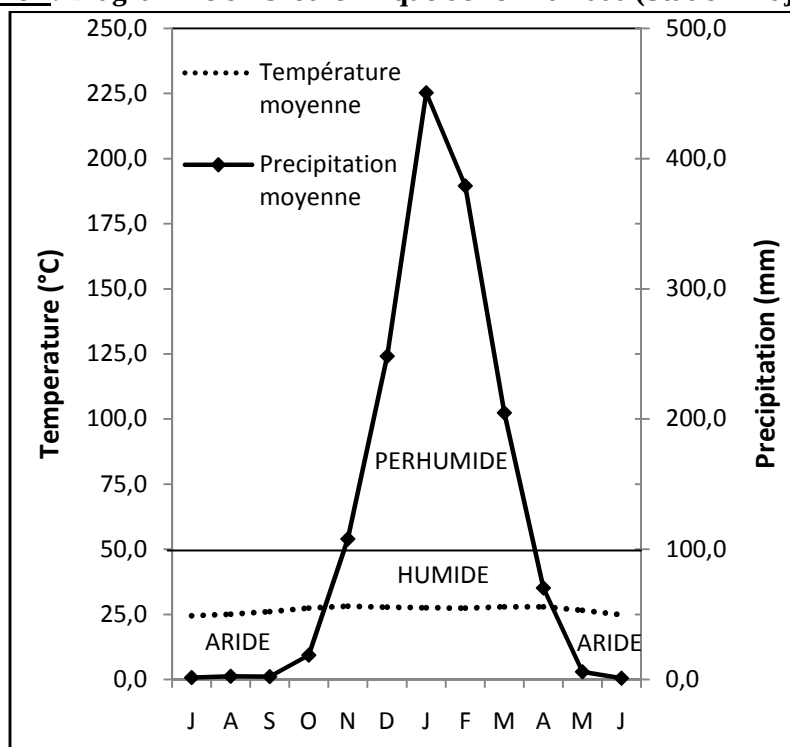
La commune rurale de Mariarano bénéficie du passage de cinq cours d'eau: *Mahamavo* 12 km de long, *Antsena* 20 km, *Ambondro* 23 km, *Mariarano* et *Vavankomany* 25 km de long chacun. Le lit de ces rivières et le volume des eaux varient selon la quantité des pluies tombées. La commune dispose également de lacs en dehors ou dans les forêts dont la plus étendue est le lac *Maliolio* (5ha). Ces ressources sont utilisées par la population comme source d'eau potable, pour arroser les zones de cultures et lieux d'abreuvement des bétails. Pourtant, elles ne sont plus permanentes. La plupart d'entre elles tarissent rapidement.

Figure 3 : Carte de localisation de la zone d'étude



Le climat de la zone d'étude, de type tropical chaud, se caractérise par deux saisons bien distinctes intercalées d'une période de transition : une saison humide (*Asara*) et une saison sèche (*Maintany*). La courbe ombrothermique de GAUSSEN⁵ de Majunga d'après la moyenne de 1971 à 2000 (figure 4) décrit une simple lecture du climat de la zone d'étude.

Figure 4: Diagramme ombrothermique de 1971 à 2000 (Station Majunga)



Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

Ce diagramme montre que la zone est marquée par une longue période sèche persistante (mois de mai jusqu'au septembre avec des précipitations très faibles, voire presque nulles). La période des pluies s'étend de décembre à mars avec des précipitations supérieures à 200 mm et elle atteint le pic au mois de janvier (450 mm en 20 jours). La température annuelle moyenne est de l'ordre de 26,7°C. La moyenne du mois le plus froid touche les 18,8°C (mois de juillet), et celle du mois le plus chaud 33,2 °C (mois de novembre).

La région est soumise au régime de deux types de vents : l'Alizé (*Varatraza*) et la Mousson (*Talio*). L'alizé, vent humide de direction SSE-NNO qui souffle pendant toute l'année, trouve son humidité retenue par la façade orientale, et seul un vent sec arrive dans la région occidentale sous l'effet de Foehn (Duvergé, 1949). La Mousson, avec des pluies estivales et un hiver austral sec (Donque, 1975) est le vent sec et chaud du secteur ouest. La moyenne annuelle de la vitesse des vents est de 11,3 km/h (Annexe V.2.).

⁵ Elle est obtenue par la formule de GAUSSEN $P = 2T$ avec P comme pluviométrie et T température. Lorsque $P \leq 2T$, les mois sont secs et dans le sens inverse, si $P \geq 2T$, les mois sont écologiquement pluvieux.

Les ressources naturelles de la commune constituent une richesse remarquable mais elles sont en train de se dégrader. Trois types de sol sont répandus dans la région (Ackermann, 2004): les *sols fersiallitiques* où se concentrent les forêts sèches, les *sols riches en magnésium de chaux* et les *sols bruts minéraux* caractérisés par la présence de savanes. Mais la prédominance à 77% des *sols calcimagnésiques carbonates brun calcaire modal brun calcaire* (*jia misy tany mavo*) et les *sols sesquioxydes fer ferrugineux tropical peu lessivé modal rouge carapace sableuse* (*tany mena sy mainty misy jia*) est à noter (SCADD, 2010).

La végétation quant à elle est généralement caractérisée par la forêt dense sèche et celle de la mangrove (Annexe IV.1.). On peut classer la forêt de Mariarano en six types (Razafy Fara *et al.*, 2001). Il y a les forêts denses sèches caducifoliées en saison sèche avec sous bois arbustif et présence de liane qui correspondent à la série de *Commiphora*, *Dalberia* et *Stereospermum*. Elles sont composées d'essences difficiles à trouver comme les *Canarium madagascariensis* (ramy), *Hernandia* sp. (hazomalany), *Ocotea* sp. (varongy). Dans l'ensemble, elles abritent encore une diversité floristique considérable. Ont été inventoriées dans le plan d'aménagement du périmètre forestier de Mariarano 66 familles et 198 espèces dans la forêt sélectivement exploitée, et 45 familles et 118 espèces dans la forêt exploitée (Annexe III.6.). Le second type de forêt correspond à la forêt galerie. Elle est composée avant tout d'espèces telles que *Adina microcephala* (soihy), *Eugenia jambolana* (jambarao) et *Cordia myxa* (tsimiranja). Viennent ensuite les forêts dégradées résultant des activités de l'homme comme l'exploitation anarchique, le défrichement, les feux de végétation et d'autres facteurs comme les événements climatiques extrêmes. La mangrove constitue le quatrième type de forêt. C'est une formation forestière littorale localisée dans les estuaires et sur les rivages vaseux. Elle est formée par des espèces semi-aquatiques ligneuses comme *Avicennia marina* (afiafy) et *Rhizophora mucronata* (honkolahy). La savane arborée est formée de *Bismarkia nobilis*, *Medemia nobilis* et *Hyphaena* sahtan (satrana), d'arbres et arbustes tels que les *Tamarindus indica* (madiro) et *Zizyphus jujuba* (mokonazy). La savane herbacée est constituée par un tapis graminéen comme l'*Hyparrhenia rufa* (vero) et l'*Heteropogon contortus* (danga).

La commune rurale de Mariarano dispose aussi d'une diversité faunistique très importante. Selon Razafy Fara *et al.* (2001), cette diversité est très élevée en termes d'espèces d'oiseaux car l'indice atteint 50% d'endémisme. Elle abrite 48 espèces d'oiseaux, 14 espèces de reptiles, 31 espèces d'ichtyofaunes, 20 espèces de mammifères dont 9 espèces de lémurien (Annexe III.5.).

1.2. Milieu socio-économique et culturel favorable à l'exercice de l'adaptation au CC

La population de la de Mariarano est inégalement répartie dans l'espace (Annexe IV.2.). Elle est passée de 6608 habitants en 1999 (PCD, 2003) à 9488 habitants en 2009, soit un taux d'accroissement de 3,62%⁶ par an. La densité moyenne de 6,53 hab./km² est légèrement inférieure à celle de la région : 17,5 hab./km² (PRDR Boeny, 2007). Les fokontany de Mariarano, Ambenja et Antanambao sont les plus peuplés avec respectivement 2 412, 1 217 et 1 127 habitants alors que le plus faible effectif est rencontré à Pont-Ciment (inférieure à 300 habitants). Cette mauvaise répartition de la population s'explique par la concentration des infrastructures de base (CSB, écoles, BIF,...), des ressources naturelles (eau, forêt,...) ou tout simplement par une raison culturelle comme c'est le cas d'Ambenja où habite l'*Apanjaka* (la Reine).

La CR. de Mariarano est caractérisée par une diversité ethnique. Cette composition multiethnique de la population est une conséquence des vagues migratoires à Madagascar (Deschamps, 1959 ; Cori et Trama, 1979 ; Sick, 1979 in Ackermann, 2004). La prédominance des *Sakalava* est pourtant observée sur une grande partie de la commune, suivie ensuite par les *Tsimihety* et enfin la minorité composée des *Betsileo*, *Antaisaka*, *Sihanaka*, *Merina* et *Antandroy*. Le mouvement migratoire interne est conditionné par trois raisons : la sécurité des cultures, la diminution de la fertilité des champs proches du village et l'éloignement de la maison d'habitation par rapport aux champs.

20 sur 83 km qui séparent Mariarano de la ville de Mahajanga constituent une route nationale goudronnée (RN4). Le reste constitue des pistes adaptées aux voitures tout terrain, des routes inter-fokontany accessibles seulement pendant la saison sèche. Mais la commune bénéficie de la voie maritime praticable pendant toute l'année, excepté en cas de mauvais temps. Des bateaux, vedettes, boutres et pirogues transportent des passagers et des produits (de la forêt ou de pêche) vers Mahajanga.

La commune possède un CSB II et un CSB I. Elle jouit de six puits forages fermés, 16 puits en buse, 10 puits en terre et 7 autres puits non fonctionnels. Elle dispose d'autres infrastructures comme des écoles, des marchés, ... (Annexe III.4.). Cependant, ces infrastructures ne sont pas proportionnelles à la population et ses besoins.

⁶ Ce taux est obtenu par la formule continue: $n = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right)$ où P_t est la population considérée à l'année t (2009) et P_0 celle considérée à l'année initiale (1999). "ln" est le logarithme naturel. Le chiffre n est le taux de croissance annuel moyen sur la période (Voir www.economie-cours.fr). Il est supérieur à celui de la région (3%).

L'économie de la commune rurale de Mariarano est diversifiée et peu développée. Caractérisée par une économie d'autosubsistance, l'agriculture demeure la principale activité dans la commune. Elle occupe 86% de la superficie totale des terrains cultivés. Elle est souvent pratiquée sur les plaines et dans les fonds de vallée pour la riziculture, et sur les pentes faibles pour les cultures pluviales (maïs et manioc). La riziculture reste la culture de base et on distingue le riz pluvial (*vary asara*) pratiqué par la plupart des riziculteurs en période de pluies, le riz intermédiaire (*vary atriary*) qui dépend de l'accumulation naturelle d'eau des pluies et le riz irrigué (*vary jeby*) dont l'approvisionnement en eau s'effectue par la rivière conduite à la rizière par un système de canalisation. Le rendement reste malgré tout faible et les productions n'arrivent pas à subvenir aux besoins de la population.

L'élevage bovin tient une place très importante à Mariarano. La plupart des ménages le pratiquent car c'est une richesse et un capital économique considérable. Avec un cheptel composé de 14 691 têtes, reparti dans toute de la commune (Annexe III.2.), l'effectif total des zébus correspond presque au double de la population. L'élevage demeure toutefois extensif. Les bétails sont rarement parqués et errent librement dans les lieux de pâtures naturelles (les forêts et les vastes savanes), avec ou sans bouviers. Ils sont en liberté totale. Cette activité est complémentaire à l'agriculture car les bétails participent à la préparation de champs de culture. Ils sont également utilisés comme animaux de trait et pour les rites ancestraux.

L'exploitation forestière est très marquante. Les bois d'œuvre sont exploités pour la production des chevrons. Ils sont utilisés localement pour la construction des maisons, charrettes et pirogues mais aussi pour le ravitaillement de la ville de Mahajanga. La forêt sèche et la mangrove constituent les sources d'exploitation pour la fabrication du charbon de bois. Le bois de chauffe reste le principal combustible utilisé par la population locale et les charbons sont écoulés, par voie routière ou maritime, dans l'agglomération de Mahajanga. Des activités connexes aux forêts existent aussi à Mariarano : la cueillette des produits forestiers (miel, ignames sauvages et plantes médicinales...) et la pratique de la chasse.

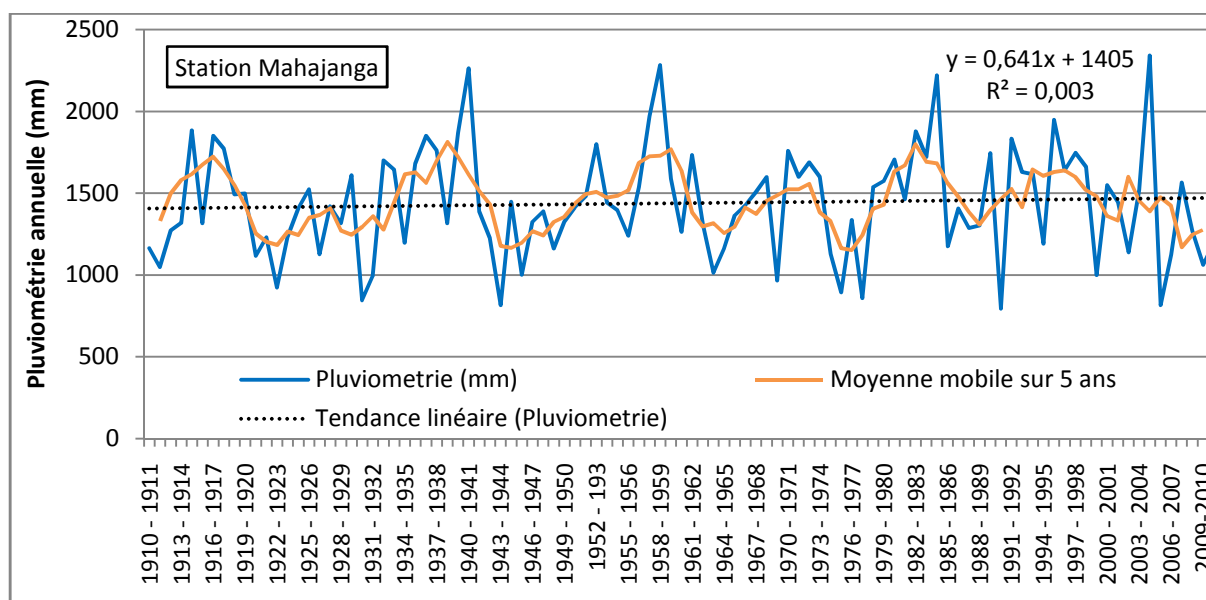
La pêche demeure une activité traditionnelle des littoraux dans le milieu d'étude. La commune possède des cours d'eau, des lacs et des marais qui sont propices à la pêche continentale. On rencontre une trentaine d'espèces ichtyofaunes à Mariarano. La pêche maritime prédomine à cause du tarissement précoce du réseau hydrographique. Une grande partie de la population pratique la pêche puisqu'elle demeure une source d'argent importante. Elle est destinée à la fois à la nourriture familiale et à la vente.

2. Variabilité climatique et changement du climat à Mariarano

2.1. Un régime pluviométrique fortement variable mais en hausse non significative

Trois constats ressortent de l'analyse des pluies annuelles sur une période de 100 ans.

Figure 5 : Evolution quasi-progressive des cumuls pluviométriques de 1910-2010



Source : Conçue à partir des données de la Direction Générale de la Météorologie

Premièrement, la figure 5 indique une courbe de tendance linéaire des hauteurs pluviométriques annuelles avec une pente positive (+0,641), ce qui affiche une tendance à la hausse. Pourtant, le coefficient de détermination est très faible ($R^2 = 0,003$). Cette droite ne permet pas de détecter une tendance des totaux pluviométriques annuels. On ne saurait conclure une augmentation significative des pluviométries sur la période 1910-2010.

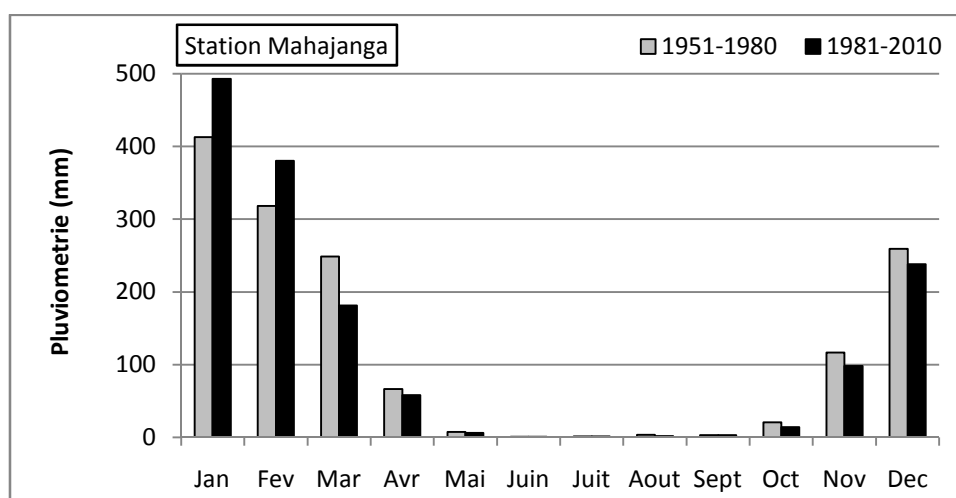
Néanmoins, l'analyse de l'allure de la courbe des moyennes mobiles calculées sur cinq ans signale que les pluviométries annuelles ont rencontrées dix sept (17) séquences d'évolution au cours d'un siècle dont neuf (9) baisses (périodes humides) et huit (8) hausses (périodes sèches). La durée de chaque séquence n'est pas la même. Elle a atteint 10 ans et plus avant les années 60. Elle est devenue plus courte après cette date (cas de la période de 1990-1994 et de 1999-2003). Ces deux périodes de 5 ans ont connu à la fois une séquence humide et une séquence sèche. A chaque période sèche succède une période de reprise et d'abondance des pluies car les moyennes mobiles ont plus évolué à la hausse, sauf sur la dernière séquence à partir de 2002 où on note une rupture qui marque la fin de la période humide et l'amorce d'une période sèche. Les années les plus humides et celles les plus sèches ont été identifiées dans ces séquences d'évolution pluviométrie (Annexe V.6.).

Aussi ressort-il de la figure 5 que 10 sur les 100 années considérées ont un cumul inférieur à 1000 mm alors que la normale pluviométrique de la zone est de 1000-1500 mm (PRDR, 2007). La moyenne des cumuls sur cette période est de 1 429,1 mm soit une hausse de 14% si on considère une moyenne normale de 1 250 mm. Une alternance de bonnes et de mauvaises années avec une prédominance des bonnes années caractérise donc le milieu d'étude. De ce fait, on peut conclure à une rupture de la stabilité des pluies. Cette rupture est marquée par un maximum de précipitations enregistré environ tous les 10 ans et l'atteinte des valeurs maximales particulièrement élevées, plus de 2000 mm/an tous les 20 ans.

Des périodes pluvieuses et sèches se succèdent sur un siècle mais de façon non cyclique et la durée d'une séquence raccourcit. L'augmentation de la moyenne des cumuls pluviométriques par rapport à la normale sur une période séculaire, la variabilité des totaux mensuels moyens se manifestant par un important changement du rythme des pluies moyennes et par une mobilité des maxima constitue une expression du CC dans la région.

L'étude des variations périodiques des pluies est faite par l'analyse comparative de deux normales trentenaires (1951-1980 et 1981-2010). Elle a permis de tracer la figure 6.

Figure 6 : Comparaison des normales pluviométriques 1951-1980 et 1981-2010



Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

La zone est caractérisée par une saison pluvieuse d'octobre à avril dont les mois de décembre-mars sont les plus pluvieux pour les deux normales étudiées. Le pic pluviométrique s'observe en janvier sur les deux périodes. A l'échelle annuelle, on note une hausse des précipitations (Annexe V.4.). Mais les résultats des tests (Student, Mann-Whitney et Mann-Kendall) à 58 degrés de liberté montrent qu'il n'y a pas une différence significative au seuil de 5 %. A l'échelle mensuelle, les précipitations sont à la baisse sur sept (7) mois de l'année (octobre, novembre, décembre, mars, avril, mai, et août) et en hausse pour le reste (tableau 1).

Tableau 1 : Variabilité saisonnière des précipitations moyennes de 1951-1980 et 1981-2010

Station Mahajanga	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Saisons	Saison chaude et humide				Saison sèche et fraîche				Saison chaude et humide			
Différence en %	16,3	16,3	-37	-14,3	-27,5	24,3	5,7	-83,6	5,8	-44,5	-19	-9

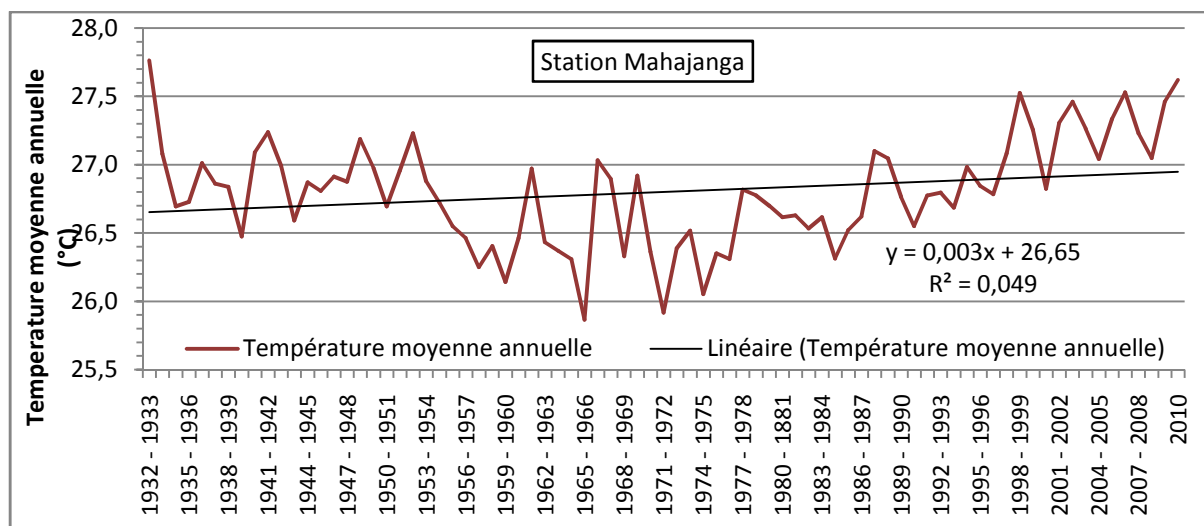
Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

N.B : La signification des résultats est testée aux seuils de 1 et 5 % selon les tests t de Student, Mann-Whitney et puis Mann-Kendall mais aucune différence n'est significative au seuil de 5%.

Au cours de l'année, les mois de janvier et février deviennent de plus en plus humides. Les pluies se concentrent sur ces mois. La baisse des pluies est très considérable pendant les mois de mars-avril et octobre. Ces faits correspondent aux excédents et déficits des pluies influencés par le phénomène climatique ENOA cité par Ralinirina et Pesneaud (2009). Ces déficits pluviométriques expliquent la diminution du nombre de jours de pluies (Annexe V.5a) perçue par la communauté rurale du milieu d'étude ces cinq dernières années. Ces tendances mensuelles sont vraiment visibles sur le graphe présentant l'évolution mensuelle de la pluviométrie faite sur la période 1971-2010 (Annexe V.5c).

2.2. Une augmentation progressive des températures

Les moyennes annuelles de 1932 à 2010 ont connu une tendance légèrement à la hausse.

Figure 7 : Evolution progressive de la température moyenne annuelle de 1932 à 2010

Source : Conçue à partir des données brutes de la Direction Générale de la Météorologie

L'analyse des températures moyennes de la période 1932-2010 présente une tendance à la hausse (figure 7). Mais le coefficient de détermination ($R^2 = 0,003$) demeure faible. Cette ligne explique donc très peu la hausse de température même si la population est unanime sur la hausse de températures. Il est alors nécessaire de chercher les causes de ce grand écart entre la perception locale du climat et les données statistiques.

Une des explications de cet écart réside dans le fait qu'un maxima particulièrement élevé est observé en 1932. C'est la période chaude des années 30 provoquant une sécheresse et une famine (Binggeli, 2003 in Ackermann, 2010). La température a commencé à se refroidir dans les années 40, ce qui est en phase avec la situation au niveau mondial. Elle a atteint un minimum dans les années 50 jusqu'au début des années 70 où elle n'a plus désormais cessé d'accroître, d'où le début du réchauffement de la partie nord de l'île.

La figure 8 représentant le résultat de la comparaison de deux normales étudiées affiche que tous les mois de 1951-1980 a connu une hausse par rapport à ceux de 1981-2010.

Figure 8 : Evolution progressive des températures moyennes de 1951-2010 (Station Mahajanga)



Source : Traitement des données brutes fournies par la DGM

La hausse est de l'ordre de 0,4°C en moyenne. Le test de Student à 58 degrés de liberté montre que la hausse est significative au seuil de 5 %, sauf pour les mois de juin et juillet.

Tableau 2 : Ecart des températures moyennes mensuelles au cours de 1951-1980 et 1981-2010.

Période/ mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
1951-1980 et 1981-2010	0,4	0,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,7	0,7

Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

N.B : La signification des résultats est testée aux seuils de 5 % selon le test t de Student.



Non significatif



Significatif au seuil de 5%

Cette hausse de température corrobore avec les conclusions de Desanker et Magadza (2001) qui prouvent un réchauffement d'environ 0,7°C pour la quasi-totalité du continent africain au cours du 20^{ème} siècle et celles du MEEFT (2000) qui annoncent une augmentation moyenne de la normale de la partie nord de l'île de l'ordre de 0,5°C en 30 ans (1961-1990).

Faute de données, on n'a pu analyser que les valeurs maximales et minimales des dix dernières années (Annexe V.5.b.). Pour les températures minimales, la tendance est en hausse avec une pente positive (0,059). Les températures maximales diminuent avec une pente négative (-0,029). Mais la tendance à la hausse des valeurs minimums est plus significative que celle de la baisse des températures maximums en considérant le coefficient de détermination. D'ailleurs, le test de Student atteste que c'est durant les mois de juillet et août que la tendance est significative au seuil de 5%. Ces points affirment les observations de la DGM (2008) sur le réchauffement de la grande île.

2.3. Les cyclones : fréquence progressive des cyclones intenses

74 cyclones ont touché la région Boeny entre 1911-2005 selon les enregistrements de la DGM. Neuf cyclones ont amené des vents compris entre 150 à 200 km/h entre 1973-2008 dont quatre d'entre eux ont enregistré des pluies maximales supérieures à 200 mm en 24 h (Annexe V.3.). *Kamisy* en 1984 demeure le plus intense avec des vents supérieurs à 250 km/h. Il est devenu un repère de changement du régime des cyclones pour les habitants de Mariarano. Le nombre de cyclone n'a pas vraiment changé dans la région mais les cyclones accompagnant des vents moyens ou assez forts se sont accrus. Ce résultat est en accord non seulement avec les observations de la DGM (2008) qui notifient une augmentation du nombre de cyclones ayant touché terre avec des vents inférieurs à 200 km/h mais aussi le changement du régime cyclonique depuis 1984 perçu par les populations (Annexe V.5.d).

Conclusion partielle

L'analyse multiscalaire a permis de cadrer cette étude dans un contexte de CC, de mieux comprendre ce phénomène et les différents processus y afférents, de faire un diagnostic territorial et climatique de la zone d'étude, et de développer la démarche à suivre pour intégrer l'adaptation au CC dans le SCADD. En termes de résultat, le CC constitue une préoccupation de toute communauté et l'appréhension de la dimension «changement climatique» à toute échelle est une nécessité si on veut définir des stratégies efficaces et durables. Le diagnostic territorial fait ressortir un cadre idéal pour l'adaptation et la nécessité de la prise en compte de ce concept dans la planification pour qu'il y ait un développement durable du territoire. Le diagnostic climatique quant à lui a conclu à des dérèglements climatiques constituant un fort signe du CC. La méthode proposée pour intégrer l'adaptation dans la planification communale semble cohérente avec le processus SCADD. Cette cohérence réside dans le parallélisme d'activité entre les deux processus (Annexe VI.8.).

2^{ème} PARTIE :

SAVOIRS TRADITIONNELS, PERCEPTION LOCALE ET EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A MARIARANO

Chapitre III : Perception et connaissances locales de l'évolution du climat de la zone d'étude

Cette partie analyse les perceptions de l'évolution du climat par les acteurs locaux à travers leurs savoirs et essaie de faire une comparaison des acquis de la science du CC et de ces savoirs traditionnels du climat avant de recenser les impacts des changements en cours.

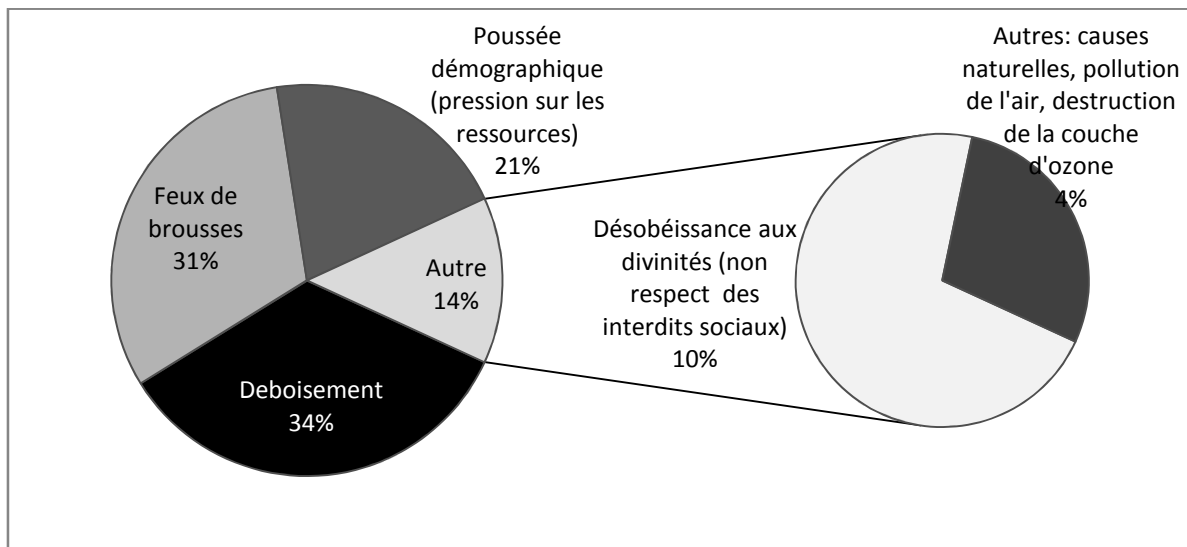
1. Savoirs traditionnels et perception du climat par la population de Mariarano

Les communautés rurales entretiennent des liens étroits avec leur milieu environnant. La perception de l'évolution du climat est étudiée à travers les discours des acteurs locaux relatifs aux causes des modifications, risques climatiques et leurs différentes manifestations.

1.1. Perception sur les causes de la variabilité et les modifications du climat

La population de la CR. de Mariarano pense que les changements observés dans la pratique des activités qu'ils exercent sont liés à plusieurs facteurs (figure 9).

Figure 9 : Perception locale des causes des modifications du climat à Mariarano



Source: Enquêtes, juillet-août 2010

La majorité des répondants affirment que les modifications sont souvent engendrées par le déboisement (34,31%) et les feux de brousses (31,37%). La poussée démographique favorise

les pressions sur les différentes ressources (sols, eaux, forêts). Ces pressions sont aussi parmi les facteurs de dégradation de l'environnement. Cet argument est avancé par 20,59% des interrogés. 9,80% des interviewés déclarent que la désobéissance aux divinités entre aussi en jeux. Cet aspect est surtout évoqué par les plus âgés comme les *Sojabe*. Ils expliquent que le non respect des interdits sociaux peut engendrer la colère des *Dieux*, d'où comme punition, l'absence ou la rareté des pluies au moment où les paysans en ont besoin. Néanmoins, 3,92 % des répondants trouvent que ces phénomènes sont dus à d'autres causes comme la pollution de l'air, les causes naturelles et la destruction de la couche d'ozone.

1.2. Perception sur les saisons

La détérioration des signes annonciateurs et la tendance des saisons vers une sécheresse plus marquante sont les changements de saison les plus perçus dans la commune. Les habitants avaient leurs repères ethno-climatologiques locaux. Ces repères correspondent aux observations paysannes de signaux saisonnières citées par Peyrusaubes (2010). Les vieux sages des ont pu savoir l'arrivée des pluies. Ils se servent des modifications physiologiques des espèces animales et végétales comme indicateurs des différentes saisons (tableau 3) pour prédire certains événements climatiques ou pour prévoir les opérations culturales.

Tableau 3 : Les signes annonciateurs des saisons passées décrits par la population

Dates	Signes	Appellation locale
Mi-aout	Les feuilles tombent.	<i>Lohataona</i>
	Les <i>Propithecus verreauxi coquereli</i> (<i>Tsibahaka</i>) mettent bas.	
Vers 10 septembre	Il pleut un peu.	<i>Rano mantsy</i>
	Les <i>Tsibahaka</i> portent leurs bébés dehors.	
	Les feuilles poussent.	
Mi-septembre	Pluies des mangues.	<i>Oran'ny manga</i>
	Les <i>Eulemur fulvus</i> (akomba joby/mainty) portent leurs bébés sur le dos.	
Octobre	Saison des pluies	<i>Mahalena</i>
Mi-octobre	Les premières mangues deviennent mûrissent.	
Novembre	Les mangues sont complètement mûres.	
Décembre	Les mangues tombent par terre.	
Janvier	Les « <i>manga rano</i> » fleurissent.	<i>Ilay fito</i>
Février	Il pleut sans arrêt pendant 7 jours.	
Mars	Il pleut très faiblement.	
Avril	Fin des pluies	<i>Mantasaly</i>

Source : Enquêtes, juillet-août 2010

Il se dégage du tableau 3 que le début de la saison des pluies est annoncé par trois signes à savoir la mise bas des *Propithecus verreauxi coquereli* qui marque la fin de la saison sèche, l'arrivée des premières pluies et la sortie de cette espèce de lémurien avec leur bébé en simultanée avec les feuilles qui commencent à pousser. Deux mois avant la fin de la saison des pluies, il pleut sans arrêt pendant sept jours (*ilay fito*). Quelques jours après, il pleut faiblement : c'est le *mantasaly* qui prédit la fin de cette période. Cependant, ce cycle n'est plus stable. Les indicateurs de l'arrivée des premières pluies ne sont plus fiables selon la population. Ils sont actuellement détériorés et les connaissances des signes annonciateurs des saisons disparaissent petit à petit. *Ilay fito*, littéralement traduit «le sept», s'est réduit de 4 à 6 jours. Le mode de vie des lémuriens a changé, leur nombre diminue de jour en jour dans la commune. Les vieux sages des villages n'arrivent pas en conséquence à prédire le climat, d'où l'échec des prévisions climatiques traditionnelles.

La saisonnalité connue par les paysans autrefois a été fortement perturbée. D'après les enquêtes, la modification au niveau de la durée des saisons est confirmée par plus de 90% des ménages. Le tableau suivant montre cette évolution très significative pour la vie paysanne.

Tableau 4 : Historique de la durée des saisons décrite par les paysans

Période	Saisons	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Avant 1984	S.C.P.	→								←			
	S.S.F.					← - - - - - →							
1984 - 2003	S.C.P.	→								←			
	S.S.F.					← - - - - - →							
Après 2003	S.C.P.	→								←			
	S.S.F.					← - - - - - →							

Source: Enquêtes, juillet-août 2010

↔ S.C.P. ou saison chaude et pluvieuse

↔ S.S.F. ou saison sèche et fraîche

Ce tableau montre une saison sèche et fraîche devenant de plus en plus longue. Si elle n'a duré que 5 mois avant 1984, elle passe de 6 mois et demi à 8 mois en l'espace de 20 ans. Cet allongement de la saison sèche correspond à une longue période sèche continue et à une sécheresse grandissante enregistrée depuis les années 80 confirmée par Ackermann (2004).

1.3. Perception des risques climatiques et leurs manifestations

Cinq risques climatiques ont été identifiés à Mariarano (tableau 5). Excepté le risque anémométrique, ils sont en phase avec ceux présentés dans la littérature de CC à Madagascar (PANA, 2006 et Communications Nationales, 2000 et 2010). Les différentes manifestations de ces risques, leurs caractéristiques, leur localisation et leur ampleur constituent le mode par lequel les populations perçoivent le CC dans le milieu d'étude.

Tableau 5 : Proportion des ménages sur la perception des risques dans trois sites échantillons

Risques	Changement du régime hydrique (R1)	Augmentation de température (R2)	Cyclones plus intenses (R3)	Vents plus forts (R4)	Elévation du niveau de la mer (R5)
Ampasimaleotra					
Effectif des ménages	53	70	68	37	68
Proportion (%)	75,71	100	97,14	52	97,14
Mariarano					
Effectif des ménages	113	160	96	17	22
Proportion (%)	60,43	85,56	51,34	9	11,76
Marosakoa					
Effectif des ménages	71	107	98	64	107
Proportion (%)	66,36	100	91,59	59,35	100
Ensemble de la zone d'étude					
Effectif des ménages	237	337	262	117	197
Proportion (%)	65,11	92,58	71,98	32,01	54,12

Source: Enquêtes, septembre-octobre 2010

Il ressort du tableau 5 que l'augmentation de température, les cyclones plus intenses et le changement du régime pluviométrique constituent les grands risques climatiques auxquels fait face la commune. L'élévation du niveau de la mer est aussi perçue par plus de la moitié de la population.

Le régime pluviométrique est perturbé. Selon les enquêtes, le changement du régime pluviométrique se manifeste par un retard des pluies (82,14%), un arrêt précoce et brusque des pluies (54,12%), une diminution du nombre de jours des pluies (74,18%), une variabilité spatio-temporelle de la pluviosité (54,40%) et un excès pluviométrique (60,16%). La saison pluvieuse commence normalement au mois d'octobre. Mais le retard dans le démarrage de la saison de pluies provoque le prolongement de la saison sèche. Les habitants n'enregistrent les

premières pluies qu’au début ou vers mi-novembre. Ces premières pluies sont irrégulières et en abondance au moment de la récolte, ce qui perturbe beaucoup les paysans. Les pluies tardives constituent le risque le plus senti par les acteurs de la commune car elles entraînent un retard dans le démarrage des opérations culturales. Elles favorisent aussi la diminution du nombre de jours de pluie au cours des dix dernières années affirmée par 2/3 des ménages. La concentration des pluies sur une courte durée ne permet pas aux cultures de bénéficier de toutes les quantités d’eau tombées au cours de la saison pluvieuse.

L’arrêt précoce et brusque des pluies est un risque qui se manifeste par une séquence des jours sans précipitations ou par des ruptures de pluies en pleine saison pluvieuse. Devenant plus fréquentes ces dix dernières années, ces ruptures peuvent durer trois décades. Elles sont appelées «poches de sécheresse» dans beaucoup de littérature des risques en Afrique comme chez Rabeharisoa, Albrecht *et al.* (2010). C’est surtout au début (fin octobre - début novembre) et à la fin (mars-avril) de la saison des pluies qu’on les observe.

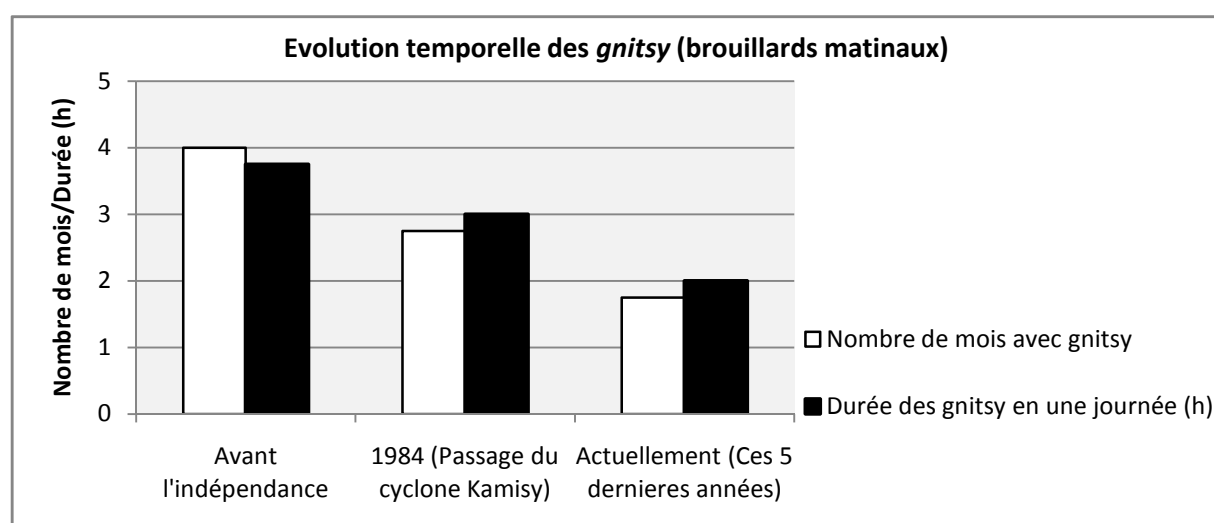
La variabilité spatio-temporelle de la pluviosité se caractérise par une certaine déficience de la couverture de la pluie dans le temps, dans l’espace, et en quantité. A l’échelle d’une même aire géographique, on constate qu’il ne pleut pas au même moment et que les pluies n’arrosent pas toute la zone. Il pleut à des intervalles irréguliers. Les acteurs affirment que ce risque est préjudiciable aux activités agricoles mais aussi à l’élevage car les abreuvoirs des bétails dépendent des quantités de pluie tombées.

L’excès pluviométrique se manifeste par la fréquence élevée des pluies très fortes et violentes. Il a comme conséquence les inondations. Le dit raccourcissement de la saison de pluies qui s’établit du fait de la mise en place tardive et de l’arrêt précoce des pluies associé à la nature forte des pluies engendre des inondations qui n’épargnent aucun domaine. Plus de la moitié des ménages ont affirmé que les pluies des dernières dizaines années sont très violentes et accompagnées de grands vents. Ces vents ont de nombreuses conséquences : la destruction des champs de culture, la destruction des maisons, la verse des plantes de maïs et de manioc...

Les agriculteurs sont les premiers acteurs qui perçoivent le changement du régime pluviométrique car leurs activités dépendent essentiellement des eaux de pluie. D’autres catégories socioprofessionnelles telles que les éleveurs et les exploitants forestiers sont aussi touchés par ce risque en raison de l’importance de l’eau que requièrent leurs activités.

La hausse de température constitue le risque le plus perçu au niveau local. La quasi-totalité des ménages la perçoit. Elle se manifeste par des chaleurs de plus en plus élevées. La plupart des *Sojabe* enquêtés dans les trois sites d'observation ont attesté que la chaleur est devenue plus intense. Elle s'accompagne de soleil ardent avec une augmentation du nombre de jours ensoleillés par rapport à ceux nuageux qui est en diminution. De plus, la période de «gnitsy» ou des brouillards matinaux s'est raccourci de mi-mai à mi-septembre avant les années 60, sa durée est passée entre mi-juin et début octobre aujourd'hui. Il en est de même pour sa durée en une journée. Celle-ci est passée de 4 à moins de 2 heures en demi-siècle (figure 10).

Figure 10 : Perception des communautés rurales de Mariarano des brouillards matinaux (gnitsy)



Source: Enquêtes, juillet-août 2010

«Les cyclones deviennent de plus en plus intenses ; les vents soufflent de plus en plus fort et la mer ne cesse de se rapprocher de nous» constituent les propos des 2/3 des acteurs. Le régime cyclonique ayant touché Mariarano a beaucoup changé depuis 1984 (tableau 6).

Tableau 6 : Perception des acteurs locaux de l'évolution du régime cyclonique

Caractéristiques des cyclones	Avant 1984	Après 1984
Intensité	Moins intense	Plus intense
Fréquence des grands cyclones	1 sur 10 ans	1 sur 2 ans
Durée d'un passage	Inferieure à 3h	Supérieure à 6h (voire une journée ou plus)
Pluies apportées	Abondantes	En excès et violentes
Vents apportés	Violents	Très violents
Conséquences/dégâts	Enormes	Catastrophiques

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

Les appréciations locales du régime des cyclones se basent sur six paramètres à savoir l'intensité, la fréquence, la durée, la quantité des pluies, les vents apportés et l'ampleur des cyclones. Quelques vieillards des villages ont affirmé qu'il y a 50 ans passé, ils ne ressentaient pas ou n'étaient pas conscients du passage d'un cyclone si ce dernier était tombé dans la période dite *ilay fito* parce qu'il pleuvait beaucoup pour les deux cas. Maintenant, on perçoit le passage des grands cyclones au moins tous les deux ans. Parmi eux, *Kamisy* (1984), *Cynthia* (1991), *Elita* et *Gafilo* (2004) restent gravés dans la mémoire de tous. Ils ont laissé des traces non seulement en termes de perte de vie humaine mais aussi de dégâts matériels et de destruction des moyens d'existence de la population (forêts, champs de culture etc....).

Les ménages ruraux enquêtés ont aussi ressenti des changements au niveau des vents. Selon eux, les vents sont plus fréquents et plus violents ces dernières années. Ainsi, les phénomènes de verse de cultures sont de plus en plus fréquents selon les agriculteurs et la variabilité de la direction des vents rend difficile la pêche en mer alors que 73% de la population totale de la commune vivent de ces activités.

Le dernier risque identifié à Mariarano c'est l'élévation du niveau de la mer. Plus de la moitié des acteurs interrogés perçoivent ce risque. Il se manifeste par l'érosion marine et le recul des côtes ou des plages, tel le cas du village de Marosakoa. Avant le passage des cyclones *Elita* et *Gafilo* (2004), le bureau (la maison) du chef fokontany se trouvait à 20 m de la mer. La plage occupait à l'époque la moitié de cette distance (10 m). Après ces événements, la maison s'est retrouvée à 15 m de sa position initiale. La mer se situe désormais de nouveau à peu près 20 m de la maison alors que cette dernière n'a pas bougé. En analysant cette situation par la technique de « règle de trois », on peut déduire que la mer s'est étendue en espace de 15 m en 6 ans et la plage domine plus de la moitié de la distance actuelle de la mer et de la maison (20 m). C'est la perte de plage et d'espace littoral évoquée par le Ministère de l'Environnement et des Forêts (MEF, 2010) dans la *Deuxième Communication Nationale* (DCN). La vitesse de recul des plages observée par la population égale à 15 m en l'espace de 6 ans, équivaut à 2,5 m par an. Elle est conforme à la vitesse des reculs des côtes enregistrée par DCN (3 à 4 m par an).

Les différents risques climatiques identifiés dans la commune rurale de Mariarano sont présentés et synthétisés selon leurs manifestations, leur ampleur et leur localisation spatiale (Annexe VI.1.).

2. Perception locale de l'évolution du climat et observations scientifiques : en cohérence ou une distorsion ?

Dans le cadre de cette étude, les perceptions locales du CC correspondent aux savoirs traditionnels de l'évolution climatique et le diagnostic climatique réalisé se rapporte à la science du climat ainsi que ses modifications. Le tableau suivant est conçu pour mieux appréhender la cohérence ou la non conformité de ces deux savoirs.

Tableau 7 : Cohérence entre la perception locale du CC et les observations scientifiques

Variables	Perceptions locales/savoirs traditionnels	Observations scientifiques
Dates repères du changement	Après le passage du cyclone <i>Kamisy</i> (1984)	A partir des années 70
Causes du CC	Déforestation, feux de végétation ainsi que feux des brousses (confirmé par 65% des acteurs interrogés)	La déforestation est aussi l'une des causes des perturbations climatiques dans les régions tropicales.
Températures	Augmentation de température se manifestant par des chaleurs élevées, un soleil ardent, une augmentation du nombre de jours ensoleillés et un raccourcissement de la période de <i>gnitsy</i>	Augmentation générale des températures, notamment les moyennes annuelles et mensuelles ainsi que les températures minimales
Précipitations	Retard et arrêt précoce des pluies engendrant le décalage des saisons, perturbation des repères ethno-climatologiques	Augmentation légère en un siècle marquée par une alternance des séquences humides et sèches à durée tendant en baisse
	Inégale répartition de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace	Changement de la répartition des pluies au cours de l'année et une importante variabilité des totaux mensuels moyens
	Diminution de nombre de jours de pluie se traduisant par l'allongement de la saison sèche	Diminution du nombre de jours à fortes précipitations favorisant l'allongement des séquences sèches
	Excès pluviométrique en période pluvieuse marqué par la fréquence élevée des pluies très fortes et violentes	Concentration des pluies en courte période (janvier et février) engendrant des pluies intenses
Cyclones	Cyclones de fortes intensités plus fréquentes	Augmentation de cyclones intenses (vents supérieurs à 150km/h)
Elévation du niveau de la mer	Erosion marine et recul des plages (équivalent de 2,5 m/an)	Vitesse de recul des côtes comprise entre 3 à 4 m par an

Source: Réalisation de l'auteur, décembre 2010.

Le tableau 7 montre que la perception locale de l'évolution du climat est en phase avec les observations scientifiques. Si le réchauffement a commencé dès les années 70, les habitants de la CR. de Mariarano n'ont remarqué de grands changements qu'après le passage du cyclone *Kamisy* (1984). Presque 2/3 des ménages accusent la déforestation comme origine des dérèglements du climat. Cette logique paysanne a un fondement scientifique que l'on retrouve dans le PNUD (2003) qui stipule que la déforestation est aussi l'une des causes des perturbations climatiques dans les régions tropicales.

En ce qui concerne la température, l'augmentation du nombre de jours ensoleillés, les chaleurs élevées, le soleil ardent et le raccourcissement de la période de *gnitsy* sentis par les habitants du milieu d'étude confirment les résultats de nombreux chercheurs comme Rabefitia et Andriamampianina (1999), Randriamanga (2007), Tadross *et al.* (2008) qui ont évoqués la tendance croissante de la température pour l'ensemble des stations étudiées.

La perception locale du changement du régime pluviométrique est également en cohérence avec les acquis de la science du climat. Ces derniers relatent la diminution du nombre de jours de pluies caractérisée par le début tardif de la saison des pluies ainsi que l'allongement des séquences sèches et une augmentation de l'intensité des précipitations (DGM, 2008 et Tadross *et al.*, 2008).

Quant aux cyclones et vents, les perceptions de la population du régime cyclonique prouvent les observations de la DGM (2008) qui relatent l'augmentation importante des cyclones de forte intensité depuis 1994. Le changement du régime des vents perçu localement corrobore avec le témoignage d'une femme pêcheur Monique Tombo qui stipule qu'à son enfance «*le vent n'était pas aussi fort qu'aujourd'hui*⁷» dans cette partie nord de la grande île.

Au total, les habitants de la CR. de Mariarano ont perçu les modifications du climat à travers la détérioration des prévisions climatiques traditionnelles, la perturbation des saisons et les comportements de certains paramètres tels que les précipitations, les températures, les cyclones, les vents et le niveau de la mer. Leur perception de ces risques est conforme avec le diagnostic climatique, ce qui témoigne une bonne lecture du climat local par les communautés rurales. Ainsi, si le climat du milieu d'étude a vraiment changé et suit les modifications en cours dans un contexte global, on pourrait alors se demander quels sont leurs effets?

⁷ WWF, 2010. *Témoignages de Madagascar - Changement climatique et modes de vie ruraux*. p.7.

Chapitre IV :

Effets du changement du climat sur la société et le milieu d'étude

L'étude des effets du CC est un élément important pour vérifier si les adaptations sont faites en conséquence, d'où la thèse de Smit et Wandel (2006) qui précise qu'il est primordial d'estimer l'importance de l'impact afin de limiter ou profiter d'un impact lié au changement par l'adaptation. Ce chapitre traite les impacts du CC sur le milieu et la société de Mariarano.

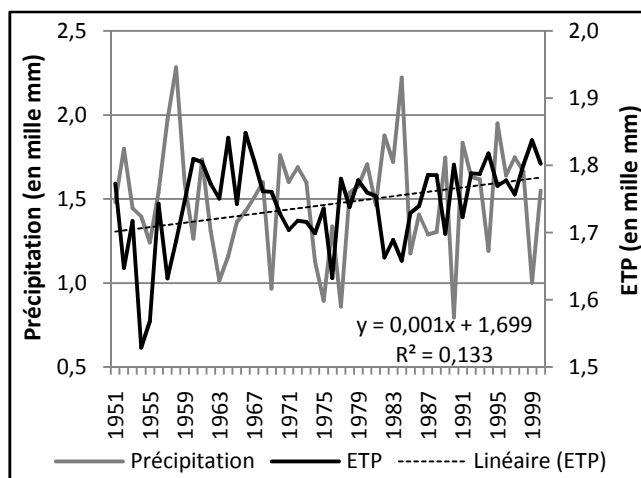
1. Effets du CC sur le milieu d'étude : exacerbation de la dégradation des RN

1.1. Stress hydrique accentué

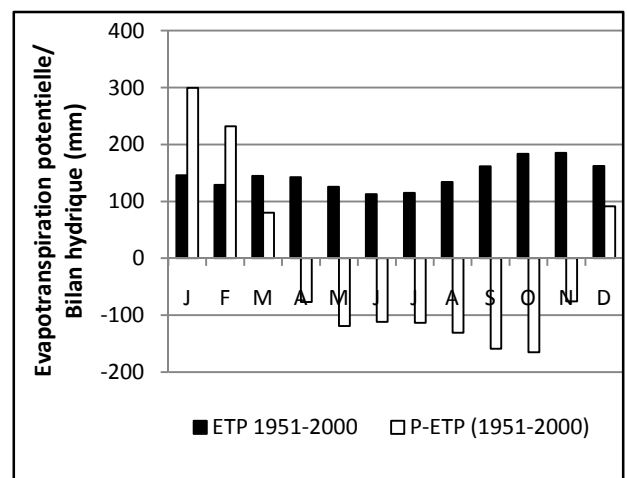
La disparition des «*bôbôka*» ou sources (80%), l'assèchement précoce des rivières ainsi que les affluents (90%) et le tarissement des points d'eau tels que les *matsabory* (lacs) et les puits (84%) sont les effets les plus visibles. En effet, la hausse de l'évapotranspiration (figure 11a) favorisant le déficit hydrique (figure 11b) se répercute sur ces modifications.

Figure 11 : Evolution de l'évapotranspiration potentielle (ETP) de 1951-2000 (Station Mahajanga)

(a) Evolution accédante de l'ETP et de la précipitation



(b) Evolution de l'ETP et du bilan hydrique



Source : Conçue à partir des données brutes de la Direction Générale de la Météorologie

L'ETP dépend et suit l'allure des précipitations. Cette situation corrobore avec les résultats de Qian *et al.* (2006) cité par Bates *et al.* (2008) qui sont arrivés à la conclusion que l'évapotranspiration à la surface des terres émergées du globe suit de près les variations des précipitations terrestres. La hausse de l'ETP et le déficit hydrique amplifiés par le changement du régime pluviométrique et d'autres facteurs environnementaux comme la dégradation de la forêt peuvent expliquer l'assèchement précoce des cours d'eau subissant parfois les impacts d'un ensablement et la réduction des volumes d'eau retenue par ces réservoirs (photo 1).

Photo 1 : La rivière *Mariarano* qui tarit dès le début juillet alors qu'elle était permanente il y a 20 ans



Source :
Cliché de l'auteur,
août, 2010.

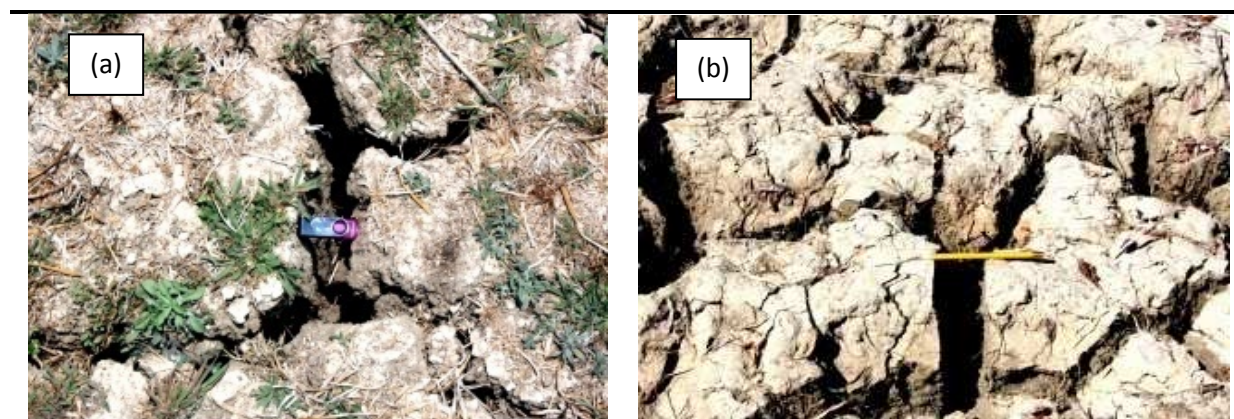
Quant à la réduction du niveau d'eau, l'insuffisance du rechargement de la nappe phréatique joue en sa faveur car elle est essentiellement renouvelée par les pluies annuelles. La durée d'eau retenue est ainsi réduite pour la plus part des *matsabory*. Elle est passée de 6 à un mois et demi en espace de 30 ans. Les observations sur terrain montrent qu'il y a au moins un puits qui tarit dès le mois de juillet jusqu'à l'arrivée des pluies dans chaque fokontany.

Tout ceci résume le propos paysan qui affirme qu'«*Avant les années 80, les besoins en eau des populations et du bétail étaient satisfaits essentiellement par la rivière et les différents points d'eau. Actuellement, malgré l'effort effectué par les autorités en matière d'adduction d'eau potable et de création de puits, le stress hydrique est devenu un problème grave non seulement pour la population mais également pour les animaux*».

1.2. Conséquences des modifications du climat sur le sol et le foncier

Le sol est souvent frappé par le CC de façon indirecte. Pourtant, les acteurs locaux savent faire relier les problèmes environnementaux à ceux dus aux variations du climat. C'est le cas de la perte de fertilité du sol, de l'érosion hydrique et éolienne qui sont intensifiées par les risques climatiques. Sur les terroirs en pente peu élevée, le retard et la rupture des pluies entraînent la dessiccation rapide des sols à cause de leur structure grossière et de leur faible capacité de rétention d'eau. L'excès des pluies a pour conséquence l'augmentation du niveau des eaux ou d'inondation de parcelles situées dans les *lemaka* (bas-fonds) et l'érosion des terres. A cela s'ajoute la détérioration du couvert végétal qui occasionne l'exposition du sol à l'érosion. Les couches du sol les plus riches en nutriments sont ainsi érodées (FAO, 2007). La matière organique, les grains de sable et les argiles déshydratées sont transportés, d'où la diminution de la fertilité des sols et l'ensablement des bas-fonds. L'allongement de la saison sèche intensifie l'extension des terres soumises à la sécheresse (photo 2).

Photo 2 : Extension des terres soumises à la sécheresse



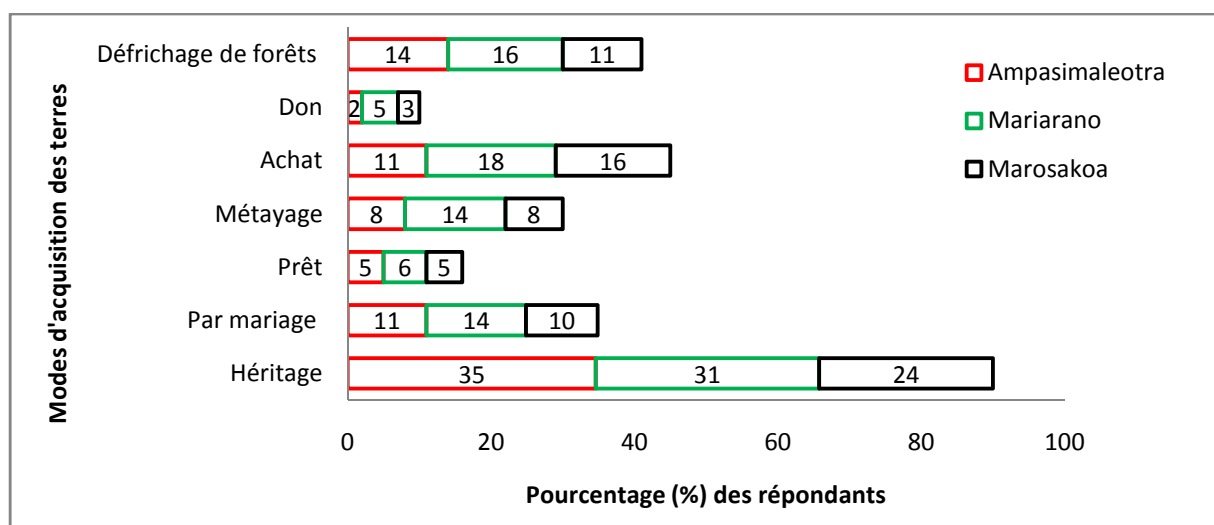
Source : Cliché de l'auteur, juillet-octobre 2010.

La fissure de la terre peut atteindre la longueur d'un USB de 6 cm (photo 2a) à une distance plus d'une moitié d'un crayon (photo 2b).

Plusieurs modifications en relation avec les péjorations climatiques sont à présent observées sur les modes de gestion foncière et l'évolution des rapports entre l'homme et sa terre dans la commune. Il s'agit de l'extension des zones de culture au détriment de la forêt et des terres de parcours. Ce changement d'affectation des terres a comme conséquence des conflits fonciers entre agriculteurs et éleveurs. C'est le cas du village de Mariarano où le conflit entre ces deux acteurs atteint 65% des conflits enregistrés par le fokontany lors de la première moitié de l'année. Le sujet tourne souvent autour de la divagation des animaux.

En ce qui concerne le mode d'accès au foncier, l'on est passé de l'héritage à l'accès à la terre par le mariage, le prêt, le métayage, l'achat, le don, le défrichage de forêts et la mise en culture de riz ou cultures pluviales (figure 12).

Figure 12 : Les principaux modes actuels d'acquisition des terres dans la CR. de Mariarano



Source : Enquêtes sur terrain, juillet-août 2010.

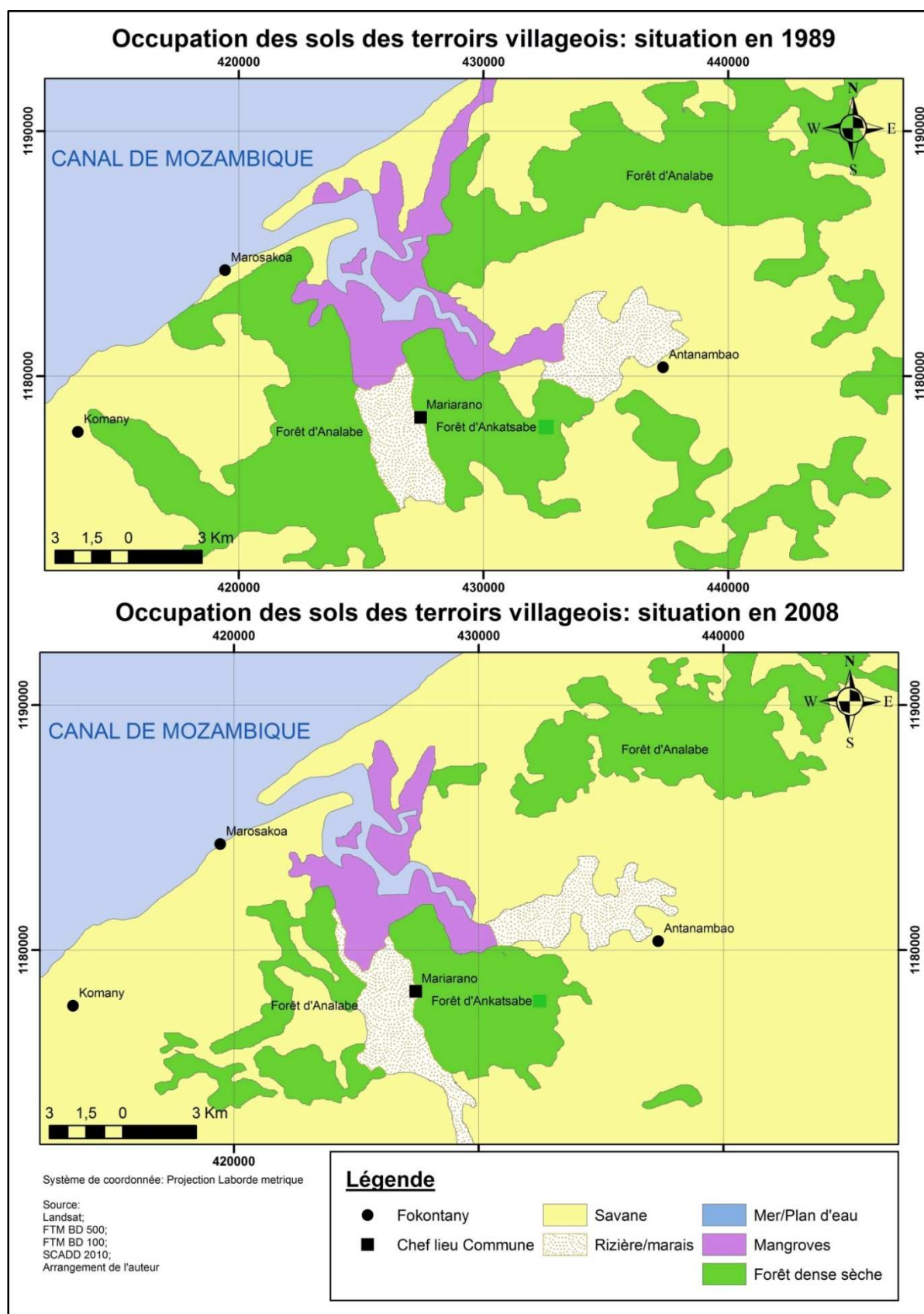
Le défrichement de la forêt et l'achat étaient rares dans le passé alors qu'ils prospèrent à l'heure actuelle. Ils ont remplacé le système foncier coutumier qui a mis l'accent sur les *fady*, les rites agricoles et le règlement local des ressources naturelles collectives. L'accès à la propriété terrienne par le prêt, le don et même le mariage étaient jadis les modes d'accès foncier essentiels après l'héritage mais ils commencent à se dévaloriser aujourd'hui.

1.3. Incidences du CC sur la foresterie et la biodiversité de Mariarano

Les conséquences du CC sur la flore et la faune sont à la fois directes et indirectes. Les cyclones intenses constituent le risque le plus perceptible qui affecte la flore. Ils peuvent détruire une grande partie de la forêt. C'est le cas du cyclone *Kamisy* (1984) qui détruisait de vastes terrains forestiers à Mariarano (Ackermann, 2004). Un tel cyclone peut aussi modifier la physionomie de la végétation. A titre d'exemple : *Gafilo* (2004) a déformé la position des arbres fruitiers comme les *Cocos nucifera* (voanio), les *Artocarpus incisa* (mapaza ou papayers) et les *Musa paradisiaca* (kida ou bananiers). Ces cyclones ont également entraîné une modification dans le processus physiologique de croissance et de productivité des arbres. Plus de la moitié des répondants ont constaté qu'après leur passage, beaucoup d'arbres fruitiers ne donnent plus que des fruits de petite taille ou rien que des fleurs parfois. C'est le cas chez des *Mangifera indica* (manguiers) et d'*Antocarpus integrifolia* (finesy).

D'après l'inventaire de biomasse effectué par Rajoelison *et al.* (2009) dans le cadre du projet REDD-FORECA, la forêt dense sèche de Mariarano peut constituer un « puits de carbone » car elle renferme 25,65 t/ha de biomasse, soit 14,82 t/ha de carbone (Annexe III.3.). La dégradation est pourtant devenue de plus en plus drastique. Plusieurs facteurs sont en amont de cette dégradation. Ackermann (2004) en a répertorié quatre anthropiques à savoir les prospections pétrolières des années 80, l'utilisation des terres pour les cultures sèches, le pâturage forestier, les exploitations du bois et la production de charbon. Il a placé les feux de végétation comme la première des causes secondaires. Ramamonjisoa *et al.* (2009) ont d'ailleurs cité douze autres variables explicatives de cette dégradation. Ils sont principalement d'ordre social, économique et environnemental. Si la déforestation a été évoquée par la population comme cause du changement du climat local, elle en demeure également l'une des conséquences sociales. Les répercussions lourdes des aléas climatiques sur l'agriculture et l'élevage poussent les ruraux à se tourner vers les ressources forestières afin de satisfaire leur besoin. De ce fait, la modification de la physionomie du paysage et des formations végétales est due aux effets des abattages massifs d'arbres (figure 13).

Figure 13 : Changement d'occupation des sols des terroirs d'étude



La figure 13 montre la baisse des surfaces forestières. Si les forêts denses sèches couvraient 20 785 ha en 1989, elles n'occupaient plus qu'une superficie de 11 183 ha en 2008, soit une diminution considérable de l'ordre de 86% en espace de 20 ans. Les mangroves ont légèrement diminué de 38%. Faute de classification, on n'a pas pu détecter un changement significatif pour les marais et les rizières mais on observe l'extension des terrains de culture vers le sud du village de Mariarano. La superficie de la forêt d'Ankatsabe a augmenté. C'est le fruit du transfert de gestion de cette forêt à la Communauté Locale de Base (COBA) réalisé en 2001. On constate par contre l'avancement de la savane. Elle est passée de 33 123 à 43 403 ha entre 1989 et 2008, soit une hausse de 24%. La déforestation était plus considérable entre 1990 et 2000 avec un taux de 3,6% (Rajoelison *et al.*, 2009).

La population a remarqué une diminution des essences forestières telles que les plantes médicinales (*Baphia capparidifolia* et *Adenia firingalavensis*) contre une prolifération d'autres espèces comme l'*Heteropogon* sp (akata vahiny), le tapis graminéen *Heteropogon contortus* (ahidambo), et l'*Aristida* sp (kifafa). Pour la faune, la déforestation a amené la disparition ou la migration des espèces vers d'autres endroits plus sécurisés. Tel est le cas des petits mammifères comme *Felis sylvestris* (kary), *Cryptoprocta ferox* (fosa), *Viverricula indica* (jaboady) et *Galidia elegans* (Vontsira) et des oiseaux tels que *Lophotibis cristata* (Akoholahiala) et *Numida meleagris* (Tomendry). Les *Potamochoerus larvatus* (lambo) montent dans les villages suite à l'exploitation continue de la forêt qui a pour conséquence la destruction de leur habitat (40% des répondants), la disparition des zones boisées (31%), le tarissement des points d'eau (21%) et l'insuffisance de leurs aliments dans la forêt (8%). Le cas spécifique de l'*Eulemur mongoz* (dredrika) est encore plus intéressant. Le changement de cette espèce diurne en nocturne incite les habitants à se demander si ce comportement a des rapports avec le climat actuel? Les résultats de Hill (1953), Petter (1962) et Harrington (1975) in Bakri (2008) confirment que cette espèce est une espèce cathémérale. Mais d'après des études menées par Sussman et Tattersall (1976 in *ibid*), elle a une activité exclusivement nocturne. Andriatsarafara (1988) in Bakri (2008) atteste qu'elle est nocturne pendant la saison sèche et diurne pendant la saison humide. Quoiqu'il en soit, ces faits trouvent leur fondement dans la déforestation même si d'autres raisons comme la démographique galopante et la pratique de chasse ou les braconnages y ont aussi contribué. La prolifération des *Rattus rattus*, un rat noir qui ne cesse d'augmenter en nombre ces cinq dernières années, est aussi constatée. Ce rongeur prolifique commence à peupler les différents terroirs et engendre beaucoup de dégâts sur le séchage des poissons, les semences et les cultures (maïs, manioc, arachides).

La plus part des activités connexes aux forêts sont touchées par cette déforestation intensifiée par le CC mais c'est surtout la collecte qui subit leurs conséquences directes. Il s'agit de la collecte du miel, des ignames sauvages, des plantes médicinales et de bambou (tableau 8).

Tableau 8 : Pourcentage de déclarations sur les produits collectés mis en danger par les péjorations climatiques

Sites d'observation	Pourcentage de déclarations (%)			
Produits collectés	Ampasimaleotra	Mariarano	Marosakoa	∑ Commune
Miel	62,5	75	50	62,5
Ignames sauvages	72,5	90	65	75,8
Plantes médicinales	67,5	80	50	65,8
Bambou	15	30	12,5	19,2

Source : Enquêtes sur terrain, septembre-octobre 2010.

Il ressort de l'analyse que les tubercules d'ignames sauvages constituent l'activité de collecte qui subit le plus les répercussions des modifications du climat. Grâce à leur importance, *Dioscorea massiba* (masiba) et *Dioscorea antaly* (antaly) sont à mentionner parmi les six espèces différentes de la zone d'étude (Ackermann, 2004). Les problèmes sont dus à la diminution des quantités exploitables de ces tubercules (51% des répondants). L'arrêt précoce des pluies pourraient rendre les terres dures, ce qui perturbe la période de collecte (31%). Pour le reste, les *Potamochoerus larvatus* commencent à creuser et chercher ces ignames pour se nourrir. Le pourcentage de déclarations sur la collecte de miel et des plantes médicinales atteint 65%. L'allongement de la saison sèche perturbe beaucoup la vie et le cycle de production des abeilles du fait que les fleurs manquent.

La déforestation constitue à la fois une des causes et une des conséquences du CC au niveau local. Le CC exacerbe à son tour les effets de la dégradation de la forêt. Il s'agit en fait d'une boucle de rétroaction où les événements influent les uns sur les autres. Les effets du CC identifiés par la population sont en outre conformes aux résultats des études scientifiques qui rapportent des modifications d'affectation des terres (Woodfine, 2008) entraînant des changements dans la répartition des espèces comme impacts du CC (Convention sur la Diversité Biologique - CBD, 2007; WWF, CI et al., 2008) et la diminution des aires de répartition des espaces citée par l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie (AEWA, 2008). La plupart des ces animaux fait partie de la Liste rouge UICN des espèces menacées, ce qui confirme les observations de la communauté scientifique concernant l'aggravation du phénomène d'extinction en cours des espèces du fait du CC.

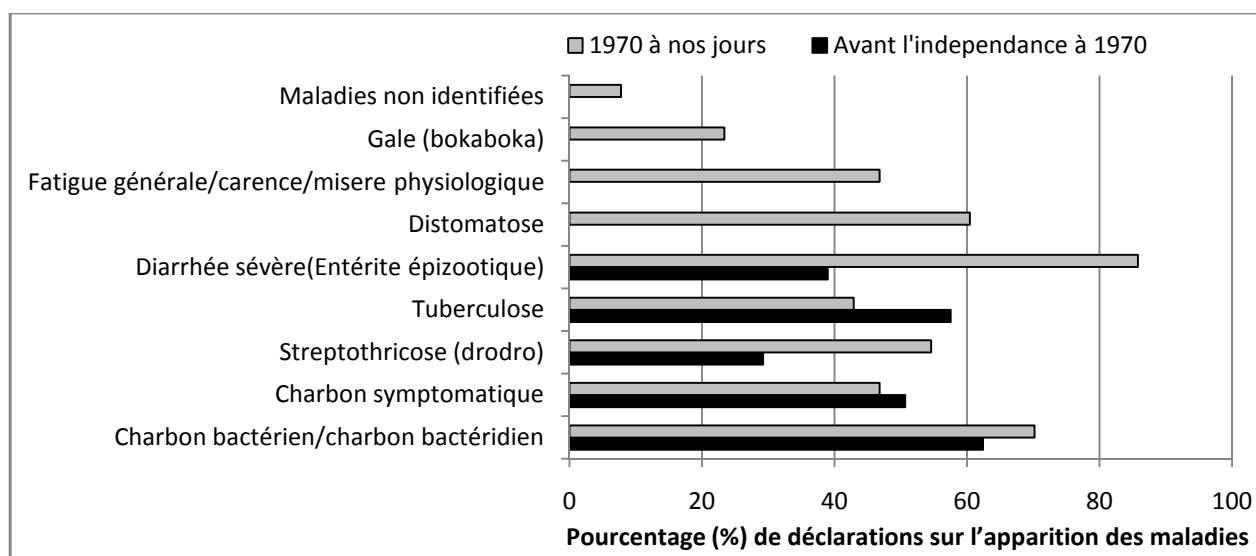
2. Conséquences des variations climatiques sur la vie quotidienne des acteurs locaux

2.1. Impacts des risques climatiques sur les activités agricoles

Les principales conséquences des modifications du climat sur l'agriculture sont le bouleversement du calendrier agricole classique (92%) et la recrudescence des maladies animales et végétales (85%) qui favorisent la baisse des rendements et des productions (98%). Le changement du régime pluviométrique constitue le risque principal qui paralyse les activités agricoles. La hausse de température favorise surtout les maladies. Le retard des pluies entrave le démarrage normal de la campagne rizicole et pousse les paysans à changer les périodes de semis des principales cultures. Les périodes de semis sont normalement fonction de l'intuition paysanne par rapport aux dates de démarrage des pluies. Mais, cette intuition se dévalorise, d'où la perturbation du calendrier agricole habituel.

En outre, la nature forte des premières pluies constitue un handicap aux cultures. L'arrêt précoce des pluies donne lieu à un arrêt brutal de la croissance des cultures qui n'atteignent pas leur maturité. La rupture des pluies au milieu de la saison pluvieuse intensifiée par les chaleurs excessives est très favorable aux proliférations des différentes maladies. Selon les paysans, les maladies de culture suivantes sont devenues plus fréquentes ces dix dernières années : *haom-bary* ou poux de riz (77,7%), *sababaka* (58,7%), *mavobe* (54%) et *tsipipika* (35,1%). Les pluies tardives causent des difficultés pour le pâturage des animaux. Les éleveurs expliquent qu'il empêche une bonne repousse à temps des herbes (les graminées et les légumineuses). Les fourrages sont disponibles mais ne sont pas suffisants pour tout le cheptel. La figure 14 décrit la vision pastorale des maladies bovines à Mariarano.

Figure 14 : Pourcentage (%) de déclarations sur l'apparition des maladies du cheptel bovin

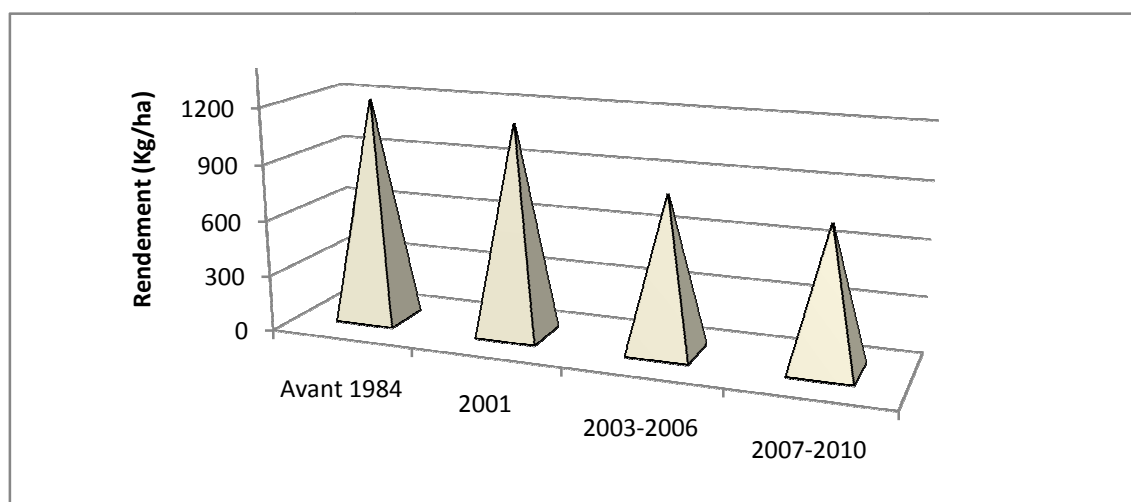


Source : Enquêtes sur terrain, juillet-octobre 2010.

Cette figure prouve l'apparition d'autres maladies que les éleveurs n'ont pas connues avant 1970. Il s'agit de la distomatose, de la fatigue générale, de la carence ou misère physiologique, du *bokaboka* et de la diarrhée sévère. Quelques d'entre elles sont favorisées par les risques climatiques. La diarrhée sévère a lieu, par exemple, lors d'une existence d'un excès pluviométrique (inondations) ou d'une rupture brusque des pluies. L'Asara constitue la période favorable à la streptothricose. Cette observation locale est en phase avec les résultats de la majorité des auteurs qui ont étudiés cette épizootie comme Buck (1948) in Ribot *et al.* (1973) et Dumas *et al.*, (1971) qui signalent la recrudescence et la gravité des cas en saison des pluies. La fatigue générale, la carence ou la misère physiologique sont principalement dues à l'éloignement des points d'eau et à la mauvaise qualité des herbes.

A cela s'ajoute les inondations provoquées par les pluies torrentielles qui se concentrent sur une période de courte durée et favorisent la baisse des rendements et des productions, compromettant ainsi l'insécurité alimentaire et la diminution du taux de croissance du cheptel bovin. Cette dernière a été aussi confirmée par la monographie régionale (2003) qui dit que le taux de croissance du cheptel depuis les cinq dernières années est négatif. L'insécurité alimentaire s'exprime par la pénurie des vivres, notamment le riz. Plus de 80% des ménages sont concernés par cette pénurie aussi bien en période de pluie qu'en saison sèche. La diminution du rendement agricole est généralisée (figure 15).

Figure 15 : Evolution de la production annuelle du riz dans la commune rurale de Mariarano



Source : Tiré de Ackermann (2004), Langhans (2007)⁸ et enquêtes personnelles, juillet-août 2010.

Le rendement est passé de 4600 kg/ha en 2001 à 1060 kg/ha en 2006 (Langhans, 2007), soit une baisse de 77% en 5 ans. Il a légèrement diminué de l'ordre de 7% jusqu'en 2001 contre une baisse considérable de l'ordre de 37% pour la période de 2003-2006.

⁸ La production du riz en 2001 est tirée de Ackermann (2004) et celle de 2003-2006 de Langhans (2006).

2.2. Effets des variations climatiques ressentis au niveau social et selon le genre

Les manifestations des effets du CC sur le milieu social des ménages sont directes ou indirectes. La baisse de rendement agricole et des ressources exploitables se traduisent par la baisse de revenu des ménages. Cette baisse laisse un effet négatif sur leurs conditions de vie telle la pauvreté dont l'ampleur augmente de jour en jour. Cette situation de précarité dans laquelle vivent les acteurs s'exhale différemment au sein de la famille : la malnutrition, la difficulté de réalisation d'un rituel à cause du coût élevé des zébus pour l'immolation, le maintien devenu difficile des enfants à l'école et la difficulté d'accès aux services de santé ...

Le déplacement interne ou la migration vers d'autres territoires est une conséquence directe de l'élévation du niveau de la mer. C'est bien le cas du village d'Ampasimaleotra comme d'autres villages dans la commune où l'élévation du niveau de la mer a engendré la submersion du village et des rizières par la mer. Le village est ainsi abandonné et les habitants se sont installés dans le village de Madirovalo depuis sept ans. La montée du niveau de la mer se traduit aussi par le rétrécissement du littoral (Annexe VII.1.b). Concernant l'exode rural, un certain nombre de jeunes quitte les villages vers les communes limitrophes, voire vers la ville de Mahajanga, lorsque les récoltes sont insuffisantes. Ces jeunes sont pourtant la force de travail, ce qui déstabilise les structures sociales et affaiblit l'efficacité du travail car ce sont «les bras valides» qui abandonnent le village.

Un des problèmes qui se posent pendant les périodes de sécheresse prolongée demeure la difficulté d'approvisionnement en eau pour la famille. Cette période est particulièrement très difficile pour les femmes et les enfants du fait qu'ils doivent parcourir plus de 3 Km pour la collecte de l'eau (photo 3). Cette situation est causée par la non-rétention d'eau des puits du village due probablement au tarissement de la nappe phréatique.

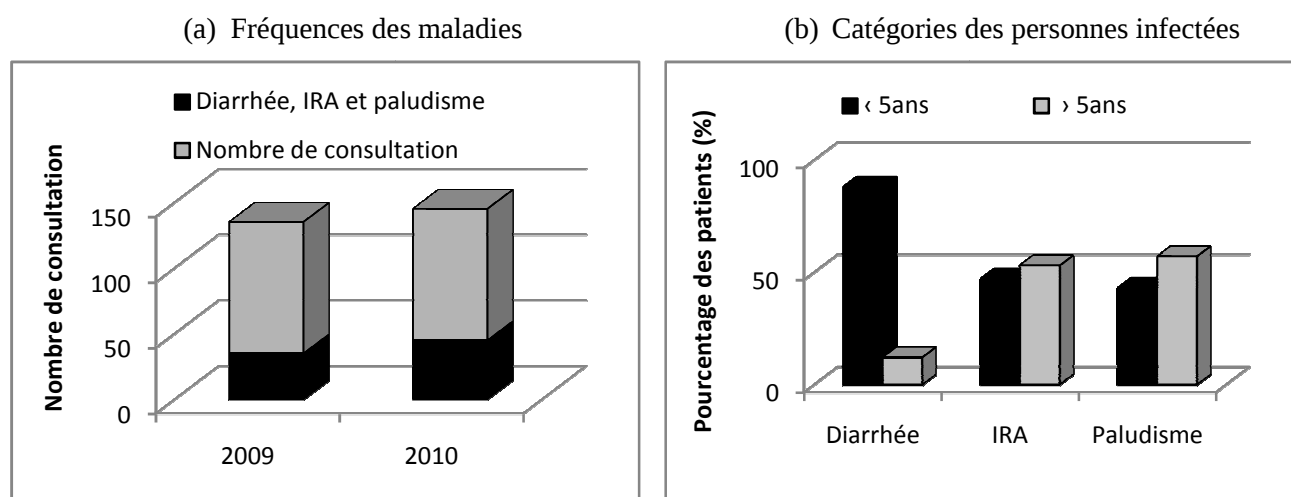
Photo 3 : Corvée journalière des enfants, collecte de l'eau à 3 km du village (Tsinjoarivo)



*Source :
Cliché de l'auteur,
juillet, 2010.*

La santé demeure entre autre une des lourdes préoccupations des femmes tant en ce qui concerne leur propre santé que celle des membres de leur famille. Le paludisme, la diarrhée et l'IRA sont les maladies les plus fréquentes enregistrées auprès du CSB II (figure 16a). Ce sont les enfants de moins de 5 ans et les vieux qui souffrent le plus (figure 16b).

Figure 16 : Les trois premières maladies fréquentes diagnostiquées dans le CSB II de Mariarano (2009-2010)



Source : Enquêtes et entretien avec M. Modeste Rafaralahy, le chef du CSB II de Mariarano (octobre, 2010)

35 à 45% des patients sont touchés par ces maladies. L'excès pluviométrique est favorable à la propagation des maladies diarrhéiques. La hausse de température favorise les maladies respiratoires. Ces deux risques amplifiés par le démarrage tardif et les ruptures de pluie en pleine saison pluvieuse sont d'ailleurs propices au développement du paludisme.

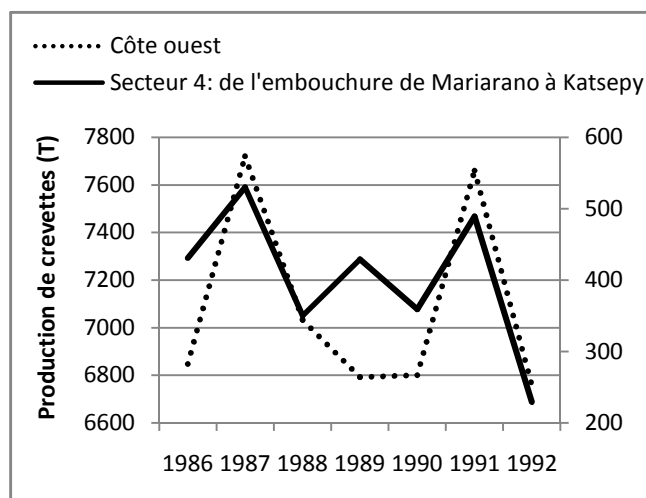
Tous ces faits perturbent la gestion du quotidien des femmes et aboutissent à l'augmentation de leurs tâches habituelles.

2.3. Répercussions des perturbations climatiques sur la pêche

La population de Mariarano a pu autrefois bénéficier de la pêche continentale et maritime. Mais la pêche continentale rencontre depuis ces dernières années des difficultés en raison des changements intervenus dans le régime hydrologique des différents cours d'eau, de leurs affluents et des *matsabory*. Leur niveau ne cesse de diminuer pendant la saison sèche et ils tarissent précocement, ce qui aboutit à la mort des poissons. L'excès pluviométrique constitue un problème du fait qu'il peut engendrer le débordement des rivières ou des *matsabory* en amenant les poissons. La pêche maritime est actuellement la plus pratiquée car neuf sur les douze fokontany de la commune sont situés au bord de la mer. Elle est confrontée au problème de diminution des captures des produits halieutiques (figure 17).

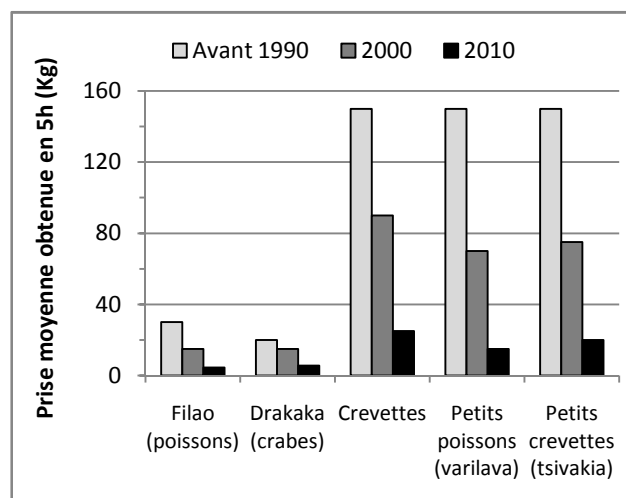
Figure 17 : Evolution régressive des produits halieutiques capturés dans la zone d'étude

(a) Evolution en baisse de la production crevettière (campagne 1986-1992)



Source : Conçue à partir des données de la DRH (Direction des Ressources Halieutiques) in Toussaint et al. (1994).

(b) Evolution décennales des produits halieutiques capturés par les pêcheurs de Mariarano (1990-2010)



Source : Données de 1990 tirées d'Andriamalala (2007) et enquêtes sur terrain, septembre-octobre 2010.

L'analyse des graphes 17a et b prouve que la production des produits halieutiques a tendance à baisser ces 30 dernières années. Si la production de la côte ouest a connu une baisse légère durant la campagne de 1986-1992, celle de l'embouchure de Mariarano a diminué considérablement (88% en l'espace de 5 ans). Les pêcheurs sont unanimes sur cette baisse des produits halieutiques. La capture de 1990 a diminué de 89% par rapport à celle de 2000 mais elle est encore plus critique en 2010.

La surexploitation est la première explication de cette baisse des prises. Elle concerne les grandes compagnies de pêche comme REFRIGEPECHE OUEST et SOMAPECHE et les migrants (nouveaux et saisonniers). Ils utilisent des équipements modernes (bateaux à moteur et bouteilles à oxygène) qui sont souvent utilisés pour les produits halieutiques destinés à l'alimentation de la ville de Mahajanga, voire à l'exportation, comme pour les crevettes et les concombres de mer. Les pêcheurs locaux ne disposent que des techniques peu développées.

D'autres causes de la diminution de la production sont beaucoup plus reliées aux risques climatiques. Il s'agit dans 68% des cas de l'éloignement ou la disparition d'espèces de poisson due à l'élévation du niveau de la mer et la difficulté de capture causée par la variabilité de la direction des vents pour 63% des cas. Pour avoir de *kabaka* (accompagnement du riz) pour la famille, les pêcheurs doivent se déplacer loin pour capturer suffisamment de poissons. Ce qui n'était pas le cas auparavant. Il est à présent difficile de maîtriser la direction des vents. A part les deux vents dominants (*talio* et *varatraza*), trois

autres vents d'importance moindre quant à leur durée et force (PRDR Boeny, 2007) interviennent. Ce sont le «*Mantsaly*» qui souffle pendant la saison humide et demeure accompagné de pluies torrentielles, l'«*Avaraka*» qui souffle du nord en janvier et février et le «*Kosy*» qui souffle du sud-ouest, avant la saison sèche. Il peut devenir violent quelque fois. C'est surtout la présence de ces vents qui rend difficile la pêche.

Un dernier problème favorisant la baisse des produits consiste en la rareté des bois pour la construction des pirogues (43%). Le *Ceiba* spp (57%) appelé localement *pamba* constitue depuis toujours les 80% des bois utilisés pour construire une pirogue. Le reste est complété par d'autres espèces généralement palétuviers : *Sonneratia alba* (Farafaka) pour le plancher, l'*Avicennia marina* (Afiafy) pour la traverse Le *pamba* est actuellement en voie de disparition et les espèces des mangroves diminuent à cause du commerce des bois et de la fabrication de charbon, d'où l'insuffisance des bois pour la construction des pirogues.

Le revenu des pêcheurs baisse alors qu'ils sont déjà fragilisés par les cyclones intenses. A cela s'ajoute l'insuffisance de l'alerte précoce et des infrastructures solides en cas d'autres événements extrêmes comme les inondations.

Conclusion partielle

Les communautés rurales de Mariarano perçoivent les modifications climatiques dans leur milieu à travers les risques climatiques et les changements dans leur vie quotidienne. Il s'agit du changement du régime pluviométrique qui se manifeste par le démarrage tardif et l'arrêt précoce des pluies, la variabilité spatio-temporelle de la pluviosité ainsi que l'excès pluviométrique, l'augmentation de températures, les cyclones plus intenses, l'élévation du niveau de la mer et les vents forts. La perception des changements en cours est en phase avec les constats faits suite aux analyses des données climatologiques. Ceci permet d'expliquer les appréhensions des acteurs locaux du CC. Tous les acteurs de la commune sont concernés et le changement affecte à la fois le capital humain (la force de travail, l'éducation et la santé), le capital naturel (terre, eau, animaux, les produits forestiers), le capital physique (les infrastructures et les équipements de production), le capital social et financier (les activités économiques et les revenus des acteurs). Cette situation confirme la thèse de l'économiste britannique Stern (2006) qui conclut que le CC menace les éléments fondamentaux de la vie humaine comme l'accès à l'eau, la production agricole, la santé, l'utilisation de la terre et l'environnement. Pourtant, la vulnérabilité au CC ne se présente pas de la même manière aussi bien pour les différents acteurs que pour les RN. Il résulte ainsi une multitude de réponses à ces modifications.

3^{ème} PARTIE :

VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION DU TERRITOIRE COMMUNAL

Chapitre V : Vulnérabilité de la commune au changement du climat

Le chapitre suivant a pour but d'analyser les vulnérabilités biophysique et socio-économique des acteurs locaux. Il traite la vulnérabilité actuelle et donne un petit aperçu de la vulnérabilité future à fin de mieux orienter les actions à entreprendre dans l'avenir.

1. Vulnérabilité actuelle au changement climatique de la CR. de Mariarano

1.1. Des ressources naturelles vulnérables à des degrés différents

Le tableau 9 présente la sensibilité des ressources naturelles de la zone d'étude.

Tableau 9 : Matrice de sensibilité des ressources naturelles de la CR. de Mariarano

Ressources	Risques climatiques					Indice d'exposition (%)	Classement
	Changement du régime hydrique (R1)	Augmentation de température (R2)	Cyclones plus intenses (R3)	Vents plus forts (R4)	Elévation du niveau de la mer (R5)		
Ressources forestières/végétales							
Forêts denses sèches	4	4	5	2	1	64	5 ^{ème}
Mangroves	3	3	4	3	5	72	3 ^{ème}
Raphière (<i>Raphia ruffa</i>)	4	4	4	3	2	68	4 ^{ème}
Ressources faunistiques	4	5	3	3	1	64	5 ^{ème}
Ressources fourragères (Savane)	5	4	4	4	1	72	3 ^{ème}
Ressources hydriques							
Fleuves (les affluents)	5	5	5	4	3	88	1 ^{er}
Matsabory	5	5	4	4	1	76	2 ^{ème}
Puits	5	5	3	3	2	72	3 ^{ème}
Ressources halieutiques							
Ressources halieutiques continentales	3	4	3	2	1	52	7 ^{ème}
Ressources halieutiques maritimes	1	2	5	4	5	68	4 ^{ème}
Ressources pédologiques	4	4	3	3	1	60	6 ^{ème}

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

Légende : 1 = Très peu sensible, 2 = Peu sensible, 3 = Moyennement sensible, 4 = Très sensible, 5 = Extrêmement sensible.

L'analyse globale du tableau 9 montre que les risques n'affectent pas les ressources de la même façon. Les unes sont plus exposées que les autres. Il ressort de la lecture verticale que les fleuves et les affluents sont les plus sensibles. Ils sont exposés aux risques à 88%. Suivent ensuite les *matsabory* (76%), les puits, les mangroves et les ressources fourragères (72%) avant les raphières et les ressources halieutiques maritimes (68%). Mais les terres et les ressources halieutiques continentales, respectivement à 60 et 52%, sont les moins touchés.

La lecture horizontale du tableau 9 explique par contre l'ampleur et le rythme de chaque risque sur les ressources. Elle a permis d'hierarchiser les risques (tableau n°10).

Tableau 10 : Hiérarchisation des risques climatiques selon l'impact sur les ressources

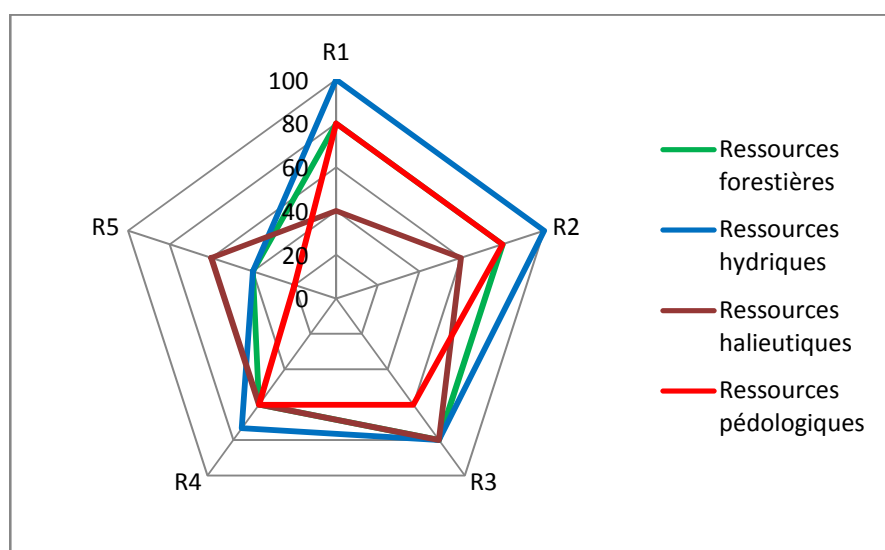
Ressources	Indice d'impact (%)				
	Changement du régime hydrique	Augmentation de température	Cyclones plus intenses	Vents plus forts	Elévation du niveau de la mer
Ressources forestières	80	80	80	60	40
Ressources hydriques	100	100	80	73	40
Ressources halieutiques	40	60	80	60	60
Ressources pédologiques	80	80	60	60	20
Indice d'impact moyen	75	80	75	63	40
Numéro hiérarchique	2 ^{ème}	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

La hausse de température a des impacts à 80% sur les ressources. Le changement du régime des pluies et les cyclones intenses impactent les ressources jusqu'à 75%. Les vents forts et l'élévation du niveau de la mer ont des impacts respectifs de l'ordre de 63% et 40%.

Ces deux niveaux d'analyse qui sont la matrice de sensibilité des ressources et la hiérarchisation des risques ont permis d'établir le profil de vulnérabilité des RN (figure 18).

Figure 18 : Profil de vulnérabilité des ressources naturelles de la CR. de Mariarano



Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

1.2. Vulnérabilité des acteurs locaux face aux bouleversements climatiques

Cette analyse tourne autour des déterminants socio-économiques : les biens et services rendus par l'écosystème, les modes et les moyens d'existence.

1.2.1. Services rendus par les écosystèmes

Les services rendus par les écosystèmes considérés dans cette étude correspondent aux cinq éléments majeurs à savoir la protection du sol, la conservation des ressources hydriques, les matériaux de construction, la collecte des produits forestiers et la disponibilité des pâturages (tableau 11).

Tableau 11 : Numérisation de la vulnérabilité des services rendus par les écosystèmes

Services	Risques climatiques					Indice d'exposition	Classement
	Changement du régime hydrique (R1)	Augmentation de température (R2)	Cyclones plus intenses (R3)	Vents plus forts (R4)	Elévation du niveau de la mer (R5)		
Protection du sol	5	3	4	2	1	60	2 ^{ème}
Conservation des ressources en eau	5	5	3	1	3	68	1 ^{er}
Matériaux de construction	4	2	4	2	1	52	4 ^{ème}
Collecte des produits forestiers*	4	4	5	1	3	68	1 ^{er}
Disponibilité des pâturages	3	4	3	2	2	56	3 ^{ème}
Total	18	14	16	6	8		
Indice d'impact	72	56	64	24	32		

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

* PFNL, ignames sauvages, bambou, miel, *raphia*, produits de chasse et bois de chauffe.

Il ressort du tableau 11 que la collecte des produits forestiers (les produits forestiers non-ligneux, les tubercules des ignames sauvages, les bois de chauffe, les gibiers, ...) et la conservation des ressources hydriques sont plus vulnérables. Leur indice d'exposition aux risques atteint 68%. Elles sont ensuite suivies par la protection du sol (60%). Les effets du changement du régime pluviométrique (R1) sur l'écosystème sont les plus sévères (72 %). Ils sont suivis par les cyclones intenses (64%).

1.2.2. Modes d'existence de la population

Les modes d'existence sont les grandes catégories d'acteur en fonction de leur activité. Ils sont fonction des zones dans le milieu d'étude. Des aspects de la vulnérabilité sociale et économique des acteurs se dégagent du tableau 12.

Tableau 12 : Matrice de vulnérabilité des modes d'existence de la population de Mariarano

Modes	Risques climatiques					Indice d'exposition	Classement
	Changement du régime hydrique (R1)	Augmentation de température (R2)	Cyclones plus intenses (R3)	Vents plus forts (R4)	Elévation du niveau de la mer (R5)		
Agriculteurs	5	4	5	3	3	80	1 ^{er}
Agropasteurs	5	3	4	2	2	64	4 ^{ème}
Eleveurs	4	4	3	2	2	60	5 ^{ème}
Ramasseurs des produits forestiers	4	3	5	3	4	76	2 ^{ème}
Exploitants forestiers*	4	4	5	2	1	64	4 ^{ème}
Pêcheurs	2	2	4	4	5	68	3 ^{ème}
Travailleurs/salariés	2	1	3	1	1	32	6 ^{ème}
Vendeurs (épi-bar, petit <i>dokany</i>)	1	1	4	1	1	32	6 ^{ème}
Autres	1	1	3	1	1	28	7 ^{ème}
Total	28	23	36	19	20		
Indice d'impact	62	51	80	42	44		

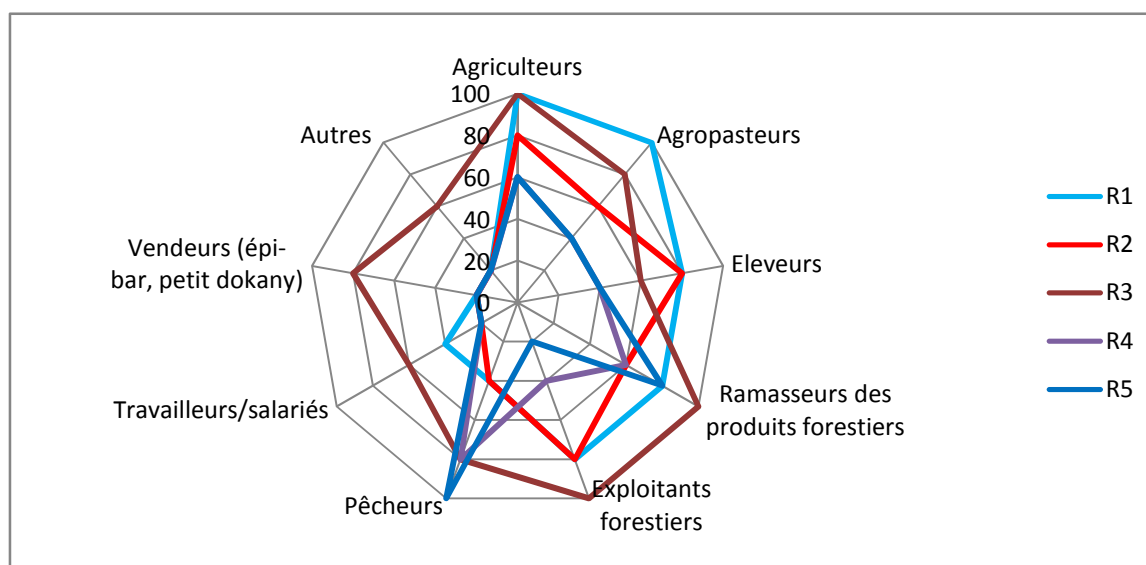
Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

* Charbonniers, bûcherons et artisans

Les agriculteurs et les ramasseurs de produits forestiers sont les plus sensibles aux risques climatiques avec de forts indices d'exposition atteignant respectivement 80 et 76%. Les pêcheurs (avec un indice de 68%) se trouvent en troisième rang et ils sont suivis par les exploitants forestiers et les agropasteurs (64%). Les tradithérapeutes ou les gens qui collectent les plantes médicinales (76%), les ramasseurs des tubercules des ignames sauvages (68%) et les apiculteurs ainsi que les collecteurs des fibres de *raphia* (64%) sont les plus sensibles. Les éleveurs sont classés vulnérables en 5^{ème} position (60%). Les travailleurs salariés et les vendeurs (32%) et d'autres acteurs (28%) qui exercent des activités moins habituelles comme les bouviers et les guides forestiers ou de chasse, sont moins exposés aux risques climatiques.

Le tableau 12 a permis de retracer le profil de vulnérabilité de chaque catégorie d'acteurs (figure 19). Les cyclones intenses (R3) représentent les risques les plus rigoureux sur les acteurs locaux. Ils n'épargnent aucune catégorie d'acteurs et impactent à 80% en moyenne. Le changement du régime pluviométrique (R1) quant à lui se trouve en seconde place. Les agriculteurs et les agropasteurs sont les plus sensibles à ce risque. Pourtant, son ampleur demeure assez forte (62%) par rapport aux autres catégories comme les éleveurs et les ramasseurs de produits forestiers.

Figure 19 : Profil de vulnérabilité aux risques des différentes catégories d'acteurs



Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

Concernant l'augmentation de température (R2), son ampleur paraît assez forte sur les communautés à activités tributaires des pluies. C'est le cas des agriculteurs, des éleveurs et des exploitants forestiers. Les deux derniers risques (R4 et R5) ont des ampleurs moyennes (aux alentours de 43%) pourtant ils frappent quelques catégories d'acteurs (54% pour R5 et 34% pour R4). Ce sont surtout les pêcheurs qui sont sensibles à ces deux risques.

1.2.3. Moyens d'existence de la communauté rurale de Mariarano

Les moyens d'existence de la population de Mariarano sont les moyens sur lesquels se basent les ménages pour vivre : la terre, les animaux et les divers produits (tableau 13).

Tableau 13 : Numérisation de la vulnérabilité des moyens d'existence des ménages

Moyens	Risques climatiques					Indice d'exposition	Classement
	Changement du régime hydrique	Augmentation de température	Cyclones plus intenses	Vents plus forts	Elévation du niveau de la mer		
Terres *	5	4	5	3	2	76	1 ^{er}
Animaux (zébus)	4	4	4	1	1	56	3 ^{ème}
Produits halieutiques	2	3	4	4	5	72	2 ^{ème}
Produits forestiers	4	4	5	2	3	72	2 ^{ème}
Produits de l'artisanat	3	1	3	1	1	36	4 ^{ème}
Produits extra-agricoles	3	1	3	1	1	36	4 ^{ème}
Total	21	17	24	12	13		
Indice d'impact	70	57	80	40	43		

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

* Rizières, terrains de culture légumineuse et vivrière

Ce sont les terrains de culture qui souffrent le plus des risques. Ils sont exposés à 76%. Ils rassemblent les rizières, les terrains de cultures maraichères et vivrières. Ils sont suivis par les produits forestiers et les produits halieutiques (72%). Les zébus et les animaux domestiques sont moyennement sensibles aux risques. Les produits extra-agricoles et les produits de l'artisanat restent par contre moins sensibles aux risques. Ils sont exposés à 36%.

Au niveau des risques, les cyclones intenses (R3) demeurent le risque le plus contraignant. Son indice d'impact atteint 80% contre 70% pour le changement du régime des pluies (R1) qui constitue le second risque menaçant les moyens d'existence de la population.

Les trois niveaux d'analyse de vulnérabilité socio-économique (services rendus par les écosystèmes, les modes et les moyens d'existence) des différentes catégories d'acteurs permettent d'hiérarchiser les différents risques que court la commune (tableau 14).

Tableau 14 : Hiérarchisation des risques climatiques selon l'impact sur la vie socio-économique

Groupes/Ressources	Indice d'impact				
	Changement du régime hydrique (R1)	Augmentation de température (R2)	Cyclones plus intenses (R3)	Vents plus forts (R4)	Elévation du niveau de la mer (R5)
Services rendus par l'écosystème	72	56	64	24	32
Modes d'existence	62	51	80	42	44
Moyens d'existence	70	57	80	40	43
Total	204	164	224	106	120
Rang	2 ^{ème}	3 ^{ème}	1 ^{er}	5 ^{ème}	4 ^{ème}

Source : Synthèse des travaux, décembre 2010.

Le tableau 14 montre que les cyclones intenses et le changement du régime des pluies restent les risques les plus forts. L'ampleur de la hausse de température est pourtant moyenne si celle des vents forts et de l'élévation du niveau de la mer reste faible.

1.3. Analyse sectorielle et cartographie de la vulnérabilité de la commune

Le présent travail tient compte de l'analyse de la vulnérabilité des secteurs d'activités de la commune afin de mieux connaître les secteurs prioritaires et de faciliter l'identification des stratégies d'adaptation cohérentes avec les axes stratégiques du SCADD. Trois secteurs tels que l'agriculture, les ressources en eau et la foresterie sont considérés comme très sensibles au CC. Les risques qui agissent sur ces secteurs ont d'ampleur assez forte. Les secteurs élevage, santé et pêche sont par contre assez sensibles avec une ampleur de risques moyenne et pour le reste, l'ampleur des risques demeure assez faible (tableau 15).

Tableau 15 : Sensibilité des secteurs aux risques climatiques

Secteurs à risque	Sensibilité/exposition	Légende :				
Agriculture		Gradation de couleur				
Elevage						
Foresterie/Biodiversité						
Ressource en eau						
Santé						
Education		Note de sensibilité				
Habitat						
Infrastructures routières						
Pêche/Zones côtières						
		Ampleur des risques				

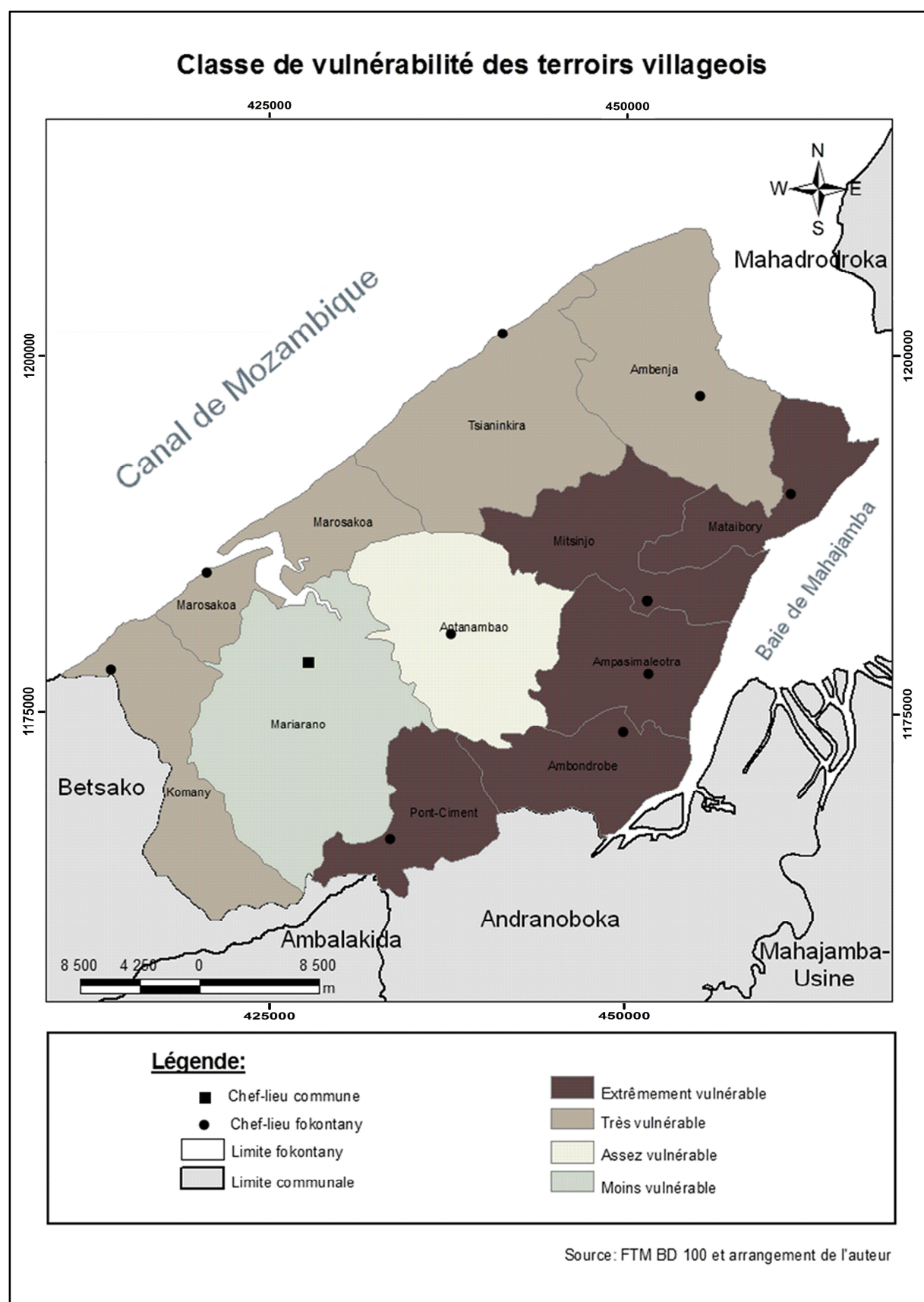
Source : Réalisation de l'auteur, janvier 201.

La cartographie de la vulnérabilité des différents terroirs villageois de la commune montre que les terroirs villageois sont différemment affectés par les risques (figure 20). La partie Est et Sud-Est de la commune sont extrêmement vulnérables aux risques climatiques. Leur indice de vulnérabilité est compris entre 0,3 à 0,12 (annexe VI.3.). La vulnérabilité est surtout déterminée par deux facteurs : une faible capacité d'adaptation de la population (0,8 à 2,2) et l'insuffisance d'infrastructures (route, infrastructures sanitaires, eau potable).

Les deux fokontany à l'intérieur de la commune sont par contre faiblement touchés par les risques. Il s'agit des terroirs de Mariarano et d'Antanambao. Cela est dû à la forte capacité d'adaptation de la population touchant respectivement les 3,8 et 4 (annexe VI.3.) et la présence des infrastructures suffisantes. Mais la partie Nord-Nord-Ouest (d'Ambenja à Komany) est très vulnérable avec un indice de vulnérabilité échelonnant de 0,20 à 0,30. Outre les facteurs de vulnérabilité considérés, la position géographique joue un rôle important. En effet, cette partie est touchée par un phénomène appelé *Surface Sea Temperature (SST)* ou élévation de la température du niveau de la mer qui est une des conséquences du CC provoquée par des phénomènes climatiques naturels comme *El Niño* et du *Dipôle de l'Océan Indien* ou *Indian Ocean Dipole - IOD*⁹ (Tierney *et al.*, 2008). Il est en phase avec les résultats de Ralinirina et Pesneaud (2009) qui affirment que l'anomalie de température de surface des mers bordières, du Canal de Mozambique et de celle des autres zones de l'Océan indien influence les précipitations.

⁹ Découvert en 1999 par Dr Toshio Yamagata, directeur du programme de recherche de variations de climat à l'Université de Tokyo, l'IOD est un phénomène du lien entre l'océan et l'atmosphère dans l'Océan Indien.

Figure 20 : Cartographie de vulnérabilité des terroirs villageois



2. Vulnérabilité future au changement du climat de la zone d'étude

Dans le but de vouloir élaborer des stratégies communales d'adaptation efficaces et durables, l'analyse de vulnérabilité future au CC s'avère nécessaire. Mais par manque de modèle, cette étude est basée sur des ouvrages récents et la littérature des projections climatiques effectuées à Madagascar.

Le climat futur est incertain mais il en relation étroite avec l'état actuel. Quelle que soit l'échelle spatiale considérée, le CC constitue un énorme défi pour le développement du fait qu'il caractérise une problématique globale présentant des incertitudes. C'est pour cette raison que la réduction de ses impacts doit être intimement liée à la politique d'aménagement du territoire. René Dubos lors du premier sommet de la Terre à Stockholm en 1972 a d'ailleurs énoncé le principe de «penser globalement et agir localement¹⁰» pour une efficacité maximum des mesures d'adaptation, d'où la nécessité de considérer le climat futur.

C'est surtout au niveau de la température que le changement sera considérable. Cette hausse sera importante au niveau des valeurs extrêmes. Quant aux précipitations et cyclones, leur intensité augmentera. Et le niveau de la mer continuera de s'accroître (tableau 16).

Tableau 16 : Synthèse des tendances observées et des projections climatiques pour la région Boeny

Zone	Tendances observées (1960-1990)	Projections
Nord-ouest de Madagascar (Région BOENY)	Température - o Augmentation de 0,1°C - o Hausse de température plus grande pendant les périodes de pluies et de transition Précipitation - o Diminution de nombre de jours de pluie pendant la saison sèche - o Augmentation de l'intensité des pluies Cyclones - o Pas de changement du nombre total, mais cyclones de forte intensité plus fréquents Elévation du niveau de la mer - o 1,6 à 2 mm par an entre 1955 à 2003	Température - o Augmentation de 1,5 à 2,5 °C en 2055 - o Hausse des températures minimales (pendant les mois de juin, juillet et août) Précipitation - o Augmentation des précipitations moyennes en 2050 susceptible de continuer en 2100, pourtant : - o Diminution des précipitations saisonnières accompagnée de forte variabilité (mensuelle et annuelle) jusqu' en 2025 Cyclones - o Pas de changement du nombre total, mais cyclones de forte intensité plus fréquents Elévation du niveau de la mer - o Vitesse du recul des côtes comprise entre 3 à 4 m par an d'ici 2100

Source : Ackermann (2010) modifié par l'auteur

¹⁰ Plate-forme 21 pour le développement durable. «Penser global, agir local», sur <http://www.plateforme21.fr/le-developpement-durable/article/penser-global-agir-local>, 13 février 2009.

Les impacts et vulnérabilité futurs au CC de la zone d'étude consiste en l'exacerbation des effets actuels. Basé sur des ouvrages récents sur le CC à Madagascar (WWF, CI *et al.*, 2008 ; Hannah *et al.*, 2008 ; Kiefer *et al.*, 2010 ; MEF, 2010a et 2010b ...), les résultats les plus concluants sur les effets futurs du CC sont résumés comme suit :

Tableau 17 : Récapitulatif des impacts et vulnérabilité futurs au changement climatique

Secteurs	Impacts et vulnérabilité futurs (région Boeny)
Agriculture et élevage	- Modification de la période végétative - Accentuation de l'érosion du sol (dû à la déforestation, aux feux de brousses ainsi qu'à l'ensablement) engendrant la perte de fertilité des sols - Accroissement du stress hydrique (notamment en saison sèche) - Recrudescence des différentes maladies animales que végétales - Basse drastique des productions (animales et végétales) - La sécurité alimentaire sera encore plus menacée d'où l'aggravation de la malnutrition
Foresterie/Biodiversité	- Migration des espèces des forêts sèches occidentales vers l'est - Augmentation de risque d'extinction des espèces (animales et végétales) provoquée par l'exacerbation de la destruction de leurs habitats, voire disparition de nombreuses espèces d'oiseaux, de lémuriens ainsi que des espèces forestières - Colonisation accrue par des espèces envahissantes - Perte considérable de la biodiversité
Ressource en eau	- Un stress hydrique accru - Une hausse de demande en eau amenant des incidences néfastes sur les moyens d'existence - Aggravation de la non maîtrise de l'eau
Santé de la population	- Recrudescence des maladies climato-sensibles : le paludisme, maladies respiratoires (IRA) ainsi que les maladies diarrhéiques d'origine hydrique
Zones côtières	- Disparition d'une partie des zones littorales dans la carte d'ici 2100 à cause de l'élévation du niveau de la mer - La vie des pêcheurs deviendrait plus difficile - Une recrudescence des phénomènes d'intrusion saline ainsi que de blanchissement des coraux - Destruction/ perte considérables de faune et flore des mangroves

Source : Réalisation de l'auteur, novembre-décembre 2010

L'accroissement du stress hydrique serait le problème le plus grave que le secteur agricole et élevage fait face. Il va favoriser la recrudescence des maladies aussi bien animales que végétales, ce qui accentuerait la baisse des productions et l'insécurité alimentaire. Il en va de même pour le secteur santé publique. On projette la recrudescence des maladies sensibles au climat (paludisme, IRA, maladies diarrhéiques). Dans le secteur forêt et biodiversité, la migration des espèces autochtones et la prolifération des espèces envahissantes entraîneraient une perte considérable de la biodiversité. Et au niveau des littoraux, la vie des pêcheurs deviendra de plus en plus difficile.

Chapitre VI :

Stratégies d'adaptation au changement du climat du territoire communal de Mariarano

Sont recensées et évaluées dans ce chapitre les réponses locales aux effets néfastes du changement du climat. Il procède ensuite aux perspectives d'adaptation à intégrer le SCADD.

1. Mesures d'adaptation aux modifications climatiques prises par la population locale

1.1. Inventaire des pratiques d'adaptation développées par les acteurs locaux

Chaque catégorie d'acteurs a au moins une réponse à un risque mais ce travail a essayé de recenser les stratégies endogènes d'adaptation les plus courantes dans la commune.

1.1.1. Les agriculteurs et les éleveurs agissent

Les pratiques majeures sélectionnées selon leur importance par les agriculteurs sont la modification du calendrier agricole et des techniques culturales (86%), l'essai de pratique de nouvelles cultures (65%), les plantations agricoles et leur commercialisation (51%).

La modification du calendrier cultural consiste en l'abandon du calendrier agricole empirique qui n'est plus opérationnel au profit d'un nouveau calendrier (tableau 18) que les paysans expérimentent pour riposter au changement en cours.

Tableau 18 : Evolution du calendrier agricole des principales cultures à Mariarano.

	Calendrier cultural classique												Calendrier cultural réadapté											
Cultures/Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Vary asara</i> (riz pluvial)																								
<i>Vary atriary</i> (riz intermédiaire)																								
<i>Vary jeby</i> (riz irrigué)																								
Maïs <i>asara</i> (pluvial) Manioc																								

Source : Enquêtes sur terrain, juillet-août 2010

Legende : Préparation du sol Repiquage/plantation Récolte

L'adaptation du calendrier agricole est adoptée surtout pour répondre aux risques tels que le démarrage et l'arrêt précoce des pluies. Elle concerne toutes les opérations culturales. Les paysans mettent du retard dans la mise en place des cultures. Au lieu de commencer les travaux de *vary asara* en mois de décembre, voire vers mi-novembre il y a de cela 50 ans, ils attendent les pluies de janvier pour préparer le sol.

La date de semis connaît ainsi un net décalage par rapport à la situation ancienne. En effet, plus du 2/3 des paysans interrogés font les semis à partir de la deuxième décade du mois de janvier (alors qu'il se faisait jadis vers mi-décembre) tandis que le reste se consacre à des semis allant de la fin décembre à la deuxième décade de janvier. Ce dernier pourrait devenir des semis à risque du fait que les semis du mois janvier auraient une forte probabilité de réussir par rapport à ceux effectués précocement. D'ailleurs, les risques de rupture ou de faux départ des pluies sont très élevés durant le mois de décembre lors des dix dernières années.

L'adaptation des techniques culturales concerne avant tout la culture de riz du fait qu'elle «constitue un fait culturel à Madagascar» comme précise le Pr. Joselyne Ramamonjisoa¹¹. Elle consiste en la pratique des semis échelonnés et du ressemis, l'utilisation des variétés améliorées et l'irrigation des champs de culture.

Les semis échelonnés et le ressemis sont des pratiques courantes. La technique d'échelonnement consiste à semer à des dates différentes la même culture sur deux parcelles différentes, voire sur une seule parcelle. Elle se fait souvent sur des décades différentes. Son avantage réside dans le propos paysan qui stipule que «Si l'un échoue, l'autre s'en sort». C'est à la fois une gestion temporelle et spatiale des risques puisqu'elle permet de faire face à l'incertitude au niveau de la mise en place de la saison pluvieuse et à la mauvaise répartition des pluies. Le ressemis sert à pallier le problème engendré par la saison sèche persistante en début de la saison agricole et à s'adapter à la persistance des faux départs des pluies. Dans la plupart des cas, les paysans ressèment pendant les deux premières décades du mois de février.

L'utilisation des semences améliorées commence aussi à avoir de la place. Depuis ces trois dernières années, quelques paysans cultivent du manioc (*Manihot ultissima*) de six mois à la place de ceux *taona raiky* (littéralement traduit en une année). Ce sont surtout les paysans ayant des relations avec les populations des communes environnantes qui adoptent cette pratique. On y trouve entre autre de variétés de riz améliorées à savoir les «*kalila*», «*tsipala*», «*tsimahatrosa*» (PDFIV *et al.*, 2003) mais faute de semences, peu de gens les utilisent.

¹¹ Professeur titulaire au département de Géographie, Université d'Antananarivo, interviewé par l'Express de Madagascar (voir www.inforiz.net).

L'irrigation des champs de culture concerne surtout la riziculture et le maraîchage pour faire face aux risques de retard, arrêt précoce et rupture des pluies ainsi qu'à la mauvaise répartition des pluies et pour maintenir le rendement. Elle se fait avant tout par usage de l'utilisation de l'eau de surface avec les rivières, leurs affluents et les *matsabory*. Au niveau des cours d'eau, les paysans construisent des diguettes en sable consolidées par des tiges et feuilles mortes (photo 4) pour orienter le sens de l'eau vers les champs. Ils font ensuite un simple canal d'irrigation suivant la courbe de niveau pour conduire l'eau dans les champs.

Photo 4 : Diguettes en sable fortifiées par des tiges et feuilles mortes dans le lit d'un cours d'eau



Source :
Cliché de l'auteur,
juillet-aôut, 2010.

Les paysans qui n'arrivent pas à réaliser ces ajustements ne produisent qu'une seule espèce de riz (*vary asara*) ou abandonnent totalement la riziculture au profit des cultures sèches, des plantations agricoles ou autres activités plus rémunératrices comme la fabrication du charbon, la coupe et la vente des bois. Ils savent bien que ces activités ne sont pourtant pas durables mais «il leur faut pour survivre» comme souligne leur propos.

L'essai de pratique de nouvelles cultures commence à dominer l'espace agricole des villages. L'intensification de l'agriculture s'est accrue depuis l'arrivée des migrants qui sont divisés en trois catégories (anciens, nouveaux et saisonniers) selon Raharimalala (2009). Outre la riziculture et les cultures sèches, de nouvelles cultures se sont actuellement développées dans les terroirs villageois depuis ces dix dernières années. Il s'agit des cultures d'oignons, d'arachide, de haricot et de taro ou *Colocasia esculenta*. Cette dernière pousse bien dans la zone mais par manque de vulgarisation, peu de ménages la pratiquent.

Les cultures maraîchères sont surtout exercées par les femmes. Elles constituent à la fois une source de rendement permettant de faire face au manque de nourriture et une source de revenu supplémentaire servant à combler le manque de vivre durant la période de soudure sèche. Les champs maraîchers offrent aussi aux cultures une terre plus riche.

Pour protéger les cultures, les paysans réalisent des jardins maraîchers (photo 5) où ils associent différentes variétés (tomates, oignon, brèdes comme *felimafana* et *felibe*). Cette association permet de minimiser les risques et le jardin facilite l'entretien du sol et le contrôle des cultures vis-à-vis des sangliers ou des bétails en divagation. On utilise des pesticides pour tuer les insectes. On irrigue les champs pour faire face à l'irrégularité et au manque de précipitation. Les femmes arrosent pour pallier le manque d'eau engendré par l'allongement de la saison sèche. Face à la baisse de rendement agricole, les agriculteurs augmentent la surface cultivée dans le but d'accroître la production.

Photo 5 : Un jardin maraîcher avec une association des variétés (village d'Antsangabe)



Source :
Cliché de l'auteur,
août, 2010.

Les plantations agricoles et commercialisation des produits d'arbres fruitiers constituent des pratiques nouvelles à Mariarano. Les habitants vivaient essentiellement de la cueillette. Actuellement, environ 32% des ménages essaient de vendre les fruits cueillis tels que les mangues, les *finesy* (fruits d'*Antocarpus integrifolia*), les bananes et les *mokonazy* (fruits de *Zizyphus jujuba*). Ils les vendent la plus part du temps lors du jour des marchés locaux (jeudi à Mariarano et dimanche à Antanambao), mais d'autres gens les amènent vers les communes périphériques, voire dans la ville de Mahajanga où ils peuvent les vendre plus chers. Ces produits ont entre autre un double rôle car ils sont à la fois un complément d'aliment et un surplus de revenus.

Depuis ces dix dernières années, la population commence à donner plus d'importance aux cultures fruitières. On retrouve de plus en plus de cannes à sucre qui est la plus répandue (Annexe VI.4), cocotiers, orangers, bananiers et citronniers sur les parcelles de production des paysans. La culture des essences fruitières constitue un soutien de revenu assez important.

On rencontre à Mariarano quelques usines traditionnelles qui transforment la canne à sucre en sucre de façon traditionnelle (*siramamy gasy*) et en rhum local appelé (*betsabetsa*).

La transformation se fait manuellement et toute personne apte à travailler peut y contribuer (photo 6). Ce qui permet à une personne de toucher 1500 ariary en moyenne en une journée. Pour le producteur, une récolte peut fournir 500 litres en moyenne alors que le litre est vendu en raison de 600 ariary.

Photo 6 : Une femme en train de travailler dans l'usine traditionnelle de transformation de cannes à sucre



Source :
Cliché de l'auteur,
août, 2010.

Face aux problèmes d'abreuvement et d'aliments des bétails engendrés par les risques climatiques, les éleveurs de Mariarano ont développé un certain nombre de stratégies : la protection et réserve de « *kijana* » pour la période sèche persistante, la transhumance avec modification des couloirs de passage et confier les bétails aux bouviers.

90% des pasteurs affirment avoir réservé un *kijana* (terrain de parcours) pour la période sèche où les pâtures naturelles sont devenues médiocres. Ils clôturent les terrains libres (souvent couverts d'arbustes) où les herbes sont encore susceptibles de pousser. L'enclosure est faite avec des tiges de *Zizyphus jujuba* (photo 7) ou autres arbres plus résistants pour que les bovins des autres éleveurs ne puissent pas y entrer.

Photo 7 : Une réserve de *kijana* dans le village d'Antanandava (fokontany de Mariarano)



Source :
Cliché de l'auteur,
octobre, 2010.

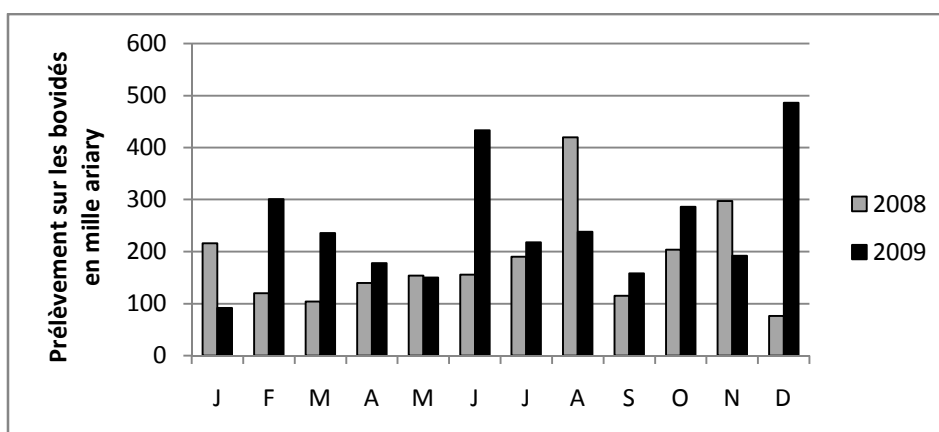
Le tarissement précoce des points d'eau incitent les éleveurs à développer un autre mode de vie qu'est la transhumance. Les anciens itinéraires ne conduisent plus les bétails à des points d'eau fonctionnels, d'où la modification des couloirs de passage. Ce fait encourage le propriétaire à confier ses zébus à un bouvier. Ce dernier constitue un métier rémunérateur du fait qu'outre la nourriture, il gagne une tête de zébu par an. De plus, la majorité des bouviers sont des jeunes adolescents, ce qui pourrait freiner leur migration.

D'autres alternatives telles que l'association élevage-agriculture, le petit élevage et la vente des zébus sont aussi pratiqués. Jadis, les habitants de Mariarano étaient des *Sakalava*. Ils sont considérés comme *semi-nomades* du fait qu'«ils sont plutôt bouviers qu'agriculteurs» (Sibree, 1881 cité par Ackermann, 2004). Mais actuellement, plus de la moitié de la population pratique à la fois l'agriculture et l'élevage pour améliorer les revenus et satisfaire leurs besoins.

Le développement de petit élevage est aussi une mesure prise par la population afin de réduire la pression croissante sur les ressources naturelles (notamment forestières et halieutiques) d'une part, et d'avoir un complément d'aliment ainsi qu'un peu d'argent d'autre part. L'élevage de canards, de dindes et de caprins sont les plus répandus dans la commune.

Mais la vente des zébus demeure une des mesures la plus courante. Appelée aussi «mode de gestion économique» (Tsirahamba, 2000), elle permet un accès rapide à l'argent en cas de difficulté (maladies, décès ou perte de production causée par les événements extrêmes). Ainsi, la situation de vente des bovins ne cesse d'augmenter ces dernières années (figure 21).

Figure 21: Evolution du prélèvement sur la vente des bovidés dans la commune (2008-2009)



Source : Entretien avec M. Herizo Razafindrakoto, Chef d'Arrondissement CR. Mariarano, octobre 2010.

La vente des zébus a connu une hausse de 26% en 2009 par rapport à celle de 2008. Si elle se faisait surtout durant la période sèche avant 2008, actuellement, elle est aussi réalisée lors de la période de soudure (saison des pluies) pour combler le manque des vivres.

1.1.2. Les pêcheurs face aux effets des perturbations climatiques

Les pêcheurs utilisent des nouveaux matériels de pêche ou des engins plus améliorés.

L'évolution des techniques est passée des engins simples et archaïques à ceux plus améliorés et de l'abandon petit-à-petit des pratiques à pied au profit de celles en pirogues. Confirmé par Bautil, Ardill *et al.*(1991), les engins de capture les plus utilisés étaient le filet maillant et la ligne à main même si on trouvait la nasse, le barrage et l'épervier. Actuellement, les pêcheurs ont plusieurs choix car il existe suffisamment de matériels (Annexe VI.5.).

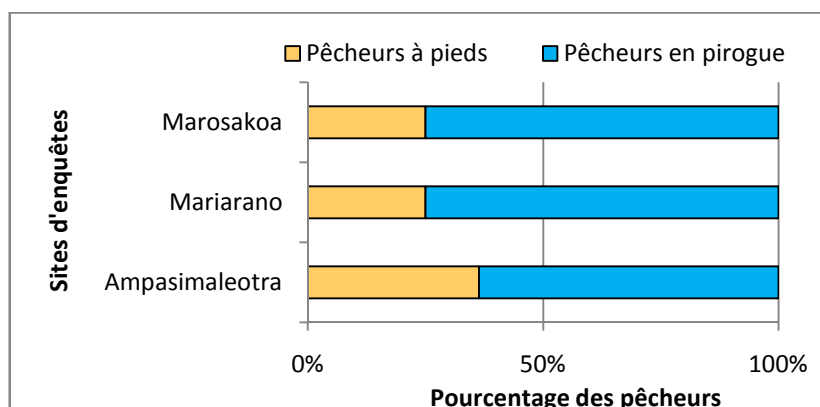
L'utilisation des engins à petites mailles s'est accentuée alors qu'ils sont prohibés. Ils sont très contraignants pour la pérennisation des ressources halieutiques car ils n'épargnent ni les alevins, ni les œufs de certaines espèces. C'est le cas du *sihitra* (filet moustiquaire) et du filet *kopiko* (à dimensions plus réduites et un maillage de poche terminale plus faible).

Plus de la moitié des pêcheurs avouent l'usage préférentiel des outils passifs comme les nasses, le *vonikanga* et le *valakira* qui leur permettent de se consacrer à d'autres activités car la pêche ne pouvait plus assurer leurs besoins. De plus, un certain nombre de pêcheurs commence à utiliser des *pôto* (une sorte de chaluts à l'étalage) alors que d'après Domalain *et al.*(2000) in *ibid*, ils n'existaient pas sur le littoral malgache jusqu'à la fin des années 1990.

On note également l'effort des pêcheurs pour une capture maximum sans penser à la durabilité. C'est le cas de l'utilisation du *fanamo* qui est interdit par la loi du fait de l'usage de poison végétal formé par un latex blanc d'*Euphorbia laro* (Le Barbier, 1908 in Andriamalala, 2007) et du *garigary* qui détruit le milieu selon Rakoto Ratsimba *et al.*(2008).

71% des pêcheurs utilisent des pirogues (figure 22) car les poissons s'éloignent. La pirogue est passée d'un type simple de taille réduite, sans bordés, ni balancier ni voile à un type assez évolué de taille plus grande, avec balancier et pouvant comporter des bordés. Pour pallier l'absence des grands arbres (*pamba*), les pirogues en bois de type monoxyle creusées dans un tronc d'arbre sont remplacées par des pirogues réalisées par un ensemble de bois.

Figure 22 : Effectif comparé des percheurs à pieds et ceux en pirogue dans les trois sites d'enquêtes



Source :
Enquetes sur terrain,
août 2010.

L'adoption et l'intensification des procédés de fumage, salage et séchage des produits ne sont pas nouvelles mais leur utilisation est devenue plus fréquente du fait que les pêcheurs n'arrivent plus à atteindre les quantités exigées par les collecteurs. Ils sont obligés de conserver les ressources capturées de manière à les sécher au soleil (photo 8), les fumer ou les saler. Selon les pêcheurs, les poissons séchés se conservent de 6 à un an mais les poissons fumés ne se conservent pas longtemps. Les poissons séchés et fumés sont consommés localement ou «*échangés contre des produits agricoles*» (Toussaint *et al.*, 1994).

Photo 8 : Procédé de séchage des poissons (village de Marosakoa)



*Source :
Cliché de l'auteur,
août 2010.*

1.1.3. Autres mesures d'adaptation développées par les communautés rurales

La mobilité est une forme d'ajustement dans l'espace. L'adaptation par mobilité concerne la quasi-totalité de la population de la zone d'étude. Pour les paysans, elle consiste à se déplacer auprès des champs de cultures pendant la saison pluvieuse pour pouvoir commencer le travail dès la tombée des premières pluies et entretenir les cultures. Les 2/3 des agriculteurs réalisent cette mesure par mobilité pour trouver des terres plus propices à leur activité pour combler la baisse de rendement. Le reste pratique la délocalisation des cultures citée par Jouve (2010). Cette délocalisation se fait soit vers des terroirs plus aptes à valoriser les pluies soit vers les zones où s'accumulent les eaux de ruissellement (bas-fonds).

Pour les pêcheurs, la mobilité a un double aspect. L'un correspond à la recherche des zones encore favorables à la pêche. Les pêcheurs entrent ainsi chez lui chaque soir. Et l'autre consiste à construire une case dans la zone où ils laissent leurs engins. Les pêcheurs partent ainsi du village pour rejoindre la case, ils y restent quelques jours avant de revenir au village.

Face aux dégâts causés par l'élévation du niveau de la mer, la population de Mariarano n'a d'autres solutions qu'abandonner les villages inondés et se déplacer vers d'autres villages plus sécurisés. C'est le cas des villages d'Ampasimaleotra et de Tsianikira où les habitants se sont respectivement installés dans les villages de Madirovalo et de Mankaheva.

Les plus pauvres ont recours à une stratégie de survie appelée la « pluriactivité ». C'est la diversification des activités et sources de revenus des ménages. Elle constitue une stratégie de gestion *ex-ante* des risques (Gondard-Delcroix et Rousseau, 2004) et passe souvent par le développement des activités non agricoles. On rencontre une dizaine d'activités secondaires toutes génératrices de revenus (AGR) à Mariarano. La part annuelle de ces activités varie de 72 000 à 454 000 ariary en moyenne. La pêche et la vente des zébus sont les plus rémunératrices (Annexe VI.6.). Quelques activités connexes à la forêt constituent une source de revenu non négligeable (guidage de chasse, apiculture, la fabrication de charbon de bois...). L'apiculture est la plus évoluée. Si elle demeurait jadis une simple collecte, la population lui accorde à présent plus d'entretien comme pour la fabrication des ruches.

En matière de genre, 73% des femmes font le tressage (nattes, paniers, chapeaux...). Avec les enfants et les jeunes, elles participent à la récolte des feuilles de *Cinnamomsa fragrans* (mandravasarotra) pour *Motrobe* (une usine semi-traditionnelle qui transforme les feuilles récoltées en huile essentiel). Ce dernier achète les feuilles pour 200 ariary le kilo. C'est vraiment minime mais c'est «mieux que rien» comme disent-elles. Elles pratiquent aussi la récolte des fibres de raphia ou font le petit *dokany*. Ces activités leur permettent de toucher environ de 82 000 à 156 000 ariary en moyenne en une année.

Les différentes crises (y compris la crise climatique) traversées par le monde rural ont généré «la mise au point de tactiques pour essayer de s'en sortir¹²». Ces tactiques consistent en la pluriactivité qui fournit des revenus supplémentaires, réduit les risques auxquels le ménage a à faire face et constitue une survie des plus démunies.

Pour remédier au démarrage tardif des pluies, les habitants de Mariarano réalisent un culte villageois appelé «*Mangataka mahalena*», littéralement traduit «demander les pluies». C'est un rituel pour faire tomber la pluie. En effet, le *fanompoha* est la tradition la plus connue chez l'ethnie *sakalava*. C'est à la fois une manifestation traditionnelle sensationnelle donnant lieu à de nombreux sacrifices et à de grandes cérémonies, et un moment où les *Dieux* écoutent tous les vœux de chaque individu, d'une famille ou d'une communauté. D'autres villages réalisent le «*Mangataka mahalena*» durant le *fanompoha* et d'autres comme Mataibory et Madirovalo le font séparément. Pour ces derniers, ce moment est vraiment une journée consacrée uniquement à la demande qu'il pleuve.

¹² Rabearimanana G., Ramamonjisoa J. et Rakoto H., 1994. *Paysanneries malgaches dans la crise*. In Raison J.P. (ed.) Paris, Karthala. p161.

Deux stratégies sont adoptées pour pallier la pénurie alimentaire. Il s'agit du stockage des vivres et du changement des habitudes alimentaires. Le riz, le maïs et le manioc constituent les principaux vivres réservés et stockés pour subvenir à la période de soudure. Les quantités stockées dépendent de la saison et des types de vivre.

Les ménages ont recours aux tubercules des ignames sauvages (*masiba* et *mality* de préférence) pendant la saison pluvieuse et au *kabijabanty* en saison sèche. Mais la collecte d'*angaraoka* (*Discorea sp.*) se généralise de plus en plus ces dernières années en raison de la baisse des quantités exploitables des deux premières espèces. Jadis, la collecte de ces produits était avant tout faite par les femmes mais à l'heure actuelle les hommes y contribuent aussi pour avoir plus de quantité pour la famille (photo 9).



Dans les villages près du littoral, les gens conservent l'eau à boire. Ils creusent un puits dans le sable près d'un cours d'eau ou d'un affluent et le couvrent par des feuilles de *satrana* pour lutter contre les poussières ou d'autres facteurs pouvant polluer l'eau.

Il est à noter que quelques stratégies institutionnelles existent également dans la commune. Il s'agit du reboisement réalisé par des ONG comme l'Homme et l'Environnement qui a installé des pépinières villageoises dans les villages d'Antanambao et de Tsianikira. L'application des mesures relatives au plan d'aménagement du périmètre forestier de Mariarano élaboré par Razafy Fara *et al.*(2001) et le transfert de gestion de la forêt d'*Ankatsabe* aux COBA réalisé par la GTZ depuis 2001 ont permis de restaurer à 80% les forêts en bon état entre 2001-2006 (Langhans, 2006), de freiner le rétrécissement drastique des couvertures de la forêt et de restaurer les parties dégradées (Böld, 2009).

1.2. Evaluation des stratégies endogènes d'adaptation au changement du climat

D'un point de vue pragmatique et réaliste, les mesures développées par la population de Mariarano ne sont pas toutes efficaces. Les unes offrent des opportunités méritant d'être considérées et améliorées dans la planification communale afin de réduire la vulnérabilité et d'atténuer les effets néfastes du CC. Mais les autres présentent des limites considérables qui ne permettent pas un réel réajustement ou «une adaptation effective» comme précisent Kropp et Scholze (2010). Elles augmentent au contraire leur vulnérabilité. Une analyse fondée sur les appréciations locales sur la faisabilité, l'efficacité, la pertinence et la durabilité des stratégies a été dressée pour mieux les évaluer (Annexe VI.7.).

Il est très important de signaler que ces stratégies évoquées ont deux caractéristiques différentes. Les unes constituent à la fois des réponses développées pour affronter les variations climatiques et toutes sortes de problèmes. Et les autres forment l'ensemble des problèmes et contraintes qui affectent les moyens et les modes d'existence. Il faudrait ainsi comprendre que les bouleversements du climat n'ont fait qu'exacerber ces différents problèmes, le développement des réponses et celui des innovations dans la prise des mesures à la recherche d'un mieux-être. Quelles sont donc les mesures à prendre en compte dans l'avenir pour mieux s'adapter aux dérèglements du climat?

2. Perspectives d'adaptation du territoire communal de Mariarano

Faire en sorte que les options d'adaptation définies dans le cadre de cette étude soient en cohérence avec les axes stratégiques du SCADD exige la considération des secteurs clés de la commune à savoir l'agriculture, la foresterie, les ressources en eau, la santé et la pêche.

2.1. Adaptation de l'agriculture, de l'élevage et des ressources en eau à Mariarano

Trois mesures sont proposées pour répondre au risque d'excès pluviométrique : le reboisement des versants qui contribuera au moins à la restauration des sols, freiner toute forme d'érosion en amont et lutter contre l'ensablement des rizières en aval ; la lutte contre l'ensablement des rivières consistant en la protection des forêts rizicoles permettra non seulement de limiter la forte vitesse de ruissèlement des pluies mais aussi d'empêcher les eaux de pluies à amener les sables dans les rizières (bas-fonds) ; et le réajustement par la mise en valeur des plaines au profit des cultures et de l'installation des nouveaux villages.

Pour répondre à l'augmentation de température, au retard et à l'arrêt précoce des pluies, il faut construire des barrages permettant aux paysans d'accéder à l'eau d'irrigation, promouvoir les variétés à cycle court et utiliser des semences adaptées au climat local. L'appui par la commune à l'intensification de la production agricole à travers la distribution d'intrants, l'acquisition des matériels agricoles et des produits vétérinaires est sollicité par les paysans. Ils souhaitent avoir un «lehibehim-bokatra» (un chef agricole) dans la commune. Toutes ces mesures offriront aux paysans la possibilité d'augmenter le rendement agricole, d'améliorer la vie ainsi que de réduire leur vulnérabilité aux conséquences néfastes du CC.

Trois orientations sont offertes pour adapter le secteur élevage : l'élaboration d'une convention entre les agriculteurs et les éleveurs, l'application des DINA pour éviter toute forme de conflits sociaux, la mise en place d'un vétérinaire fixe et la construction des abreuvoirs. Cette dernière permet aux bétails de ne pas parcourir une dizaine de kilomètres ni de boire de l'eau polluée susceptible de les contaminer.

Pour les ressources en eau, la gestion durable de l'eau à travers le regroupement des associations des usagers de l'eau (AUE) est impérative. Aucune AUE existe dans la commune jusqu'à maintenant. Les groupements ayant intérêt à la protection des sources et des plans d'eau seront ainsi les COBA potentiels. La couverture des besoins des populations en matière d'approvisionnement en eau potable est aussi recommandée. Il s'agit de satisfaire les besoins en eau en créant de nouveaux puits dans les zones à nappe phréatique encore en bon état.

2.2. Options d'adaptation du secteur foresterie et biodiversité

Les efforts à prendre dans le secteur forêt devraient centrer sur la gestion des ressources naturelles en maintenant et restaurant la connectivité des écosystèmes pour la création et le maintien des corridors forestiers, en tenant en compte la répartition des espèces et en s'assurant que la demande humaine soit considérée. Pour y arriver, il faudrait:

- promouvoir le transfert de gestion des forêts aux COBA y compris pour les parties de forêts encore en bon état comme les forêts sèches, les forêts rupicoles, les mangroves ainsi que les zones raphières). Cette action va permettre la réhabilitation et la régénération naturelle des forêts dégradées dans le cadre de TGRN (Transfert de Gestion des Ressources Naturelles) ;
- reboiser des espèces autochtones le long de la rivière Mariarano et ses affluents. Il s'agit surtout du *raphia* et des arbres fruitiers aux alentours des cultures près de la rivière.
- établir un mode de gestion des activités connexes à la forêt en promouvant les filières issues de ces activités (pêche, bois énergie, artisanat et apiculture) ;

- et promouvoir les activités d'IEC (Information Education et Communication) sur le CC, les lois concernant la chasse, la déforestation et les feux de brousse. Quant à ces derniers, l'accent devrait être mis sur le renforcement de la capacité de gestion des feux, surtout que le «Komity miaro ny motro» (Comité de gestion des feux) de la commune est déjà mis en place.

2.3. Mesures à prendre dans le secteur santé de la population et perspectives d'adaptation du secteur pêche et des zones côtières de Mariarano

Pour améliorer leur santé, la réhabilitation du CSB II de Mariarano paraît raisonnable. Il est ainsi question d'étendre le centre en construisant des salles, mettre en place des plaques solaires, un château d'eau, des toilettes et douches pour les malades. La formation des Agents Communautaires (AC) pourrait aussi aider la population à confronter la grande distance entre les centres et les villages. L'amélioration de l'évacuation des malades, par l'appui des moyens de transport (vedettes, ambulances) pour se mobiliser vers la ville de Mahajanga, permettra de sauver plusieurs vies et surmonter les problèmes de déplacement en saison des pluies.

Trois pistes d'adaptation sont suggérées pour améliorer la vie des littoraux. On devrait adopter la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) afin de conserver les ressources et d'améliorer la vie des pêcheurs. Cette stratégie concerne le transfert de gestion des forêts de mangrove et la promotion de l'aquaculture entre la mangrove et la terre ferme. Il faudrait également mettre en place un système d'alerte précoce facilitant le partage d'informations du fait que la population est très vulnérable aux cyclones tropicaux. Le développement de l'écotourisme pourrait aussi aider à réduire la vulnérabilité des littoraux.

Conclusion partielle

Cette étude a permis de faire ressortir les aspects de la vulnérabilité au CC des ménages et du milieu d'étude et les mesures entreprises pour y faire face. Les conséquences du changement climatique n'affectent pas les populations ni les ressources au même degré. Leur vulnérabilité est fonction de leur situation sociale, économique, financière, voire géographique et l'ampleur des risques. Ceux qui ont des revenus faibles et sont dépendants des ressources naturelles sensibles aux risques sont ainsi les plus vulnérables. Les acteurs ont essayé de trouver des réponses à ces différents problèmes. Ces mesures passent par des changements (habitudes, comportements, techniques, espace, ...) à de simples innovations permettant de surmonter les différents problèmes que la communauté rurale confronte. Elles intègrent ainsi de manière anticipée les différentes contraintes liées au CC. Elles sont nécessaires et apportent leur contribution à la solution du problème posé même si elles ne sont pas toutes efficaces.

CONCLUSION GENERALE

Le réchauffement planétaire est actuellement une préoccupation pour toute la communauté internationale. Ses incidences n'épargnent aucun espace géographique (du global au local). Il n'est plus question de chercher à connaître si ce réchauffement constitue une théorie ou une hypothèse de science expérimentale car le fait est que les effets affectent drastiquement les vécus quotidiens et précarisent d'avantage les conditions de vie de plusieurs personnes. L'adaptation au CC est une nécessité absolue vers laquelle les pays en voie de développement comme Madagascar doivent se rendre hâtivement. C'est dans ce contexte que cette recherche s'est effectuée pour fournir tous les éléments nécessaires à l'intégration du concept d'adaptation dans la planification de développement. Ce concept vise à prendre en compte la contrainte climatique au cœur des processus de décision à une échelle choisie pour garantir un meilleur cadre de vie.

L'étude de cas de Mariarano à travers l'élaboration de son Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable (SCADD) offre un cadre spatial idéal pour l'exercice de ce concept d'adaptation en raison des enjeux que présentent son milieu naturel et la société. Fondée sur la participation des populations locales, la méthode est interdisciplinaire conciliant les sciences humaines et les sciences naturelles, ce travail montre qu'il est bien possible de prendre en compte l'adaptation dans la planification communale pour réduire les effets néfastes du CC. La formulation des stratégies d'adaptation au CC à intégrer dans le SCADD passe d'abord par une observation, une description et une étude de la perception locale du climat et son évolution. Ces perceptions devraient être comparées aux observations scientifiques. De façon opérationnelle, l'étude de perception correspond à la mobilisation des vécus et savoirs traditionnels de l'évolution climatique. Puis, la combinaison des ces savoirs traditionnels aux acquis de la science facilite l'identification des risques climatiques, les impacts liés à chaque risque et les différentes réponses prises par les acteurs pour y faire face. Cette étape permet de trouver une cohérence d'actions avec les axes stratégiques du SCADD. On passe ensuite à l'analyse de vulnérabilité au CC des ressources naturelles et des acteurs avant de définir les options d'adaptation à considérer dans le futur.

L'analyse des données a mis en évidence que la population locale a vécu et perçu des variations climatiques et a développé des stratégies pour répondre à leurs impacts. Leur perception de l'évolution climatique n'est pas partagée. Elle est différente selon les milieux impactés, les acteurs concernés et les risques climatiques : le retard, l'arrêt précoce et la

mauvaise répartition des pluies, la forte chaleur, les cyclones intenses, et l'érosion côtière. Elle est pourtant en concordance avec les observations scientifiques. De façon générale, le CC exacerbe les incidences que peuvent générer l'environnement et ses changements. Pour l'agriculture, la perturbation du calendrier agricole accentuée par l'accroissement du stress hydrique et la recrudescence des maladies se traduisent par la baisse drastique du rendement agricole, d'où l'insécurité alimentaire. Les activités connexes à la forêt : apiculture, artisanat, carbonisation et cueillette sont mises en danger. La vie des pêcheurs devient de plus en plus difficile. En termes de vulnérabilité, les secteurs de l'agriculture, de la foresterie, les ressources en eau sont les plus sensibles. Pour enrayer ces problèmes induits par le CC, les acteurs ont développé des pratiques d'adaptation. Il s'agit de la modification du calendrier agricole et l'essai de pratique de nouvelles cultures ainsi que de plantations agricoles pour les agriculteurs ; le changement des habitudes alimentaires et la diversification des sources de revenus pour la plupart des ménages ; l'utilisation de nouveaux matériels de pêche pour les pêcheurs, et d'autres pratiques plus culturelles et spirituelles pour la vie communautaire. Mais ces mesures prises ne sont pas toutes efficaces ni durables. C'est pourquoi il est nécessaire de considérer dans le SCADD les options adaptatives identifiées dans le cadre de cette étude.

Le cas de Mariarano affirme que l'élaboration du SCADD constitue un processus pragmatique et approprié à l'intégration de l'adaptation au changement du climat dans la planification communale. La synergie de ces deux processus est cruciale pour une politique de développement de la commune cherchant des effets à long terme.

Dans une perspective de recherche plus avancée, il aurait été intéressant de consacrer davantage de temps au développement de la méthodologie pour intégrer l'adaptation dans la politique de développement local, au coût de l'adaptation et à la stratégie de mise en œuvre des actions à mener. Cette méthodologie devrait se baser sur des approches visant à consolider le développement durable, notamment par la gestion optimale des RN, l'adaptation au CC, la préservation de l'environnement et l'amélioration des conditions de vie humaine. L'analyse d'autres attributs, dans un contexte plus réaliste, aurait permis des résultats plus intéressants.

Néanmoins, le présent mémoire offre une base solide pour la considération de la dimension «changement climatique» dans la politique de développement au niveau d'une communauté rurale dont sa vulnérabilité est fonction à la fois de sa position géographique et de sa grande dépendance aux ressources naturelles. Il s'inscrit au cœur d'un projet très ambitieux, dont on espère que les résultats seraient nécessaires, utiles et porteurs parce que les enjeux sont vraiment importants.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

1. Direction Générale de la Météorologie, 2008. *Le changement climatique à Madagascar*. 32p.
2. Duvergé P., 1949. *Principe de météorologie dynamique et types de temps à Madagascar*. Publication du service météorologique de Madagascar, n° 13, 134 p. 49 planches.
3. Leroux M., 2005. *Global Warming: Myth or Reality? The Erring ways of Climatology*. Springer-Praxis Books in Environmental Sciences, Berlin, Heidelberg, Londres, NY, 509 p.
4. MAEP, 2003. *Monographie de la région de Mahajanga*. 152 p.
5. MEF, 2010a. *Convention Cadre des Nations Unies sur le changement climatique. Deuxième Communication Nationale*. 161 p.
6. MEF, 2010b. *Politique Nationale de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC)*. 9 p.
7. MEEF, 2006. *Programme d'Action National d'Adaptation au Changement Climatique (PANA)*, 56 p.
8. MEEFT, 2000. *Convention Cadre des Nations Unies sur le changement climatique. Communication Nationale Initiale*. 96 p.
9. PRDR – *Plan Régionale de Développement Rural - Boeny*. 2007, 137 p.
10. Rabearimanana G., 1994. *Le Boina* in RAISON Jean-Pierre (ed.) Paris, Karthala. p.15-149.
11. Rabearimanana G., Ramamonjisoa J. et Rakoto H., 1994. *Paysanneries malgaches dans la crise*. In Raison J.P. (ed.) Paris, Karthala. 385 p.
12. République de Madagascar – Ministère de l'Environnement, 2001. *Plan d'Action National pour la Lutte Contre la Désertification (PAN-LCD)*. Madagascar. 72 p.
13. Riquier J., 1963. *Formules d'évapotranspiration*. I.R.S.M Tananarive. p.33-50.
14. Tadross M., Rabefitia Z., Yip Z. et Randriamarolaza L., 2008: *Climate change in Madagascar; recent past and future*. Climate Systems Analysis Group, South Africa and National Meteorological Office. 17 p.

Ouvrages spécifiques

15. Ackermann K., 2004. *Elaboration de recommandation d'aménagement pour les forêts secondaires dans le Nord-Ouest de Madagascar*, GTZ Tropical Ecology Support Programm, 134 p.
16. Andriamalala C.A.J, 2007. *Etude écologique pour la gestion des mangroves à Madagascar - Comparaison d'une mangrove littorale et d'estuaire à l'aide de la Télédétection*. Rapport d'étude, Université de Bâle, Suisse. 280 p.

17. Böld S., 2009. *Management transfer of forest resources in north-west Madagascar - Outline of forest management transfer impacts on livelihood and local natural resources in the commune Mariarano*. University of Applied Sciences in Eberswalde, Germany. 51 p.
18. Langhans C., 2006. *The impact of forest management transfert on the livelihood in Mariarano, north-west-Madagascar*. A Master Thesis. The German Agency for technical cooperation GTZ in Madagascar and Wageningen University in the Netherlands.
19. PDFIV, Association TANYFA, Commune Rurale de Mariarano et GTZ, 2003. *Replanification de la commune rurale de Mariarano*, Tome I. 48 p.
20. Raharimalala Z.A., 2009. *Contribution à la mise en place du Schéma d'Aménagement Communal (SAC) dans la commune rurale de Mariarano, district de Mahajanga II, Région Boeny*. Mémoire de Maîtrise en Géographie, FLSH, Université d'Antananarivo. 95 p.
21. Rajoelison L.G., Rakoto Tatsimba H., Rakotomalala L., Rakotondrasoa L.O. Randrianirina M. et Ratovo O., 2009. *Inventaire de biomasse et quantification de carbone dans la forêt dense humide de haute ramena et dans la forêt dense sèche et les mangroves de Mariarano*. ESSA, LRA, Université d'Antananarivo. Rapport final. 87 p.
22. Ramamonjisoa B., Rabemananjara Z., Ranjatson P., Rabefarihy H. et Rakotoson S., 2009. *Etude socio-économique dans le cadre du projet REDD-FORECA – Sites Haute Ramena (région Diana) et Mariarano (région Boeny)*. ESSA, LRA, Rapport final. 49 p.
23. Razafy Fara L., Oliarijao R. et Rakotomaharo N., 2001. *Plan d'aménagement du périmètre forestier de Mariarano*. ESSA, Département des Eaux et Forêts, Antananarivo. 54 p.
24. SCADD – *Schéma Communal d'Aménagement pour le Développement Durable de la Commune Rurale de Mariarano*, 2010. Draft préliminaire.

Revues et articles

25. Adger W.N., 2003. *Social Aspects of Adaptive Capacity*. In *Climate change, adaptive capacity and development*. Londres, Imperial College Press. pp. 29-49.
26. Burton I., Huq S., Lim B., Pilifosova O. et Schipper E., 2002. *From Impacts Assessment to Adaptation Priorities: the Shaping of Adaptation Policy*. Climate Policy, vol. 2. pp.145-159.
27. CBD, 2007. *La diversité biologique et les changements climatiques*. Journée internationale de la diversité biologique. 41 p.
28. CCNUCC - *Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*, 1992.
29. Gondard-Delcroix C. et Rousseau S., 2004. *Vulnérabilité et Stratégies durables de gestion des risques: Une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar*. Développement durable et territoires, Dossier 3. pp.17. URL : <http://developpementdurable.revues.org/1143>

30. Hannah L. et al., 2008. *Climate change adaptation for conservation in Madagascar*. Biology Letters 4, pp.590–594.
31. Jouve P., 2010. *Pratiques et stratégies d'adaptation des agriculteurs aux aléas climatiques en Afrique subsaharienne*. In *Grain de Sel* n°49, janvier-mars 2010. pp.15-16.
32. Kiefer I., Lopez P., Ramiarison C., Barthlott W. et Ibisch P.L., 2010. *Development, biodiversity conservation and global change in Madagascar*. In Ibisch, P.L. & A. Vega E., T.M. Herrmann (eds.) 2010. *Interdependence of biodiversity and development under global change*. Technical Series No. 54. Secretariat of the CBD, Montreal. pp.59-83.
33. Peyrusaibes D., 2010. *Le film du temps en Imerina (Madagascar):dialogue entre lecture paysanne et lecture «scientifique»*. In *EchoGéo*, N° 11|2010.<http://echogeo.revues.org/11667>
34. Rabefitia Z. et Andriamampianina C., 1999. Tendances des températures moyennes et des précipitations annuelles à Madagascar. In *Mada-Géo* n°5. pp.8-14.
35. Ralinirina F.N. et Pesneaud F., 2009. *Variabilité interannuelle des pluies de la première moitié de la saison pluvieuse des deux régions climatiques : les hautes terres et le sud de Madagascar*. In *Geographia Technica*. Numéro spécial, 2009.
36. Ribot J.J., Razafindrakoto D., Blancou J. et Rakotoarivelo J., 1973. *Evolution et avenir des maladies microbiennes chez les bovins à Madagascar pendant ces dernières années*. Terre Malgache, 16 (7), pp. 217-225.
37. Rossi G., 1978. *Quelques aspects des rapports karst-structure en milieu tropical*. In: *Revue de Géographie alpine*. 1978, Tome 66 N°3. pp. 337-348.
38. Smit B. et Wandel J., 2006. *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*. Global Environmental Change, No16, mars 2006. pp.282-292.
39. Stern N., 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
40. Tierney J.E., Russell J.M., Huang Y, Sinninghe Damsté J.S., Hopmans E.C., Andrew S.C., 2008. *Northern hemisphere controls on tropical southeast african climate during the past 60,000 years*. AAAS. Science Vol 322, october 2008.
41. Tompkins E.L. et Adger W.N, 2004. *Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change?* Ecology and Society, vol. 9(2).
42. WMO, 1966. *Climatic change, by a working group of the commission for climatology*. World Meteorological Organization, WMO 195, TP 100, Tec. Note n°79, pp.78.
43. WWF, 2010. *Témoignages de Madagascar - Changement climatique et modes de vie ruraux*. 30 p.

Rapports, manuels et colloques

44. Ackermann K., 2003. *The role of dry forests in Madagascar as a safety net in the rural livelihood system*. Paper presented at The International Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity, 19-23 May 2003, Bonn, Germany. 18 p.
45. Ackermann, 2010. *Tendances climatiques à Madagascar - une base pour la conception, l'intégration et le renforcement des mesures d'adaptation dans les produits du PGM-E*. 13 p.
46. AEWA, 2008. *À l'action sur les voies migratoires des oiseaux d'eau – revue du passé, vision d'avenir*. Rapport préparé par the British Trust for Ornithology (BTO).
47. Banque Mondiale, 2009. *Solutions Convenables pour une vérité peu pratique: Approches au Changement Climatique basé sur l'Ecosystème*. Direction de l'Environnement, BM.
48. Bates B. C., Kundzewicz Z.W., Wu S. et Palutikof J. P., 2008: *Le changement climatique et l'eau*. Document technique publié par le GIEC, Secrétariat du GIEC, Genève, 236p.
49. Bautil B.R.R. et J.D. Ardill, Rédacteurs, 1991. *Actes du séminaire sur l'aménagement de la pêche de crabes des mangroves (Scylla serrata) du Nord-ouest de Madagascar*.
50. CARE International, 2010. *Trousse à Outils de l'Adaptation à Base Communautaire*. Trousse à Outils Digitale – Version 1.0 – Juillet 2010. 71 p.
51. Desanker P.V. et Magadza C., 2001. *Africa*. In: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, McCarthy J. J. et al. (Eds.) Cambridge University Press, pp. 487–531.
52. EEA, 2005. *Vulnérabilités et adaptation aux changements climatiques en Europe*. Briefing N°3.
53. ENDA, CIAT, SEI et UNITAR, 2005. *Renforcement des capacités en matière d'évaluation de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation aux changements climatique-Inventaire des outils pour évaluer la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation* de Boubacar F. (ENDA-EM), 45 p.
54. FAO, 2007. *L'adaptation aux changements climatiques centrée sur les personnes: intégration des questions de parité*. Rome, Italie.
55. FIDA, 2008. *Le FIDA et le changement climatique*. Document soumis à la Consultation sur la huitième reconstitution des ressources du FIDA pour examen. Rome. 18 p.
56. GIEC, 2001. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques*. Contribution du GT I au Troisième Rapport d'évaluation du GIEC. OMM, PNUE. Cambridge University Press., 90 p.

57. GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*. Contribution des GT I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. OMM, PNUE. Genève, Suisse, 103 p.
58. IISD, UICN, Intercooperation et SEI, 2009. *CRiSTAL : Outil d'identification des risques au niveau communautaire - Adaptation et Moyens d'Existence*. Manuel de l'utilisateur. Version 4.0., 48 p. URL: <http://www.cristaltool.org/content/download.aspx>
59. Kropp J. et Scholze M., mars 2010. *Information sur le changement climatique pour une adaptation effective*, Manuel à l'intention des praticiens. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Programme sur la protection du climat. Eschborn. 56 p.
60. LEG/CCNUCC, 2004. *Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation. Une sélection d'exemples et d'exercices tirés des ateliers régionaux de préparation du PANA*. PNUD, PNUE, ENDA, Genève.
61. OCDE, 2009. *Adaptation au changement climatique et coopération pour le développement*. Document d'orientation. Editions OCDE, 214 p.
62. ONERC, 2007. *Stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques*. Paris : la documentation française, 96 p. Téléchargeable sur <http://biblioD4E.onerc.org>
63. PNUD, 2003. *An Adaptation Policy Framework and supporting Technical Papers*. New York. http://www.undp.org/cc/apf_outline.htm (consulté le 27 septembre 2010).
64. Rabearisoa L., Albrecht A. et al., 2010. *Vulnérabilité et adaptation des systèmes agraires aux changements climatiques à Madagascar*. Projet ACCA MADAGASCAR.
65. Randriamanga S., 2007. *Les variabilités climatiques malgaches vues à travers l'imagerie satellitaire*. In colloque MSG SECONDE GENERATION : un nouvel instrument de suivi de l'environnement, 13-14 Septembre 2007, Université de Bourgogne, Dijon-France, pp.20.
66. Toussaint R., Autrand M., Boixel Y., Marin J. et Chaboud C., 1994. *Etude sectorielle de la pêche et de l'aquaculture à Madagascar*. Caisse Française de Développement. 168 p.
67. Woodfine A., 2008. *L'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets en Afrique subsaharienne au moyen des pratiques de gestion durable des terres*. Guide d'orientation, version 1.0. TerrAfrica. 89 p.
68. World Bank, 2007. *Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Agriculture and Natural Resources Management Projects. Guidance Note 2: Engaging Local Communities and Increasing Adaptive Capacity*. Washington, DC. 19 p.
69. WWF, CI, MEEFT, USAID et MacArthurr, 2008. *Assessing the impacts of climate change on Madagascar's biodiversity and livelihoods*. A workshop report.

Thèses et mémoires

70. Andriamamonjy L., 2002. *L'impact du climat sur la dynamique des activités paysannes : l'exemple d'Ambohitrolomahitsy (Nord d'Antananarivo)*. Mémoire de maîtrise en Géographie, FLSH, Université d'Antananarivo. 112 p.
71. Bakri N., 2008. *Contribution à l'étude comparative et bibliographique du Comportement et de génétique chez Eulemur mongoz à Anjamena et d'Ampijoroa*. Mémoire de Master I en sciences naturelles, Université de Majunga. 43 p.
72. Donque G., 1975. *Contribution géographique à l'étude du climat de Madagascar*. Thèse de doctorat d'état. Université d'Antananarivo. 478 pages.
73. Leroux M., 1980. *Le climat de l'Afrique tropicale*. Thèse d'Etat, Université de Dijon. 3 tomes, 1427 p.
74. Nambena J., 2004. *Analyse de la subsistance paysanne dans un système de production en crise et identification participative de stratégies durables d'adaptation. Cas de Beforona, versant oriental de Madagascar*. Thèse de doctorat. Ruprecht-Karls-Universität. 236 p.
75. Rabenasolo J., 2005. *Variabilité climatique et adaptation des activités paysannes : le cas de la commune rurale de Sabotsy-Namehena (Antananarivo Avaradrano)*. Mémoire de maîtrise en Géographie, FLSH, Université d'Antananarivo. 113 p.
76. Ratsimamanga A., 2008. *Perturbations climatiques et vulnérabilité alimentaire : Evaluation et stratégies, cas du Sud de Madagascar*. Mémoire de DEA en Géographie, FLSH, Université d'Antananarivo. 67 p.
77. Tsirahamba S., 2000. *Le climat et la dynamique d'élevage bovin en pays Mahafaly. Le cas des Fokontany de Sakoatovo et d'Ankazota dans la commune rurale d'Ajeda, sous-préfecture d'Ampanihy*. Mémoire de DEA en Géographie, FLSH, Université d'Antananarivo. 113 p.

Webographie

http://developpementdurable.revues.orghttp://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php (Les Communications Nationales des parties prenantes). Consulté le 5 septembre 2010.

<http://www.cites.org> et <http://www.redlist.org> (Base de données de l'UICN).

<http://www.giz.de> (Site web de la Coopération technique allemande).

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch9.htm (Panel on Climate Change).

www.biodiv.org (Convention sur la Diversité Biologique – CBD). Consulté le 6 février 2011.

www.worldbank.org/climatechange (Banque Mondiale). Consulté le 28 décembre 2010.

ANNEXES

Annexe I : Données démographiques, sociales et économiques des ménages

1. Répartition des enquêtées dans la zone d'étude

Fokontany	Ampasimaleotra		Mariarano		Marosakoa		Total sur la commune
	M	IC	M	IC	M	IC	
∑ villages/hameaux enquêtés	4		12		7		23
Taille moyenne du ménage	6,7	6,1	6,4	5,8	6,9	6,3	6,4
∑ ménages enquêtés	24	46*	55	132*	43	64*	364
∑ population représentée	161	281	352	766	297	403	2259
Pourcentage sur la population totale	31,3	54,7	14,6	31,7	37,3	50,7	23,8

Source : Résultats d'enquêtes, décembre 2010

Légende : M : Ménages ; IC : Informateurs clés

* Ensemble des ménages interrogés directement et/ou indirectement par les informateurs clés, résidents permanents et/ou non permanents du village mais ayant connaissance du milieu (au moins 10 ans) et/ou occupant des zones périphéries (villages ou fokontany).

2. Caractéristiques démographiques, sociales et économiques des enquêtées

Variables	Modalité	Ampasimaleotra	Mariarano	Marosakoa	∑ de la zone
sexe	Masculin	49	150	82	281 (77%)
	Féminin	21	37	25	83 (23%)
Age moyen (ans)		47	54	51	51
Nombre moyen d'actifs		2,9 (45,3%)	3,4 (53,1%)	3,7 (57,8%)	3,3 (52,1%)
Statut matrimonial	Célibataire	10	11	3	24 (7%)
	Marié	54	167	96	317 (87%)
	Veuf/veuve	6	9	8	23 (6%)
Origine	Autochtone	66	141	46	253 (70%)
	Allochtone	4	46	61	111 (30%)
Lieu de résidence	Permanent	54	159	75	288 (79%)
	Temporaire	16	28	32	76 (21%)
Ethnie	Sakalava	65	144	58	267 (73%)
	Tsimihety	3	23	10	36 (10%)
	Autres*	2	20	39	61 (17%)
Religion	Animiste	59	197	61	317 (87%)
	Chrétien	0	36	4	40 (11%)
	Musulman	4	2	1	7 (2%)
Niveau d'instruction	SI ⁺	61	122	73	256 (70%)
	Primaire	10	22	29	61 (17%)
	Secondaire	0	10	5	15 (4%)
	Education NF ⁺⁺	1	18	13	32 (9%)
Activité principale	Agriculteur	7	58	22	87 (24%)
	Eleveur	40	18	4	62 (17%)
	Agropasteur	25	22	7	55 (15%)
	Exp.For ⁺⁺⁺	29	22	18	69 (19%)
	Pêcheur	22	4	36	62 (17%)
	Travailleur ⁺⁺⁺⁺	0	7	4	11 (3%)
	Autres***	0	11	7	18 (5%)

Source : Enquêtes septembre-octobre, 2010.

* Betsileo, Betsirebaka, Sihanaka, Marina, Antaisaka et Antandroy

** Charbonniers, Exploitants (forêts, mangroves), artisans, apiculteurs, chasseurs,...

*** Vendeur d'épicerie, bouviers...

⁺ Sans instruction

⁺⁺ Non Formelle

⁺⁺⁺ Exploitants forestiers

⁺⁺⁺⁺ Salarié

Annexe II : Stratégies d'atténuation des effets négatifs du CC et les projets PANA-Madagascar

1. Chronologie des mesures d'atténuation prises à l'échelle mondiale

Années	Stratégies/mesures prises
1967	Adoption du protocole de Montréal relatif à des substances appauvrissant la couche d'ozone.
1979	Première conférence mondiale sur le climat.
1988	Création du GIEC par l'OMM et le PNUE pour le suivi scientifique du réchauffement du climat.
1992	Les pays membres des Nations Unies ont ratifié la CCNUCC de Rio et décidé de prendre des mesures destinées à stabiliser les émissions de GES.
1995	120 Gouvernements se sont engagés à atteindre les objectifs de réduction des GES.
1997	Signature du Protocole de Kyoto par certains pays industrialisés (Réduction des émissions de GES de 5,2 % en moyenne sur la période 2008-2012 par rapport au niveau de 1990).
2005	Proposition d'un mécanisme pour le RED ¹³ dans les pays en développement à l'UNFCCC par la Coalition des pays à forêt tropicale humide (Montréal). - Les pays du G8 ont décidé de développer des centres climatiques pleinement opérationnels en Afrique (Sommet d'Évian) et son plan d'action a adopté une démarche élargie en matière d'efficacité énergétique et de technologies propres (Sommet de Gleneagles).
2006	Premier atelier sur le RED et les pays en développement ; discussions sur les approches politiques et questions scientifiques (Rome).
2008	Création du programme UN-REDD pour soutenir le dialogue international sur l'inclusion du REDD dans un régime climatique post 2012.

Source : Réalisation de l'auteur, janvier 2011.

2. Classement des projets PANA-Madagascar (Source : Adapté du PANA-Madagascar)

Rang	Intitulé des projets
1	Réhabilitation et/ou construction des barrages et digues de protection.
2	Mise en place et redynamisation des associations de gestion de l'eau.
3	Appui à l'intensification de la production végétale et animale ainsi qu'à la promotion de la campagne de vaccination bovine.
4	Adoption de la lutte antiérosive (techniques de défense et de restauration du sol, la stabilisation des dunes).
5	Mise en place de structure légère et/ou renforcement du Service Météo décentralisé.
6	Mise en place des infrastructures limitant l'élévation du niveau de la mer (digue, épis).
7	Remise en état des secteurs dégradés (déflation au reprofilage du bourrelet littoral, installation des brises vents/vagues,...).
8	Reboisement des zones rurales disposant de plans de reforestation avec des espèces adaptées / appropriées.
9	Promotion des transferts de gestion des forêts aux COBA (GELOSE, GCF).
10	Réhabilitation des réseaux de communication et de télécommunication pour favoriser les échanges et la commercialisation.
11	Développement de l'IEC par des supports appropriés (opération radio, système d'information)
12	IEC de la population sur les maladies liées aux climats: les causes, les mesures à entreprendre, la nécessité des moustiquaires imprégnées etc....
13	Renforcement, consolidation de la capacité des services de santé de base.
14	Dotation des ressources nécessaires pour la prévention et la lutte contre les vecteurs des maladies.
15	Élaboration, communication et application des normes en matière de conception et de construction des infrastructures.

¹³ Au départ, on mettait l'accent sur la Réduction des Emissions issues de la Déforestation (RED) avant de finir par la Réduction des Emissions issues de la Déforestation et de la Dégradation des forêts (REDD).

Annexe III : Informations sur le milieu d'étude

1. Historique de la CR. de Mariarano (Source : Enquêtes personnelles, juillet-août, 2010)

Selon les *Sojabe* lors de l'atelier final de l'étude, il existe deux versions de l'origine du nom du village qui s'appelait autrefois « *Agnalobe* » avant de changer en *Mariarano*. L'une venait du fait de l'installation des premiers habitants du village autour d'une plaine près d'un cours d'eau nommé *Ambanja* qui entraînait l'inondation du village et la destruction des cultures lors des périodes des crues. Ces phénomènes ont obligés les populations à s'implanter dans un endroit plus élevé le plus proche : à *Agnalobe* (littéralement où l'ombre est très intense). Le village a pris par la suite le même nom que le cours d'eau qui y traversait : *Mariarano*.

L'autre version relevait d'un contexte plus social : l'existence des « *dahalo* » ou les malfaiteurs. Le village appelé *Ambanja* où s'installaient les populations fut souvent attaqué par ces malfaiteurs. Par conséquent, les « *olobe* » (doyens) du village ont décidé de trouver un endroit plus sécurisé pour leurs familles et ils s'installèrent dans une clairière d'une forêt si dense tout sombre intérieurement qu'ils ont appelé *Agnalobe*. Cependant, les gens devaient traverser un cours d'eau très puissant pour rejoindre les champs de culture. Ils ont ainsi nommé ce cours d'eau *Mariarano* (littéralement: *marea* veut dire puissant et *rano* signifie eau). Le village a ensuite pris le même nom que ce cours d'eau.

Administrativement, Marosakoa était le chef-lieu de Canton au temps de la colonisation, plus précisément en 1939. Vers 1960, cette circonscription administrative englobait plusieurs quartiers : Marosakoa, chef quartier regroupant Komany, Berafia et Namakia ; Mariarano, chef quartier rassemblant Ambondro ainsi qu'Antanambao ; Ampasimaleotra, chef quartier, associant Mitsinjo et Ambondrombe ; Ambenja, chef quartier regroupant Tsianikira et Mataibory.

En 1975, au temps de la 2^{ème} République, ces quartiers sont regroupés en un *Firaisam-pokontany* dont Mariarano était le chef- lieu du *Firaisana*. Et au temps de la 3^{ème} République jusqu'à maintenant, Mariarano est devenu Commune rurale deuxième catégorie.

2. Répartition spatiale du cheptel bovin dans la commune rurale de Mariarano

Localité	Nombre de tête	Localité	Nombre de tête
Ambenja	1 216	Komany	1 456
Ambondro (Fokontany Antanambao)	1 014	Madirovalo	1 160
Ambondrobe	783	Mahabo (Fokontany Ambenja)	325
Andimaka (Fokontany Mariarano)	435	Mariarano	1 824
Antanambao	1 882	Mataibory	981
Antanandava (Fokontany Mariarano)	708	Mistinjo	1 825
Berafia	314	Tsianinkira	768
Total : 14 691			

Source : Enquêtes avec le CAA, juillet 2010

3. Densités de biomasse des forêts de Mariarano

	Forêt dense sèche			Mangrove	
Strate	F1	F2	F3	M1	M2
Densité de biomasse (t/ha)	33,56	28,74	25,65	32,63	22,68
Densité de biomasse aérienne (t/ha)	25,65	12,82		22,68	11,34

Source : LRA/ESSA-Forêts, 2009 dans Rajoelison et al., 2009

Légende : F1=Forêt dense sèche peu dégradée ; F2=Forêt sèche plus ou moins dégradée ; F3=Forêt sèche dégradée ; M1=Mangroves denses ; M2=Mangroves claires.

4. Les infrastructures recensées dans la commune rurale Mariarano

Infrastructures et services existants				Fokontany desservis*	Observations
Infrastructures /services	Types	Nbr/ Qté ⁺	Secteurs d'intervention		
Route	Piste rurale	182 Km	Transport	Commune sauf 11	Pistes rurale inter-fokontany
Infrastructure sanitaire	CSB I	1	Santé	1, 2, 3, 8, 11	En bon état mais sans douche ni latrines ni d'eau potable
	CSB II	1		4, 5, 6, 7, 10	
Eau potable	Puits	32		Commune	
Ecoles	Primaire	23	Education	1, 2, 4, 5, 8, 9, 11	7 EPP, 15 écoles communautaires et 1 école privée luthérienne
Couloir de vaccination		7	Elevage	1, 2, 4, 5, 7, 8, 11	1 en fer et 6 en bois
Vétérinaire		2		Commune	
Marché	Hebdomadaire	2	Commerce	4, 6	Jeudi pour Mariarano et dimanche pour Antanambao
Hôtel	Ravinala	1	Tourisme	7	Hôtel Nathalie
Transport	Privé	2	Transport	6, 10	Une fois par semaine
Infrastructure culturelle	Terrain de foot	4	Sport	1, 4, 6, 7	
	Ringy	1		6	En <i>satrana</i>
Bâtiments publics	Bureau de la commune	1		6	Bon état
	Bureau Fokontany	4		3, 4, 6, 8	Pour le reste, le bureau se trouve chez le chef fokontany
	BIF	1	Foncier	6	Birao Ifoton'ny Fananantany
	Poste avancée	1	Sécurité	6	Non fonctionnel
	Toilettes et douches	4	Santé	6	Non utilisées par la population locale
MOTROBE	Usine semi-artisanale	3	Forêt	1, 7, 11	MOTROBE c'est une unité d'extraction d'huile essentielle de <i>Cinnamomsa fragrans</i> (mandravasarotra).
Société minière		1	Mine	3, 4, 6, 7, 10	OSCHO et Wilton Pétrolium
ONG/ Associations	VOI TANTERAKA		Forêt	6	Le COBA est appuyé par POLFOR/GTZ
	EZAKA		Forêt	Mariarano	
	Association des femmes		Agriculture, élevage	Commune	

Source : Enquêtes, juillet-août 2010 et atelier de validation communal, octobre 2010.

* 1 : Ambenja ; 2 : Ambondrombe ; 3 : Ampasimaleotra ; 4 : Antanambao ; 5 : Komany ; 6 : Mariarano ; 7 : Marosakoa ; 8 : Mataibory ; 9 : Mitsinjo ; 10 : Pont-Ciment ; 11 : Tsianikira ; + Nombre ou quantité

5. Les espèces de lémurien rencontrées dans les forêts de Mariarano (Source : Razafy Fara et al., 2001 ; SCADD, 2010)

Famille	Espèces	Nom vernaculaire	Catégorie	IUCN	Observations
Cheirogaleidae	<i>Cheirogaleus medius</i>	Matavirambo/Vokimbahibe	Nocturne		+
	<i>Microcebus murinus</i>	Ahaka/vokombahy	Nocturne		+
	<i>Microcebus ravelobensis</i>	Tsiditsidy/ Tsitsy/Vokimbahy		EN	DD
Indriidae	<i>Avahi occidentalis</i>	Tsarafangitra		VU	DD
	<i>Propithecus verreauxi cocquereli</i>	Sifaka/Tsibahaka	Diurne	EN	++
Lemuridae	<i>Eulemur fulvus</i>	Akomba joby/mainty/Varika	Diurne	VU	+++
	<i>Eulemur mongoz</i>	Dredrika	Cathémérale	VU	+
Lepilemuridae	<i>Haplemur griseus</i>	Akomba	Diurne	VU	++
Megaladapidae	<i>Lepilemur edwardsi</i>	Repahaka/Fitsidika		VU	

Légende :

+ : Rare ; L'espèce a été observée une fois dans la zone.
 ++ : Abondant ; L'espèce a été observée plus de trois fois dans la zone.
 +++ : Très abondant ; L'espèce a été observée plus de 5 fois dans la zone.
 VU : vulnérable, EN : menacé, DD : données insuffisantes.

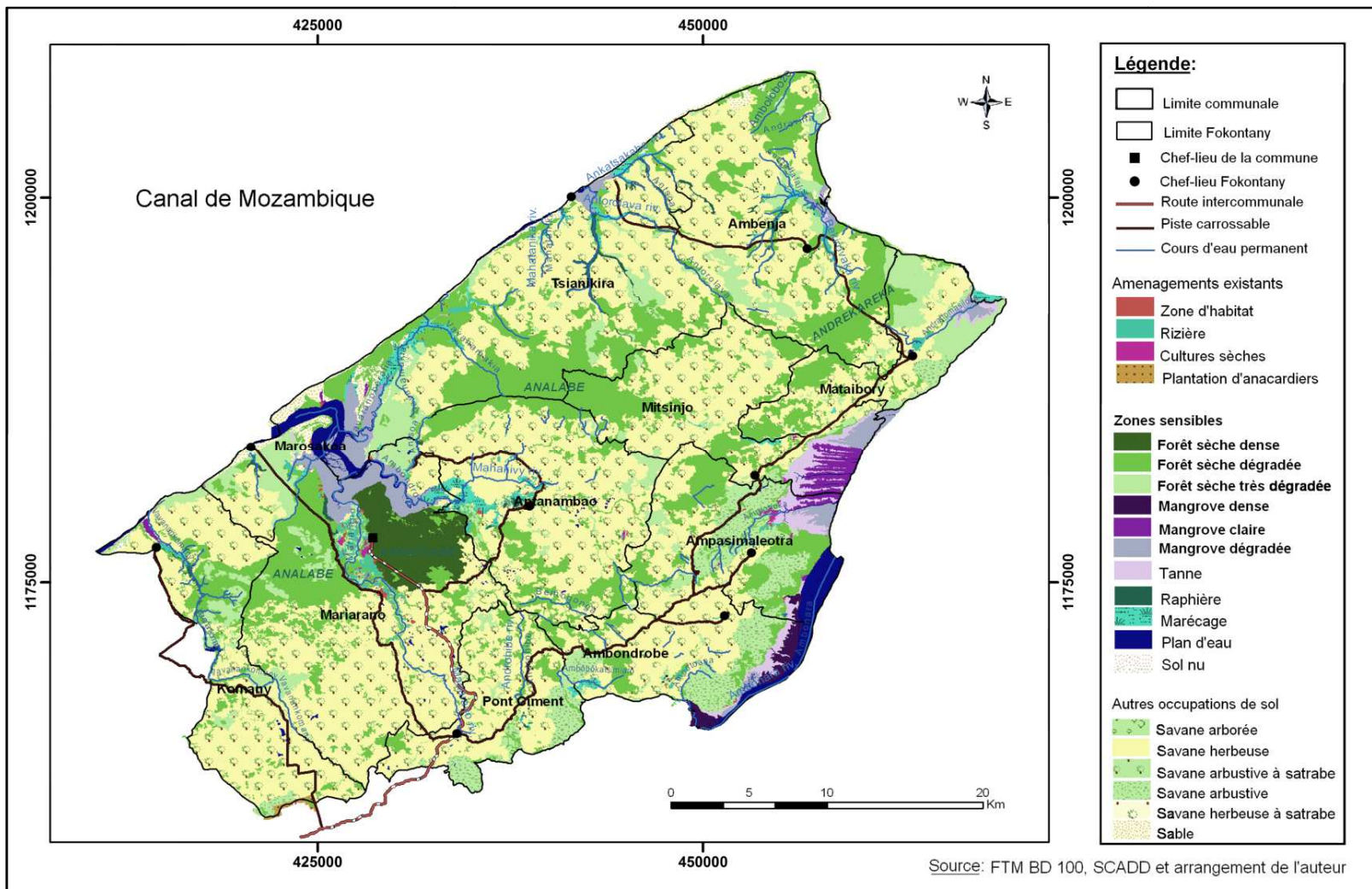
6. Quelques espèces forestières et végétales inventoriées dans la CR. de Mariarano

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille
Les essences précieuses			Les espèces dans les mangroves		
Katrafay	<i>Cedrolopsis grevei</i>	MILIACEAE	Afiaty	<i>Avicennia marine</i>	AVICENNIACEAE
Hazo malany	<i>Hamandia sp</i>	HERNANDIACEAE	Farafaka	<i>Sonneratia alba</i>	SONNERATIACEAE
Manary	<i>Dalbergia sp</i>	PAPILIONACEAE	Honkolahy	<i>Rhizophora mucronata</i>	RHIZOPHORACEAE
Varongy	<i>Ocotea sp</i>	SAPOTACEAE	Honkovavy	<i>Ceriops tagal</i>	RHIZOPHORACEAE
Ramy	<i>Canarium madagascariensis</i>	BURSERACEAE	Lovingo	<i>Lumnitzera racemosa</i>	COMBRETACEAE
Honkolahy	<i>Rhizophora mucronata</i>	RHIZOPHORACEAE	Tavela	<i>Xylocarpus granutum</i>	MELIACEAE
			Honkovavimainty	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	RHIZOPHORACEAE
			Maromamy	<i>Hiritiera littoralis</i>	STERCULIACEAE
Les espèces dans la savane			Les espèces herbacées et épiphytes dans les mangroves		
Satrana	<i>Bismarkia nobilis</i>	AREACEAE	Felisira	<i>Salicornia pechystachya</i>	CHNEROPODIACEAE
Satrana	<i>Hyphaena sahtan</i>	AREACEAE	Vondro	<i>Typha angustifolia</i>	TYPHACEAE
Satrana	<i>Medemia nobilis</i>	AREACEAE	Valomihanto	<i>Viscum sp, L</i>	VISCACEAE
Mokonazy	<i>Zizyphus jujbas</i>	RHAMNACEAE	Bararata	<i>Phragmites mauritanes</i>	POACEAE
Sakoa	<i>Poupartia sp.</i>	ANACARDIACEAE	Bararata	<i>Acrestichumaureum</i>	ANDIATACEAE
Soihy	<i>Adina microdephala</i>	RUBIACEAE	Tsomangarano	<i>Ipomea pescaaprae</i>	CONVOLOULACEAE
Danga	<i>Heteropogon contortus</i>	GRAMINACEAE	Tsomangarano	<i>Cressa cretica</i>	CONVOLOULACEAE
Vero	<i>Hypparrhenia rufa</i>	GRAMINACEAE	Takilotra	<i>Mucuna pruriens</i>	FABACEAE
Madiro	<i>Tamarindus indica</i>	FABACEAE	Vahy	<i>Derris vuginasce</i>	FABACEAE
Les non-palétuviers			Les espèces utilisées dans la médecine traditionnelle et le cordage		
Varo	<i>Thespisia populnae</i>	MALVACEAE	Indéterminé	<i>Adenia firingalavensis</i>	PASSIFLORACEAE
Varo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	MALVACEAE	Indéterminé	<i>Baphia capparidifolia</i>	LEGUMINOSACEAE
Lombiro	<i>Cryptostegia madagascariensis</i>	ASCLEPIADACEAE	Vahimaintso	<i>Vanilla madagascariensis</i>	ORCHIDACEAE
Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>	SALVADORACEAE	Vaimpera	<i>Ancylobotris petersiana</i>	APOCYNACEAE
Voanio	<i>Cocos nucifera</i>	ARACACEAE	Vahilava	<i>Anisocyclea grandidieri</i>	MENISPERMACEAE
			Viky	<i>Flagellaria indica</i>	FALGELLARIACEAE

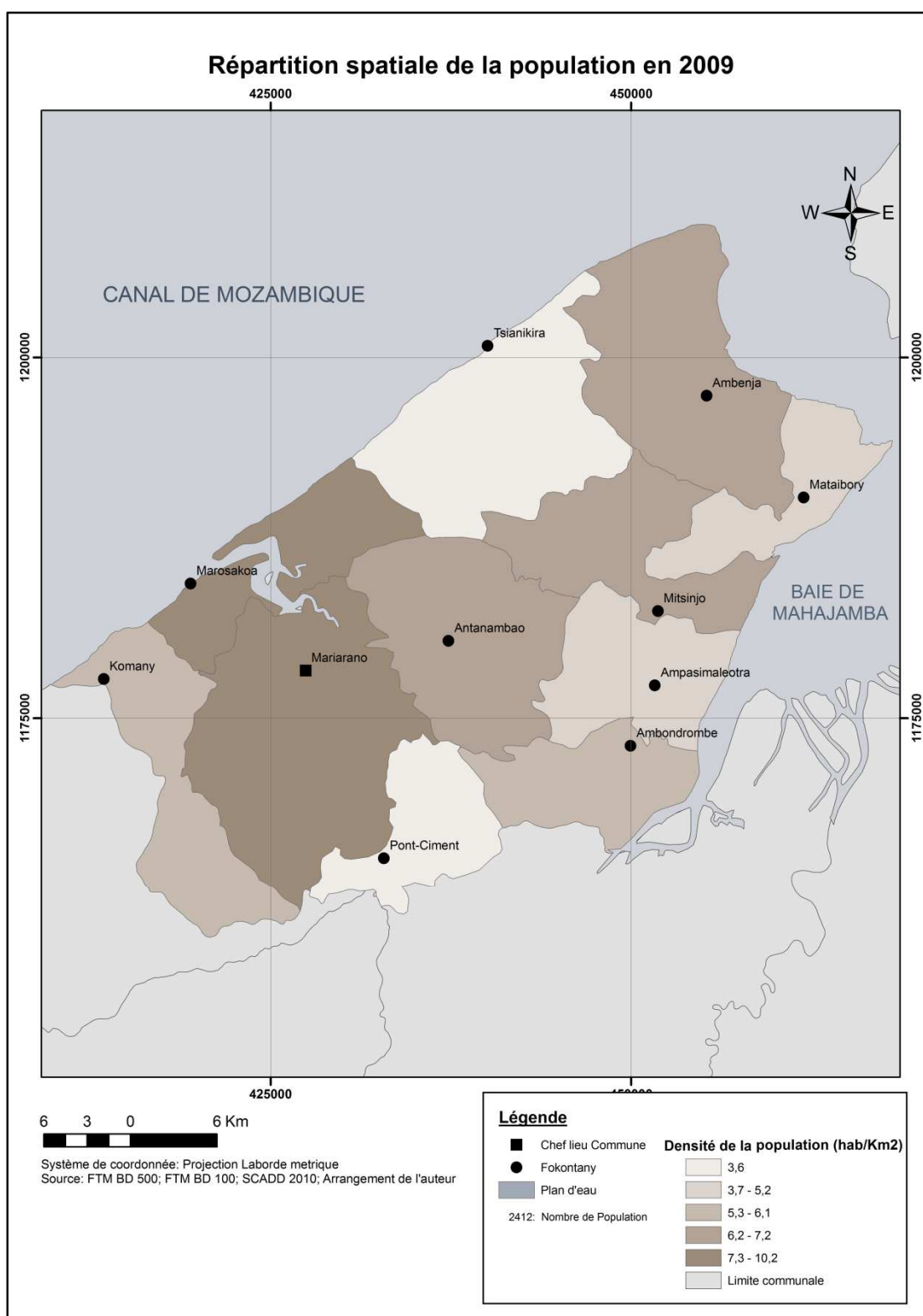
Source: Razafy Fara et al., 2001.

Annexe IV : Illustrations cartographiques

1. Carte d'occupation des sols du territoire de la commune rurale de Mariarano (situation actuelle)



2. Carte de répartition spatiale de la population du milieu d'étude en 2009



Annexe V : Données climatiques

1. Précipitations et températures moyennes annuelles de ces 40 dernières années (station Majunga)

Date	P (mm)	T (°C)	Date	P (mm)	T (°C)	Date	P (mm)	T (°C)	Date	P (mm)	T (°C)
1971	1600,4	25,9	1981	1463,9	26,6	1991	1832,3	26,8	2001	1443,8	27,3
1972	1688,6	26,4	1982	1877,6	26,5	1992	1630,4	26,8	2002	1138,2	27,5
1973	1599,3	26,5	1983	1720,5	26,6	1993	1615,6	26,7	2003	1520,1	27,3
1974	1129,2	26,1	1984	2220,6	26,3	1994	1191,7	27,0	2004	2341,4	27,0
1975	893,4	26,4	1985	1176,0	26,5	1995	1948,4	26,8	2005	815,2	27,3
1976	1336,7	26,3	1986	1406,8	26,6	1996	1639,2	26,8	2006	1124,4	27,5
1977	859,3	26,8	1987	1288,2	27,1	1997	1747,8	27,1	2007	1565,5	27,2
1978	1536,8	26,8	1988	1303,0	27,0	1998	1660,8	27,5	2008	1270,5	27,0
1979	1575,2	26,7	1989	1744,7	26,8	1999	1000,5	27,3	2009	1063,1	27,5
1980	1705,4	26,6	1990	794,5	26,6	2000	1549,7	26,8	2010	1198,5	27,6

Source : Direction Générale de la Météorologie

Légende : P = Précipitations annuelles ; T = Température

2. Vitesse moyenne mensuelle du vent (Vm) de 1990 à 1999 (1km/h=0,3m/s)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel
Vm (Km/h)	11,4	11	9,1	10,2	9,6	10,2	11,4	12,3	13,1	13,4	12,7	10,7	11,3
Vm (m/s)	3,8	3	2,5	2,8	2,7	2,8	3,2	3,4	3,6	3,7	3,5	3	3,2

Source: www.meteo.mg in Andriamalala C., 2007.

3. Liste des perturbations cycloniques ayant frappé la zone entre 1973 à 2008

N°	Noms	Date	P* (mm)	Vmax** (km/h)	Pression (mb)	N°	Noms	Date	P* (mm)	Vmax** (km/h)	Pression (mb)
1	Charlotte	04.01.1973	133	79	1002,8	12	Doaza	26.01.1988	113,9	60	-
2	Blandine	07.01.1975	-	80	-	13	Hely	28.03.1988	-	80	-
3	Danae	13.01.1976	-	>à 180	996,8	14	Kalasanjy	1989	109,7	185	
4	Clotilde	22.01.1976	111	>à 180	989,8	15	Hanta	23.12.1990	-	90	-
5	Gladys	30.03.1976	-	75	1007,2	16	Cynthia	1991	183,4	180	-
6	Domitile	18.01.1977	-	120	-	17	Elita	28.01.2004	148	>à 180	981,5
7	Hervea	24.02.1977	272	180	1001,9	18	Gafilo	08.03.2004	84,1	160	987,5
8	Justine	19.03.1982	281	133	1001,9	19	Bondo	25.12.2006	179	155	-
9	Andry	12.12.1983	72,1	198	1006,3	20	Indlala	16.03.2007	221,2	80	-
10	Kamisy	12.04.1984	232,2	>à 250	970,1	21	Fame	28.01.2008	76,5	100	-
11	Filiksa	12.02.1985	-	80	-						

Source : Relevés des données issues des revues de saison cyclonique annuelle du Service de la Météorologie nationale complétés par EM – DAT - : The OFDA / CRED International Disaster Database Université Catholique de Louvain – Brussels – Belgium / juillet 2000.

* Quantité de pluies en 24h (mm) ; ** Vitesse maximal des vents

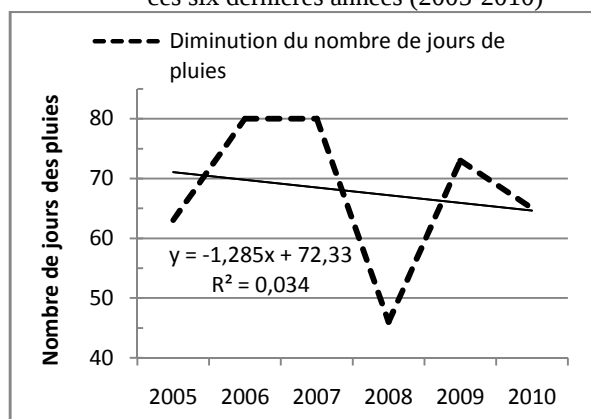
4. Cumuls pluviométriques comparés des deux normales de 1951-1980 et 1981-2010

Années	Première période (P1)	Deuxième période (P2)	Différence
	1951-1980	1981-2010	P2 – P1
Cumul pluviométrique (mm)	43766,4	44292,9	526,5

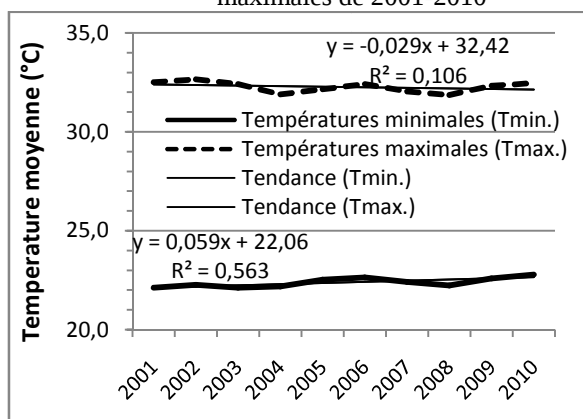
Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

5. Evolution du nombre de jours de pluies, des températures minimales et maximales, des hauteurs pluviométriques et du régime des cyclones (Station Mahajanga)

(a) Evolution du nombre de jours de pluies de ces six dernières années (2005-2010)

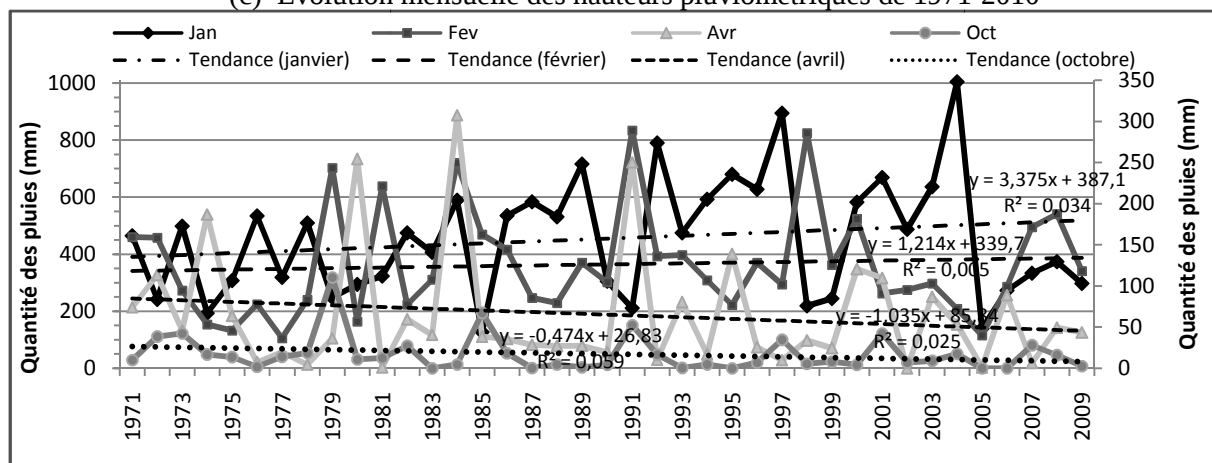


(b) Rythme des températures minimales et maximales de 2001-2010



Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

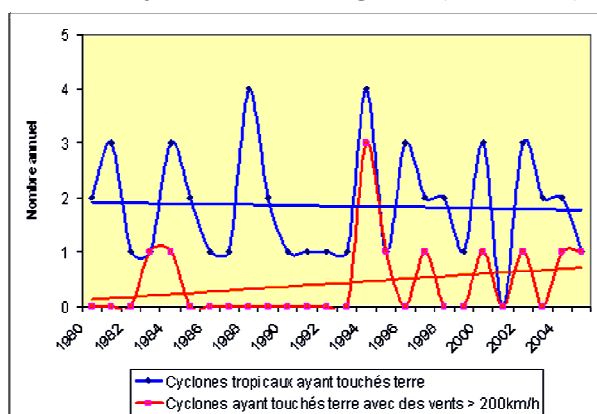
(c) Evolution mensuelle des hauteurs pluviométriques de 1971-2010



Source : Traitement des données brutes fournies par la Direction Générale de la Météorologie

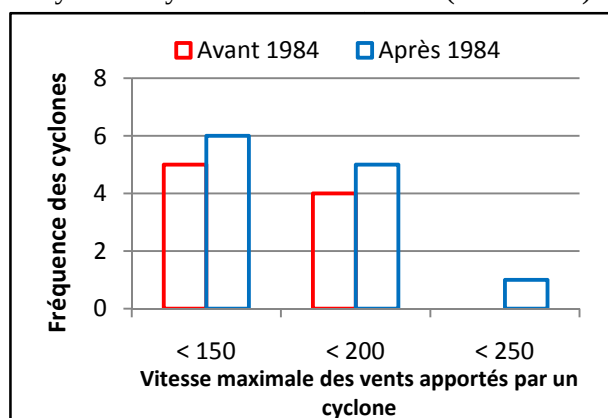
(d) Evolution du régime des cyclones à l'échelle nationale et locale

Nombre annuel de cyclones et de cyclones intenses ayant touché Madagascar (1980-2005)



Source : Direction Générale de la Météorologie, 2008.

Evolution des vents maximums apportés par des cyclones ayant touché Mariarano (1973-2008)



Source : Enquêtes personnelles et données brutes de la DGM

6. Récapitulatifs des années sèches et des années pluvieuses (1910-2010, station Mahajanga)

10 années les moins humides										
Année	1922	1930	1931	1943	1969	1975	1977	1990	1999	2005
Pluviométrie (mm)	923,4	846,2	992	816,8	967,1	893,4	859,3	794,5	1000,5	815,2
10 années les plus humides										
Année	1914	1916	1939	1940	1957	1958	1982	1984	1995	2004
Pluviométrie (mm)	1883,1	1850,9	1870	2262,6	1969,7	2282,9	1877,6	2220,6	1948,4	2341,4

Source : Données brutes de la DGM

7. Table : Valeur de la radiation globale réelle (IgA) en cal/cm²

Latitude	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
15°S	966	941	878	782	685	634	653	732	830	910	952	968

Source : Riquier, 1963

Annexe VI : Risques, impacts, vulnérabilité et stratégies d'adaptation

1. Synthèse des risques climatiques auxquels font face la commune rurale de Mariarano

Notation	Risques climatiques	Manifestations des risques	Ampleur des risques	Acteurs les plus concernés	Localisation géographique
R1	Changement du régime pluviométrique	Retard des pluies	+++	Agriculteurs, éleveurs, exploitants de la forêt et élus locaux	Toute l'étendue du territoire communal
		Arrêt précoce/brusque des pluies	++		
		Diminution de nombre de jours de pluies	+++		
		Variabilité spatio-temporelle de la pluviosité	++		
		Excès pluviométrique	++		Les zones basses
R2	Augmentation de température	Température élevée	+++	Tous les acteurs	Toute l'étendue du territoire
R3	Cyclones plus intenses	Cyclones très intenses	+++		Toutes les zones côtières
R4	Vents plus forts	Existence partielle des vents forts	++		Commune entière
		Variabilité de la direction des vents	+	Pêcheurs	Tous les littoraux
R5	Elévation du niveau de la mer	Erosion marine et recul des côtes	+++		Nord-ouest à l'extrême nord & une partie de l'est

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010

Légende : + : faiblement prononcé ; ++ : moyennement prononcé ; +++ : fortement prononcé

2. Barème de notation des risques (Source : Adapté de LEG/CCNUCC, 2004)

Echelle de grandeur	Ampleur du risque	Sensibilité/importance du risque
1	Faible	Peu sensible
2	Assez faible	Moyennement sensible
3	Moyen	Sensible
4	Assez fort	Très sensible
5	Fort	Extrêmement sensible

3. Indice de vulnérabilité des terroirs villageois

Facteurs déterminants de la vulnérabilité	Capacité d'adaptation*(CA)	Accès à la santé (AS)	Accès à l'éducation (AEd)	Accès à l'eau (AEa)	Accès à la route (AR)	Accès au marché (AM)	Total	Indice de vulnérabilité (IV)	Classe de vulnérabilité
Fokontany									
Ambenja	2,8	2	8	1	5	0	1	0,20	TV
Ambondrobe	0,8	0	3	3	2	0	0,14	0,03	EV
Ampasimaleotra	1,4	0	3	2	3	0	0,25	0,05	EV
Antanambao	3,8	1	10	6	5	5	2,28	0,46	AV
Komany	3	0	5	7	3	0	1	0,20	TV
Mariarano	4	5	11	7	8	5	3,20	0,64	MV
Marosakoa	3,8	1	8	8	0	1	1,52	0,30	TV
Mataibory	1,2	0	4	4	6	0	0,37	0,07	EV
Mitsinjo	2,2	5	4	0	3	0	0,59	0,12	EV
Pont-Ciment	2	0	0	0	7	0	0,31	0,06	EV
Tsianikira	3,2	0	6	8	1	0	1,07	0,21	TV

Source : Enquêtes, juillet-août 2010

Remarque :

- L'indice s'échelonne de 0 à 1 dont :

Indice	0,20	0,40	0,40	0,60	1
Notation	EV	TV	TV	AV	PV
Signification	extrêmement vulnérable	très vulnérable	très vulnérable	assez vulnérable	pas vulnérable

- Les points accordés à chaque infrastructure dépendent de types d'infrastructure et la distance qu'elles peuvent couvrir. On donne ainsi 2 points par infrastructure existantes et 1 point pour chaque type d'infrastructure ; 2 points pour 5 km et 1 points pour 10 km de couverture pour les déterminantes santé et marché contre 2 points pour 1 km et 1 points pour 3 km pour l'eau, l'éducation et la route ; et 0 points au-delà de ces limites.

4. Attention paysanne et plantations agricoles dans le milieu d'étude

Plantation/arbres fruitiers	Observations*	Surface accordée**	Préoccupation paysanne
Cannes à sucre (<i>Saccharum officinarum</i>)	+++	+++	+++
Voanio ou cocotier (<i>Cocos nucifera</i>)	++	++	++
Oranger	++	++	+
Mapaza (<i>Artocarpus incisa</i>)	++	++	+
Finesy ou jacquier (<i>Antocarpus integrifolia</i>)	0	0	+
Bananier (<i>Musa paradisiaca</i>)	++	+	+
Manga ou mangier (<i>Mangifera indica</i>)	+	0	+
Matsetso ou citronnier (<i>Citrus aurantifolia</i>)	++	+	+

Source : Enquêtes, juillet-août 2010.

Légende : * Par rapport aux dix dernières années ; ** Par rapport à la surface possédée par le paysan ; 0=inchangé/pas important ; +=assez importante ; ++=très importante ; +++=extrêmement importante.

5. Des techniques et matériels de pêche actuellement utilisés par les pêcheurs de Mariarano

Ressources	Techniques/ matériels	Brève description	Période/saison d'utilisation normale
Poissons et crevettes	<i>Vonikanga</i>	Un barrage d'affluent en lattes de raphia dans les diverticules des estuaires	Une quinzaine de jours par mois (saison sèche)
	Filet <i>sihitra</i>	Un filet moustiquaire en bordure de rivage dans les zones de petits fonds	Surtout en période de vives eaux
	Filet <i>kopiko</i>	Mis en œuvre comme le filet <i>sihitra</i> mais à taille un peu plus grande	Non déterminée
	<i>Valakira</i>	Pièges fixes utilisés le plus souvent en sortie d'estuaire	Marée descendante
	<i>Harato</i>	Un filet de maille variant entre 25 et 35mm.	Période de pêche
	<i>Pôtô</i>	Littéralement traduit « poteau », un engin passif de même principe que les <i>valakira</i>	Marrée descente de vives eaux
	<i>Fanamo</i>	Usage d'un poison végétal	Non déterminée
Crabes, poissons	<i>Garigary/treko</i>	Une sorte de piège à appât pour les crabes	Toute saison
	<i>Fingavitra</i>	Harpon utilisé surtout la capture des crabes	
	<i>Fintana</i>	Ligne avec hameçons	Toute saison

Source : Enquêtes au près des pêcheurs de Mariarano, septembre-octobre 2010.

6. Part apportée par les activités secondaires dans la vie des ménages¹⁴

Activités (vente)	M*. exerçant l'activité (%)	Moyenne annuelle de la quantité vendue	Part annuelle/ ménage (ariary)
Fabrication de charbon de bois	67	95 sacs	114 000
Apiculture/Récolte de miel	50	67 litres	134 500
Exploitation des bois de mangroves	50	600 <i>matsio</i> (perche)	180 000
Salarié pour les exploitants forestiers	23	20 équarries et 60 poutres	115 000
Récolte de bambous	17	793 tiges	135 750
Exploitation des fibres de raphia	20	124 <i>lohany</i> **	81 600
Tressage (nattes, paniers)	73	90 à 290 pièces	96 000
<i>Motrobe</i>	23	360 kg	72 000
Activité de guide de chasse	13	2 à 10 fois	195 000
Vente (petit <i>dokany</i> , épicerie)	27	Selon les produits***	156 000
Vente des zébus	30	1 à 2 têtes	454 000
Pêche	27	380 kg	300 000

Source : Enquêtes, septembre-octobre 2010.

Légende : * Ménages ; ** 1 *lohany* est équivalent de 1,5 kg ; *** 1500 litres d'alcool (*betsabetsa*, rhum), 200 litres de café, 2000 pièce de pain de toute sorte (*mokary*, pains bâtards)

¹⁴ Les données socio-économiques de Ackermann (2004) sont la base de ce tableau. Elles ont été actualisées et complétées par des enquêtes auprès des ménages pour qu'il ait une continuité des études réalisées.

7. Synthèse et simple évaluation des stratégies d'adaptation des acteurs locaux face au CC

Source	Pratiques d'adaptation	Faisabilité	Efficacité	Pertinence	Durabilité
Agriculteurs	Modification du calendrier agricole	+++	+	+	+
	Adaptation des techniques culturales :				
	Technique de semis échelonnés	++	+	+	+
	Ressemer (pratique de ressemis)	+	++	+	+
	Utilisation des semences améliorées	++	++	++	++
	Irrigation des champs de culture	+	+	-	-
	Essai de pratique de nouvelles cultures sur l'espace agricole des villages	++	+	+	+
	Construction des jardins maraîchers	++	+	+	-
	Extension des surfaces cultivées	+++	--	--	--
Eleveurs	Les plantations agricoles	++	++	+	+
	Protection et réserve de « <i>kijana</i> » pour la période sèche persistante	+	+	-	-
	Confier les bétails/modification des couloirs de passage	+	-	-	-
	Association élevage-agriculture	++	++	++	++
Pêcheurs	Développent du petit élevage	++	++	+	+
	Usage des nouveaux matériels de pêche ou des engins plus améliorés	++	+	+	-
Littoraux	Adoption et intensification des procédés de fumage, du salage et de séchage	++	+	+	+
	Conservation de l'eau buvable	++	+	-	-
Sojabe	« <i>Mangataka mahalena</i> » (un culte pour faire tomber la pluie)	++	-	-	-
Tous les acteurs	Stratégie par mobilité	++	+	-	-
	Pluriactivité (diversification des sources des revenus)	++	++	++	-
	Stockage des vivres	++	++	+	+
	Changement des habitudes alimentaires (ignames, kabijabanty)	++	+	-	-

Légende : -- : pas du tout ; - : moins ; + : assez ; ++ : très ; +++ : extrêmement

Source : Réalisation de l'auteur

8. Cohérence entre le processus SCADD et la démarche d'intégration de l'adaptation

Etapas du processus technique du SCADD	Etapas de l'intégration de l'adaptation au CC	Observations
Diagnostic préliminaire	Phase de préparation	Réflexion et recherche des informations nécessaires
Descente dans les fokontany	PHASE I (étape 1 à 5) : Etape 1 : Sensibilisation de la population locale Etape 2 : Etude des perceptions locales du CC Etape 3 : Identification des risques climatiques Etape 4 : Identifications des impacts du CC	Phase 1 c'est l'analyse RIVA ou identification des risques, impacts ainsi que la vulnérabilité actuelle et inventaire des pratiques d'adaptation existantes dans la commune.
Traitement des données	Etape 5 : Inventaire des stratégies locales d'adaptation au CC	Analyse de données obtenues et validation scientifique des résultats
Atelier communal I	Etape 6 : Validation des résultats par la population locale	Intervention et validation des résultats lors de l'atelier 1 SCADD
Elaboration d'un scénario technique	PHASE II (étape 7 et 8) : Etape 7 : Diagnostic participatif des impacts et vulnérabilité futurs Etape 8 : Identification participative des options d'adaptation	C'est la phase qui correspond à l'analyse IVA où on identifie les impacts et vulnérabilité futurs ainsi que les stratégies d'adaptation pour y répondre.
Consultation des services techniques déconcentrés	Etape 9 : Présentation des résultats aux STD ; Préparation de l'atelier final ; Validation finale des résultats	Validation des résultats finaux lors de l'atelier 2 SCADD
Atelier communal II		
Mise au point des cartes	PHASE III	
Approbation du SCADD provisoire	Etape 10 : Elaboration et approbation du document	

Source : Réalisation de l'auteur, février 2011

Annexe VII : Planche photographique

1. Effets du changement du climat

(a) *Matsabory be*, le seul encore permanent depuis une dizaine d'années sur les cinq lacs à Mataibory



Source : Cliché de l'auteur, juillet 2010

(b) Rétrécissement du littoral dû à l'érosion côtière (entre Komany-Marosakoa)



Source : Cliché de l'auteur, octobre 2010.

2. Réponses aux variations climatiques prises par les communautés rurales de Mariarano

Un simple canal d'irrigation collective des champs construit suivant la courbe de niveau



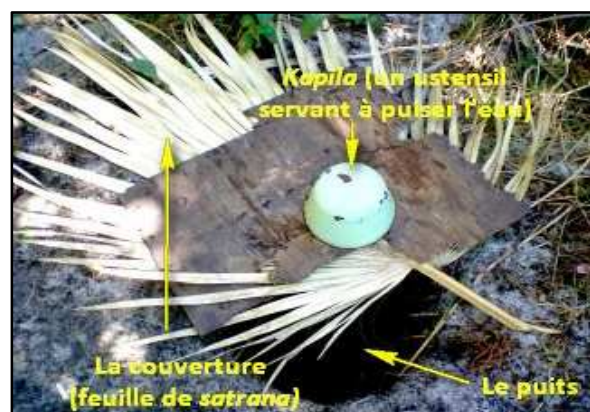
Source : Cliché de l'auteur, juillet-août, 2010.

Un bouvier en train de diriger les zébus vers un point d'abreuvement inhabituel



Source : Cliché de l'auteur, octobre 2010.

Technique de conservation de l'eau à boire



Source : Cliché de l'auteur, septembre 2010

Essai de culture de *Colocasia esculenta* (Taro)



Source : Cliché de l'auteur, août 2010.

Annexe VIII : Types de questionnaire

Section 1 : Les événements qui ont marqués le village

- Quels sont les événements importants qui ont marqué votre village ? (Historique)

(Demander plus d'information sur les événements climatiques intervenus)

Période/années	Événements (extrêmes)	Fréquence de l'événement	Observations
2010			
2009			

Section 2 : Savoirs, perception locale de l'évolution du climat et tendance climatique

- Avez-vous constaté dans votre localité que le climat a changé ? Oui ☐ Non ☐
- Si oui, qu'est-ce qui a changé ?
 1. Les signes annonciateurs des saisons ? Oui ☐ Non ☐
 - o Si oui, comment était le découpage des saisons dans le passé ? Quels étaient les repères, les signaux saisonniers ou les signes annonciateurs de ces saisons ?

Saisons	Signes annonciateurs	Terminologie attribuée	Description

2. La durée des saisons ? Oui ☐ Non ☐
 - o Pouvez-vous décrire comment était-elle dans le passé ? Et à l'heure actuelle ?
 3. ☐ Les précipitations ? ☐ La température ? ☐ Le régime des cyclones ? ☐ Autres.....
- Depuis combien de temps ressentez-vous ces changements ?
 - Comment considérez-vous ces paramètres/changements ?
☐ Risques ; ☐ Aléas ; ☐ Catastrophes ; Autres :(à préciser)
 - La plus part de vous les perçoivent comme des risques. Comment se manifestent-ils ?
 - Quelle est la tendance d'évolution du climat ces 20 dernières années ?
 1. Pour la pluviométrie : ☐ plus de pluies ; ☐ moins de pluies ; ☐ pas de changement
 - o Caractéristiques des pluies : ☐ plus fortes ; ☐ moins fortes ; ☐ Autres :
 - o Répartition des pluies dans le temps et dans l'espace : ☐ plus variable ; ☐ plus régulière ; ☐ pas de changement ; ☐ autres : (à préciser)
 - o Démarrage des pluies : ☐ en retard ; ☐ précoce ; ☐ autres : (à préciser)
 - o Nombre de jours des pluies : ☐ en hausse ; ☐ en baisse ; ☐ pas de changement
 2. Pour la température :
 - o Fait-il : ☐ plus chaud ; ☐ plus froid ; ☐ pas de changement ; ☐ autres :
 - o S'il y a des changements, à quelle période interviennent-ils ?
 3. Pour les cyclones :
 - o Ils deviennent : ☐ plus intenses ; ☐ moins intenses ; ☐ pas de changement
 - o Fréquence : ☐ 1 sur 10 ans ; ☐ 1 sur 5ans ; ☐ 1 sur 10ans ; ☐ autres :
 - Quelles sont les causes de ces changements selon vous ?
☐ Déboisement ; ☐ feux de brousses ; ☐ surexploitation ; ☐ Autres:.....

Section 3 : Les conséquences des perturbations climatiques et les mesures prises

A. Conséquences sur les ressources naturelles :

- Les ressources en eau que vous utilisez sont-elles : ☐ pérennes ? ☐ temporaires ?
- Quels sont les principaux risques qui affectent ces ressources ?
- Qu'est-ce-que vous avez constaté sur ces ressources ?
 - o Les volumes d'eau sont : ☐ en diminution ? ☐ en augmentation ? autres :
 - o ☐ Disparition ? ☐ Assèchement ? ☐ Ensablement des lits de rivières ? ☐ Autres :
- Quel est l'état actuel des sols de vos terroirs ? ☐ En bonne état ? ☐ En dégradation ?
 - o Si en dégradation, quelles sont les causes d'après vous ?
 - ☐ Erosion ? ☐ Allongement de la saison sèche ? Autres : (à préciser)
- Quel est l'état actuel des végétations ? ☐ plus dense ; ☐ moins dense ; ☐ stable
- Quel est l'état actuel de la faune ? ☐ plus important ? ☐ moins importants ; ☐ pas de changement
- Avez-vous remarqué une disparition d'espaces végétales ou animales? Oui ☐ Non ☐
 - o Si oui, citez :
- Avez-vous constaté autres indicateurs écologiques de l'évolution du climat? Les quels ?

B. Conséquences sur la vie quotidienne

- Ces changements ont-ils d'effets sur votre vie quotidienne ? Oui ☐ Non ☐
- Les quels ? ☐ bouleversement du calendrier agricole ? ☐ Apparition des maladies animales et/végétales ? ☐ Diminution des productions ? ☐ Insécurité alimentaire ?
 - ☐ Migration? ☐ Apparition des maladies? Problème d'approvisionnement en eau ? ☐ Autres :

C. Les mesures d'adaptation prises :

- Qu'avez-vous fait pour répondre à ces risques ou leurs impacts ?
 - o Pour améliorer les productions : ☐ Modification du calendrier agricole ? ☐ Adaptation des techniques culturales ? ☐ Nouvelles cultures ? ☐ Association des cultures ? Autres :
 - o Pour les bétails : ☐ Confier les animaux ? ☐ Abreuvement des animaux dans les rivières ?
Autres : (à préciser)
 - o Pour la vie communautaire : ☐ Mobilité ou déplacement ? ☐ Diversification des sources de revenus ? ☐ Changement des habitudes alimentaires ? Autres :
- Vous faites quoi en cas d'événement extrêmes comme les cyclones, les inondations qui causent la perte des productions? ☐ Vente des zébus ? ☐ Vente d'autres biens ? (à préciser)
- Avez-vous autres mesures que nous n'avons pas parlé ? Citez : Commentaire :

Section 4 : Synthèse et perspectives d'adaptation

Rappelons-nous d'abord les risques, leurs effets respectifs et les mesures que vous avez prises. Quelles mesures allons-nous donc prendre pour atténuer ces effets dans l'avenir ?

Risques climatiques	Impacts/effets des risques	Mesures prises pour y faire face	Mesures à entreprendre dans l'avenir
Risque 1			
Risque 2			

Annexe IX : Présentation du partenaire



La coopération entre Madagascar et l'Allemagne est principalement axée sur un pôle d'intervention prioritaire intitulé «Politique de l'environnement, la protection et la gestion durable des ressources naturelles». Cette gestion durable des ressources naturelles de Madagascar contribue en même temps à l'amélioration des conditions de vie de la population locale et au maintien de la biodiversité. Parmi les institutions d'exécution de la coopération allemande au développement figure la GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH*).

Une expertise régionale avérée, un vaste savoir de spécialiste et des compétences managériales éprouvées constituent le fondement des activités de la GIZ. Depuis le 1^{er} janvier 2011, elle fédère la riche expertise des organisations dont elle est issue : le *Deutscher Entwicklungsdienst* (DED) gGmbH (Service allemand de développement), la *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) GmbH (Coopération technique allemande) et l'InWEnt – *Internationale Weiterbildung und Entwicklung* gGmbH (Renforcement des capacités et développement international).

Lancé par la GIZ, le PGM-E (Programme Germano-Malgache pour l'Environnement) s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie prioritaire d'intervention (SSP) de la Coopération allemande au développement à Madagascar. Il fait partie de l'application de l'engagement du Gouvernement allemand depuis les dernières négociations intergouvernementales en mai 2007 pour appuyer la programmation et la mise en œuvre de la politique sectorielle malgache en matière d'environnement et des forêts. Le programme se trouve actuellement dans sa deuxième phase d'intervention (2008 au 2012).

Un but significatif du programme est la mise en œuvre d'un transfert de gestion des RN aux communautés locales en contribuant à une amélioration des conditions de la vie des ménages et en préservant l'exceptionnelle biodiversité de Madagascar.

En matière de changement climatique, ce programme a lancé un projet pilote le REDD-FORECA lequel vise un triple objectif : faire baisser substantiellement les émissions dues à la dégradation des forêts et à la déforestation ; réduire la pauvreté à l'échelle locale et accroître les capacités institutionnelles au niveau local et national. Actuellement, la GIZ à travers le PGM-E vise entre autre à intégrer l'adaptation au changement climatique dans la conception, la planification et la mise en œuvre de ses programmes.

Table des matières

Remerciements	
Résumé	
Sommaire	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des photos	iv
Acronymes	v
Glossaire	vi
INTRODUCTION	1
<u>1^{ère} PARTIE</u> : LA DIMENSION « CHANGEMENT CLIMATIQUE » : DU GLOBAL AU LOCAL	6
<u>Chapitre I</u> : Changement climatique et intégration de l'adaptation	6
1. Etat de connaissance sur le changement climatique	5
.1. Le changement climatique à l'échelle mondiale : origines, indicateurs et réponses	6
.1.1. Fondements théoriques du changement climatique	6
.1.2. Des indicateurs du CC dans le monde et mise place d'actions pratiques	7
.2. Le changement climatique, une réalité à Madagascar	8
.2.1. Variabilité climatique et changement du climat : passé récent et futur	8
.2.2. La grande île face au changement climatique : impacts et mesures prises	9
1. La démarche pour intégrer l'adaptation au changement climatique dans le SCADD	10
.1. Une démarche à dix étapes fondée sur l'amalgame de la science et des savoirs traditionnels.....	10
.2. Méthodes et outils utilisés	13
<u>Chapitre II</u> : Le cas spécifique de la commune rurale de Mariarano	17
1. Milieu naturel et la société offrant la prise en compte systématique de l'adaptation	17
1.1. L'espace : un élément stratégique de la politique d'adaptation au CC	17
1.2. Milieu socio-économique et culturel favorable à l'exercice de l'adaptation au CC ..	21
2. Variabilité climatique et changement du climat à Mariarano	23
2.1. Un régime pluviométrique fortement variable mais en hausse non significative	23
2.2. Une augmentation progressive des températures.....	25
2.3. Les cyclones : fréquence progressive des cyclones intenses	27
Conclusion partielle	27
<u>2^{ème} PARTIE</u> : SAVOIRS TRADITIONNELS, PERCEPTION LOCALE ET EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE A MARIARANO.....	28
<u>Chapitre III</u> : Perception et connaissances locales de l'évolution du climat de la zone ...	28
1. Savoirs traditionnels et perception du climat par la population de Mariarano	28
1.1. Perception sur les causes de la variabilité et les modifications du climat	28
1.2. Perception sur les saisons	29
1.3. Perception des risques climatiques et leurs manifestations.....	32
2. Perception locale de l'évolution du climat : en cohérence ou une distorsion ?	35
<u>Chapitre IV</u> : Effets du changement climat sur le milieu et la société.....	37
1. Effets des modifications du climat sur le milieu d'étude et sur les ressources naturelles .	37
1.1. Effets du CC sur le milieu d'étude : exacerbation de la dégradation des RN	37

1.1.1. Stress hydrique accentué	37
1.1.2. Conséquences des modifications du climat sur le sol et le foncier	38
1.1.3. Incidences du CC sur la foresterie et la biodiversité de Mariarano	40
2. Conséquences des variations climatiques sur la vie quotidienne des acteurs locaux	44
2.1. Impacts des risques climatiques sur les activités agricoles.....	44
2.2. Effets des variations climatiques ressentis au niveau social et selon le genre	46
2.3. Répercussions des perturbations climatiques sur la pêche	47
Conclusion partielle.....	52
3^{ème} PARTIE : VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ADAPTATION DU TERRITOIRE COMMUNAL	50
Chapitre V : Vulnérabilité de la commune au changement du climat	50
3. Vulnérabilité actuelle au changement climatique de la CR. de Mariarano	50
3.1. Des ressources naturelles vulnérables à des degrés différents	50
3.2. Vulnérabilité des acteurs locaux aux bouleversements climatiques	52
3.2.1. Services rendus par les écosystèmes	52
3.2.2. Modes d'existence de la population	52
3.2.3. Moyens d'existence de la communauté rurale de Mariarano	54
3.3. Analyse sectorielle et cartographie de la de vulnérabilité de la commune	55
4. Vulnérabilité future au changement climatique de la zone d'étude	58
Chapitre VI : Stratégies d'adaptation au changement du climat du territoire communal .	60
1. Mesures d'adaptation aux modifications climatiques prises par la population locale	60
1.1. Inventaire des pratiques d'adaptation développées par les acteurs locaux	60
1.1.1. Les agriculteurs et les éleveurs agissent	62
1.1.2. Les pêcheurs face aux effets des perturbations climatiques	66
1.1.3. Autres mesures d'adaptation développées par les communautés rurales	67
1.2. Evaluation des stratégies endogènes d'adaptation au changement du climat	70
2. Perspectives d'adaptation du territoire communal de Mariarano	70
2.1. Adaptation de l'agriculture, de l'élevage et des ressources en eau de la commune ..	70
2.2. Options d'adaptation du secteur foresterie et biodiversité	71
2.3. Mesures à prendre dans le secteur santé de la population et perspectives d'adaptation du secteur pêche et des zones côtières de Mariarano	72
Conclusion partielle	72
CONCLUSION GENERALE	73
Bibliographie	75
Liste des annexes	81
Annexe I : Données démographiques, sociales et économiques des ménages	81
Annexe II : Stratégies d'atténuation des effets négatifs du CC et les projets PANA-Madagascar	82
Annexe III : Informations sur le milieu d'étude	83
Annexe IV : Illustrations cartographiques	86
Annexe V : Données climatiques	88
Annexe VI : Risques, impacts, vulnérabilité et stratégies d'adaptation	90
Annexe VII : Planche photographique	94
Annexe VIII : Types de questionnaires	95
Annexe 9 : Présentation du partenaire	97
Table des matières	98