



**Etude du contexte physique et évaluation des services
écosystémiques des terres de la région du Bongolava (Moyen-
Ouest de Madagascar) en vue de leur gestion participative
durable**

Lilia Rabeharisoa

Sommaire

1	Introduction.....	1
1.1	Contexte et objectifs du mandat.....	1
1.2	Contenu du rapport	1
2	Méthodologie	2
2.1	Caractérisation des conditions naturelles et de leurs dynamiques	2
2.1.1	Travaux de prospection et de collecte de données sur le terrain.....	2
2.1.2	Caractérisation géospatiale	3
2.2	Evaluation des services écosystémiques	5
2.2.1	Définitions et concepts.....	5
2.2.2	Notion de fonctions et de fonctionnalités écologiques	5
2.2.3	Démarche générale.....	5
2.2.3.1	Analyse qualitative des services écosystémiques	5
2.2.3.2	Évaluation des services écosystémiques	6
3	Résultats.....	9
3.1	Localisation des sept communes d'intervention	9
3.2	Les ressources naturelles des communes d'intervention	10
3.2.1	Géomorphologie	10
3.2.2	Les unités du relief.....	10
3.2.3	Sols.....	13
3.2.3.1	Caractéristiques générales	13
3.2.3.2	Caractéristiques chimiques des ressources pédologiques	15
a.	Acidité des sols.....	15
3.2.4	Ressources en eaux	19
3.2.4.1	Caractéristiques générales	19
3.2.4.2	Répartition des ressources en eau.....	20
3.3	Occupation du sol	20

3.3.1.1	Caractéristiques générales de la végétation.....	20
3.3.1.2	Dynamique de l'occupation du sol.....	20
3.4	Le climat : caractéristiques générales et dynamiques	23
3.4.1.1	Caractéristiques générales du climat	23
3.4.1.2	Dynamiques actuelles du climat et leurs perceptions locales	23
3.5	Contexte socio-économique.....	29
3.5.1	Population	29
3.5.2	Activités économiques	29
3.5.2.1	Agriculture.....	29
3.5.2.2	Elevage.....	30
3.6	Les services écosystémiques actuels.....	30
3.6.1	Typologie des biens et services écosystémiques	30
3.6.2	Valeur économique des biens et services écosystémiques	31
3.6.3	Evaluation des valeurs d'usages direct et indirect	31
3.6.3.1	Valeurs d'usages direct et indirect	32
3.6.3.2	Valeurs d'option et de non-usage.....	35
3.7	Impacts de la dégradation des terres sur les services écosystémiques.....	36
3.7.1	Principaux aspects de la dégradation des terres	36
3.7.2	Facteurs de dégradation des terres	37
3.7.2.1	Les facteurs abiotiques	37
3.7.2.2	Les facteurs naturels.....	37
3.7.2.3	Les feux de brousse : régime et dynamiques	37
3.7.2.4	Les facteurs anthropiques.....	41
3.7.3	Impacts de la dégradation des terres sur les services écosystémiques.....	41
3.7.3.1	Impact de la dégradation des terres sur les ressources	41
3.7.3.2	Impacts de la dégradation des terres sur la valeur des biens et services écosystémiques.....	42
3.8	Vulnérabilité aux changements climatiques et moyens d'adaptation en termes de gestion durable des terres et production agricole.....	43
3.8.1	Cartographie des aléas	43
3.8.2	Analyse de la vulnérabilité.....	44
3.8.2.1	Analyse de l'importance des aléas et exposition	44

3.8.2.2	Moyens et capacités d'adaptation et sensibilité aux aléas.....	47
3.8.2.3	Evaluation de la vulnérabilité	49
4	Recommandations pour une gestion participative durable des terres	50
	Conclusion	53

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs du mandat

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, a été adoptée à Paris le 17 juin 1994. Elle est entrée en vigueur le 26 décembre 1996. Madagascar l'a ratifiée en 1997 suivant la loi N° 96-022 du 04 Septembre 1996 et le décret N° 97-772 du 10 Juin 1997. Le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) est un des mécanismes financiers de la mise en œuvre de la Convention. Le financement FEM est destiné à l'appui à la mise en œuvre de plusieurs domaines focaux dont celui de la composante « Dégradation des terres » qui vise principalement l'amélioration des services agro systémiques pour assurer les moyens d'existence des communautés locales. La région de Bongolava est confrontée à cette problématique de dégradation des terres qui est liée à l'importance des feux de brousse et des pratiques agro-pastorales. Ainsi, le FEM a approuvé le financement de la phase de préparation d'un projet de gestion participative durable des terres dans les savanes du plateau de l'Ouest et plus précisément au niveau de sept communes de la Région Bongolava. Des données de base fiables et mises à jour sur les services écosystémiques sont indispensables pour identifier les approches stratégiques dans la mise en œuvre du projet, mieux cadrer les actions à prévoir dans le projet et identifier les indicateurs d'impacts pertinents pour l'évaluation à la fin du projet.

Divers travaux ont été menés pour caractériser le milieu physique du Bongolava, afin d'en cerner les contraintes et opportunités pour la gestion des ressources naturelles. Cependant, les échelles auxquelles ces recherches antérieures ont été menées ne correspondent pas nécessairement aux besoins en connaissances fines et précises sur l'état des ressources afin qu'elles puissent le mieux possible appuyer dans la définition et la mise en œuvre de stratégies de gestion durable. Cette étude a été menée afin :

- de fournir aux décideurs et acteurs du développement rural des outils d'aide à la décision raisonnée et informée
- de produire et d'analyser des données sur les conditions physiques du milieu et les services écosystémiques au niveau des sept communes d'intervention ;
- de comprendre les dynamiques et impacts effectifs ou potentiels des ressources naturelles, ainsi que leurs implications sur la vulnérabilité des systèmes agro écologiques locaux;
- de formuler des recommandations pour les décideurs en matière de gestion participative durable des terres et la gouvernance participative des agro systèmes.

1.2 Contenu du rapport

Les données qui sont présentées pour les sept communes se rapportent à :

- l'évaluation de l'état des ressources naturelles avec un accent sur les causes profondes de leur dégradation: sol (description, état de la dégradation des terres..), eau (hydrologie, régime hydrique, tarissement des sources), végétation (taux de couverture, feux de brousse et feux de forêt...)

- l'inventaire et évaluation des services écosystémiques actuels et potentiels y compris une analyse des impacts de la dégradation de terres sur ces services
- l'aspect vulnérabilité aux changements climatiques et moyens d'adaptation en termes de gestion durable des terres et production agricole
- une base de données géo référencées à l'échelle la plus fine existante selon les thématiques physiques et humaines



Photo 1 : Paysage de la région d'étude (*Auteur*)

2 MÉTHODOLOGIE

Cette étude est le fruit d'un travail multidisciplinaire qui a compris d'une part la caractérisation approfondie des conditions naturelles du milieu et de leurs dynamiques, et d'autre part une évaluation écosystémique des terres de la région d'étude. Les résultats de ces deux démarches complémentaires seront ensuite mis en valeur pour formuler des recommandations pour la gestion durable des ressources naturelles des sept communes d'intervention.

2.1 Caractérisation des conditions naturelles et de leurs dynamiques

2.1.1 Travaux de prospection et de collecte de données sur le terrain

Au cours de deux missions de terrain effectués en décembre 2013 et en janvier 2014, Une équipe de chercheurs ont entrepris différents travaux de prospection et de collecte de données dans les sept communes. Dans leur séquence d'exécution, ces travaux ont consisté à :

- identifier les différents types d'utilisation des terres, et cerner le zonage de l'occupation des espaces selon les modes d'appropriation et d'utilisation des terres agricoles et l'état de dégradation des terres cultivées, pâturées et forestiers ;
- faire des prélèvements d'échantillons de sol dans chaque zone homogène pour des analyses au laboratoire afin de déterminer le carbone et les éléments fertilisants

- collecter les données permettant de caractériser la dégradation des terres et comprendre les causes et ses évolutions aussi bien par des enquêtes auprès des exploitants agricoles que par des parcours du milieu avec des prélèvements d'échantillons de sols

Parallèlement, une approche sociale a été mise en œuvre pour collecter des informations sur les rationalités d'utilisation des terres par les communautés et leurs perceptions et pratiques face aux contraintes liées à la dégradation des ressources. Des enquêtes et consultations auprès des communautés ont ainsi visé à :

- comprendre les mesures déjà adaptées par les utilisateurs de ces espaces selon leurs catégories d'acquisition des terres, leur capacité de valorisation et les impacts des divers modes d'utilisation des espaces

- comprendre les problèmes liés à l'utilisation des espaces selon les systèmes de cultures pratiqués et l'appropriation foncière des surfaces cultivées, forestières ou pâturées

- identifier les indicateurs de qualité des sols et confronter ces indicateurs avec les résultats d'analyses chimiques au laboratoire

Les résultats préliminaires des travaux de terrain ainsi collectés peuvent être résumés comme suit :

- une série de transects représentatifs descriptifs des éléments du territoire, qui ont également constitué des clés d'interprétation pour la cartographie de l'occupation du sol à partir d'images satellites ;

- des échantillons de sols qui ont été analysés en laboratoire (Laboratoire Radio-Isotopes de l'Université d'Antananarivo).

- Travaux de laboratoires : sur les échantillons prélevés sur le terrain sur des espaces naturels (généralement des savanes) selon la topographie du terrain (en pente ou sur plateau) et sur des parcelles cultivées, des analyses de pH, d'azote total, du carbone total, du phosphore assimilable ont été réalisées au Laboratoire des Radio Isotopes en vue d'une part, de confronter les observations sur terrain avec caractéristiques chimiques des sols et, d'autre part, faire des corrections éventuelles pour améliorer la qualité de ces espaces potentiellement agricoles ou pâturés.

2.1.2 Caractérisation géospatiale

Bien que nous ayons eu recours à d'autres sources statistiques, nous privilégierons la plupart du temps les données géospatiales pour les analyses qualitatives et quantitatives de caractéristiques, de distributions et de dynamiques spatiales. Les résultats de la caractérisation géospatiale sont présentés sous deux formes :

- les données produites dans le rapport ci-présente en support sous la forme de cartes thématiques et d'analyses géostatistiques ;

- un référentiel géographique qui compile les différentes données disponibles aux échelles les plus fines existantes sur les thématiques abordées dans ce rapport, en particulier les conditions naturelles et leurs dynamiques.

Tableau 1: Caractérisation géospatiale des conditions naturelles et de leurs dynamiques dans la région de Bongolava (communes de Communes Ankadinondry, Tsinjoarivo, Ambatolampy, Mahasolo, Ambararatabe, Marintampona et Tsiroanomandidy Fihaonana)

Thématiques/composante	Objectifs	Ressources et travaux effectués	Démarche méthodologique	Produits (thèmes SIG)
Base de données cartographiques à l'échelle locale	Créer une base de données fine de fond	Carte topographique 1/100.000	Numérisation des couches descriptives de la planimétrie (carte topographique de Madagascar)	Couches SIG au format Shapefiles pour les couches suivantes : installations humaines : villages, hameaux cours d'eau voies de communication
Conditions topographiques	Caractériser le relief, (élément structurant du paysage et des vocations d'utilisation)	Modèle global de terrain SRTM (résolution native de 90 mètres) (USGS 2004) ¹	Création de modèle numérique de terrain Production de diverses couches analytiques sur les unités de relief à partir d'outils d'indice topographique (Jenness 2006) ²	Couches SIG : modèle numérique à la résolution de 30 mètres unités du relief
Occupation du sol et sa dynamique	Caractériser l'occupation du sol et sa dynamique Analyser l'importance des différents types d'occupation du sol	Images satellites Landsat aux dates de référence des décennies '2000 et '2010	Analyse spatio-temporelle de l'occupation du sol	Classification d'images effectuées pour '1990 et '2000
Conditions pédologiques	Caractériser les conditions pédologiques et leur dynamique	Carte pédologique de Madagascar 1/1,000,000 (Delenne et Pelletier 1981) ³ Images satellites Landsat aux dates de référence des décennies '2000 et '2010	Collecte des données cartographiques ex distantes Analyse d'images satellites	Conditions pédologiques
Régime des feux	Cerner la vulnérabilité face aux feux	Outil de suivi satellitaire des feux dans le monde MODIS	Valorisation de la base de données de suivi des feux	Points de feux 2001-2014 vulnérabilité aux feux (densité des feux 2001-2014)

¹ USGS, 2004. Shuttle Radar Topography Mission, 1 Arc Second, Unfilled Unfinished 2. 0, Global Land Cover Facility, University of Maryland, College Park, Maryland, February 2000.

² Jenness, J. 2006. Topographic Position Index (tpi_jen. avx) extension for ArcView 3. x, v. 1. 3a. Jenness Enterprises. <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.

³ Delenne M. et F. Pelletier, 1980. Conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar. Potentiel des unités physiques. 3 coupures au 1/1. 000. 000. Paris. ORSTOM.

2.2 Evaluation des services écosystémiques

2.2.1 Définitions et concepts

La définition communément admise de services écosystémiques ou écologiques est celle de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM) qui dit que ce sont les bénéfices que les humains retirent des écosystèmes sans avoir à agir pour les obtenir. Il faut distinguer les « services » des « fonctions écologiques » qui les produisent : les fonctions écologiques sont les processus naturels de fonctionnement et de maintien des écosystèmes, alors que les services sont le résultat de ces fonctions. Ces services sont par exemple la production de l'oxygène de l'air, l'épuration naturelle des eaux, la biomasse qui nourrit les animaux domestiqués, pêchés ou chassés, l'activité des pollinisateurs dans les cultures et celle des organismes qui produisent et entretiennent l'humus, la séquestration naturelle de carbone dans le bois, les sols, les mers et le sous-sol, ou encore le recyclage permanent des nutriments et de la nécromasse par les animaux, champignons, bactéries. On y inclut parfois les aménités offertes par la nature comme la beauté des paysages.

Par souci de simplicité, on dit que les écosystèmes « rendent » ou « produisent » des services ». Toutefois, une fonction écologique ne prend la forme d'un service à l'homme que dans la mesure où les pratiques sociales reconnaissent le service comme tel, c'est-à-dire reconnaissent l'utilité de la fonction écologique pour le bien-être humain.

2.2.2 Notion de fonctions et de fonctionnalités écologiques

On considère généralement que les fonctions écologiques sont les processus biologiques de fonctionnement, d'auto-entretien et de résilience qui maintiennent les écosystèmes en leur permettant d'évoluer (équilibre dynamique). Ces fonctions incluent les services écosystémiques en tant que processus biologiques produisant des bénéfices retirés par l'Homme. Ces notions sont plus ou moins relatives selon qu'on considère les bénéfices directs ou indirects.

2.2.3 Démarche générale

La démarche générale pour l'évaluation des SE se base sur :

- L'inventaire et l'évaluation des ressources biophysiques
- L'analyse des bénéfices directs ou indirects que la population en retire, et donc des pratiques socio-économiques.

L'évaluation des SE comporte en principe deux aspects principaux :

- L'analyse qualitative des SE, incluant l'inventaire et la typologie des SE, les tendances et les évolutions de la fourniture de SE
- L'évaluation quantitative : il s'agit d'estimer la valeur économique des SE

2.2.3.1 Analyse qualitative des services écosystémiques

Sur la base des résultats de l'inventaire des écosystèmes de la zone d'étude, les ressources biophysiques seront catégorisées selon leur nature et selon le type d'usage :

- Ecosystèmes agricoles
- Ecosystèmes pastoraux

- Ressources en eau
- Forêts
- Etc.

Ensuite, on procède à l'identification des SE fournis par ces systèmes. Cette identification est basée sur :

- Les discussions de groupe pour les SE correspondant aux valeurs d'usage direct, tel que la production d'aliment, l'approvisionnement en ressources ligneuses, la fourniture de plantes à usage médicinale, etc.
- La revue documentaire et les observations pour les SE correspondant aux valeurs d'usage indirect et aux valeurs de non-usage, c'est-à-dire les services les moins tangibles, tels que la séquestration de carbone, la régulation du climat, la pollinisation, etc.

Etablir une typologie des services écosystémiques en fonction du type d'usage et du type de services, selon le tableau indicatif ci-après :

Tableau 2 : Typologie des services écologiques en fonction du type d'usage et de service

Type de valeur économique	Types de services écosystémiques	Exemples de services d'utilité
Valeur d'usage direct	Approvisionnement	Alimentation
		Ressources ligneuses
		Ressources génétiques
		Ressources biochimiques et pharmaceutiques
		Ressources ornementales
Valeur d'usage indirect	Régulation	Qualité de l'air
		Régulation du climat
		Régulation de l'eau
		Contrôle de l'érosion
		Traitement et qualité de l'eau
		Régulation des maladies
		Contrôle biologique
		Pollinisation
		Prévention d'événements extrêmes
		Soutien
	Recyclage de la nécromasse	
	Formation des sols	
	Valeur de non usage	Culturels et aménités
Valeurs esthétiques		
Loisir et tourisme		

2.2.3.2 Évaluation des services écosystémiques

La valeur « utile » des services écosystémiques peut être évaluée localement ou globalement :

par type de service (ex : puits de carbone, production alimentaire, etc.) ou
 par type d'écosystèmes, de milieux ou d'infrastructures écologiques (ex : services rendus par les forêts, les zones humides, les haies, les différents types de corridors et réseaux écologiques, etc.

a. Valeur économique des services écosystémiques

Valeur Economique Totale

La Valeur Economique Totale (VET) est le cadre d'analyse économique le plus utilisé dans l'évaluation économique des services écosystémiques (SE). Les méthodes d'évaluations monétaires n'évaluent qu'un service à la fois, on peut ensuite les additionner pour obtenir une VET.

- Les valeurs d'usage sont les valeurs des bénéfices concrets apportés par l'utilisation effective, envisagée ou possible d'un bien.

Les valeurs d'usages directs sont les valeurs provenant de la consommation directe des ressources, ou de l'interaction directe avec l'écosystème.

Les valeurs d'usages indirects sont la valeur attribuée aux activités de support et de protection que remplissent les écosystèmes. Ces activités sont nécessaires à la production de ressources donc on en bénéficie indirectement.

- Les valeurs de non usage représentent la satisfaction de savoir qu'un écosystème ou une espèce existe.

- La valeur d'option est le fait de savoir que l'on peut utiliser une ressource si on le désire, tout en décidant de ne pas le faire. C'est par exemple de ne pas exploiter une forêt en sachant que si on avait besoin de bois on peut l'utiliser.

- Les valeurs d'existences sont basées sur des motivations éthiques ou religieuses poussant à conserver certains éléments d'un écosystème, comme une espèce remarquable.

- Les valeurs de legs représentent le désir de transmettre notre patrimoine aux générations futures.

b. Méthodes

Les méthodes d'évaluation économique des services écosystémiques sont multiples et présentent chacune leurs forces et leurs limites. Les difficultés de calculer la valeur économique des SE tiennent principalement à leur nature holistique, et à leur caractère parfois diffus donc, plus ou moins intangible. Il existe des méthodes plus appropriées pour un type de service particulier (par exemple, approvisionnement), ce qui implique qu'il est nécessaire de recourir à l'utilisation de plusieurs méthodes de calcul pour évaluer la valeur économique de l'ensemble de la biodiversité en question.

c. Méthodes directes

La monétarisation au prix de marché

Pour les services d'approvisionnement en particulier, on se base sur le prix d'un bien sur le marché pour évaluer le service « production de ce bien ». ex : Prix des céréales, du bois, des fibres etc. Limites évidentes : le prix de l'eau sur le marché est loin de représenter sa valeur (problème des biens communs)

Effet de productivité

Aussi appelée « fonction de production » elle recoupe de très près la méthode précédente, il s'agit de mesurer la valeur d'un service qui entre en jeu dans la « production » d'un B ou S marchand. Une meilleure qualité de l'eau joue sur la productivité des cultures irriguées ou les coûts de purifications de l'eau.

d. Méthodes indirectes basées sur les préférences révélées

Les coûts évités

Les couts qu'il faudrait engager si la fonction n'était pas assurée, c'est le cout de la fourniture du service de façon artificiel. Elle nécessite une bonne description des services rendus par l'écosystème. C'est l'exemple de la pollinisation manuelle si elle n'est pas faites par des insectes.

Coûts de restauration, de remplacement ou de relocalisation

C'est le même principe que la méthode précédente mais au lieu de remplacer seulement le service artificiellement on veut restaurer ou reproduire un écosystème fonctionnel. C'est sur ce principe que se base la compensation. ex : compensation, recréer une zone humide

Prix hédonistes

Elle repose sur l'idée que le prix d'un bien immobilier dépend de ses caractéristiques, parmi lesquelles certaines sont liées à la qualité de l'environnement. Les différences de prix constatées, entre des biens présentant, par ailleurs, des caractéristiques identiques traduisent alors des différences en matière d'environnement. Elles fournissent une information sur le prix implicite du bien qui améliore (ou dégrade) la qualité de l'environnement. Cette méthode a surtout été appliquée pour estimer l'impact de la valeur récréative d'un site (par exemple un parc urbain) ou de la pollution atmosphérique, du bruit, sur le prix des logements.

Coûts de transport

La valeur accordée à un bien environnemental est révélée par les coûts de transport que les visiteurs supportent pour s'y rendre. Il s'agit d'une méthode de valorisation indirecte de l'estimation, car la valeur du site est basée sur l'estimation d'une fonction de demande Uniquement pour des services récréatifs

e. Méthodes directes basées sur les préférences déclarées

Evaluation contingente

Contrairement aux précédentes, cette méthode ne s'appuie pas sur l'observation des comportements. Elle utilise la reconstitution d'un marché fictif (contingent) pour inciter les individus à révéler la valeur qu'ils accordent à un bien ou un milieu naturel, à son amélioration ou aux dommages qui lui ont été causés : c'est le consentement à payer (CAP). Sa mise en œuvre repose sur la réalisation d'enquêtes, auprès d'un échantillon représentatif de la population concernée, au cours desquelles on soumet, aux personnes interrogées, différents scénarios fictifs. Cette approche permet d'évaluer des valeurs de non-usage et la valeur d'un projet avant sa mise en œuvre. Services récréatifs, valeurs de non usage, valeurs de la biodiversité

Analyse conjointe

C'est une technique adaptée du marketing. Comme l'évaluation contingente elle mesure les préférences par des enquêtes. Reste assez marketing, rare en évaluation de bien non marchand, pourtant il semblerait qu'elle soit plus performante que l'évaluation contingente.

Les modèles de choix discret

Les modèles de choix discret sont largement utilisés dans plusieurs disciplines, dont le marketing et le transport, pour analyser des données issues de questionnaires de préférences déclarées. Par rapport à l'analyse conjointe, ils ont l'avantage de se fonder sur la théorie économique de la demande, et en particulier sur la notion d'utilité. L'utilité est considérée comme une variable latente, sous-jacente au choix. Sera choisie l'option qui présente la plus grande utilité. Les modèles de choix discret considèrent cette utilité comme une variable aléatoire et tentent de l'estimer. Le plus souvent, l'utilité est considérée comme une fonction linéaire de plusieurs variables. Par exemple, dans le cas du choix entre la voiture et les transports publics, l'utilité dépendra linéairement du temps de trajet et du coût. À ceci s'ajoutera un terme d'erreur aléatoire.

Ils peuvent être particulièrement adaptés tant dans le domaine du transport et du choix modal que de l'évaluation de la valeur de biens non-marchand tels qu'un paysage (où l'on souhaiterait construire une ligne à haute tension ou des éoliennes).

Le transfert de valeurs

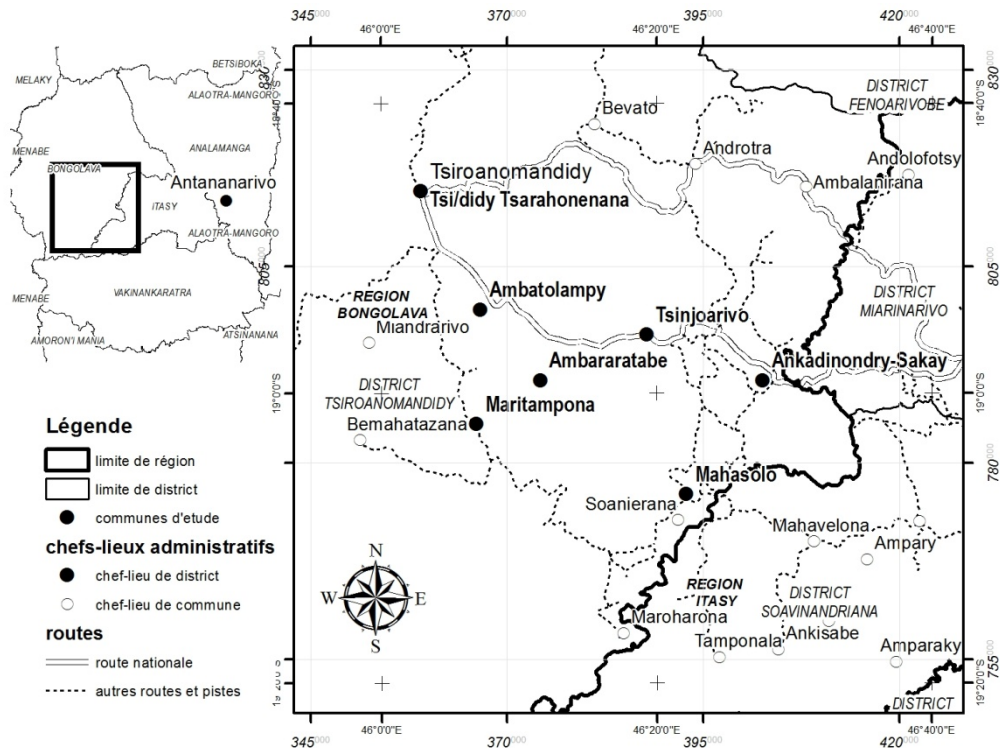
Cette méthode consiste à transférer les résultats d'études menées précédemment sur un autre site présentant des services similaires. Il ne s'agit pas ici de transférer la VET mais bien des valeurs par service. Ce transfert nécessite généralement des ajustements statistiques et contextuels. Cette méthode est de plus en plus utilisée car elle est plus rapide et moins coûteuse, qu'une étude primaire.

3 RÉSULTATS

3.1 Localisation des sept communes d'intervention

Comprise entre les longitudes 45°35' E et 46°35' E et les latitudes 18°25' S et 19°15' S, la région d'étude est comprise dans le district de Tsiroanomandidy (figure 1). La superficie des communes est différemment estimée, mais la plus fiable et la plus récente est donnée dans le tableau 1, sur la base d'analyses SIG de données fournies par la BNGRC⁴(voir aussi Annexe 1 : Liste des *fokontany* et leur superficie). Les sept communes couvrent près de 300 000 ha, soit 56% de la superficie du district de Tsiroanomandidy.

⁴ BNGRC/OCHA, 2011. Fokontany: Administrative Boundaries Level 4 for Madagascar. Cleaned & merged from the individual fokontany (adm4) shape data obtained from Madagascar BNGRC (National Disaster Management Office)



Source : FTM. SIG : auteurs

Figure 1: Localisation de la zone d'étude

3.2 Les ressources naturelles des communes d'intervention

3.2.1 Géomorphologie

Faisant partie de l'unité géomorphologique des hautes terres centrales de Madagascar, la région de Bongolava reprend les mêmes caractéristiques morphologiques de celle-ci. D'une manière générale, elle est dominée par des surfaces d'aplanissement consécutif aux altérations profondes de migmatites et de gneiss d'âge précambrien. La région présente une vaste palette de paysages diversifiés d'altitude s'échelonnant de 800 m à 1 500 m, dominés par une succession de croupes de largeurs variant entre 150 m à 900 m.

3.2.2 Les unités du relief

L'écosystème est ainsi marqué par une division en unités du paysage suivant le transect allant du sommet des collines aux bas-fonds (dont les superficies et pourcentages respectifs sont donnés en tableau 4 et figure 2). La lecture du paysage permet de distinguer :

- les sommets et les flancs supérieurs des collines qui sont constitués de prairies permanentes composées d'herbes hautes (graminées). Cette partie de l'écosystème n'est souvent pas mise en culture, mais sert de réservoir à fourrage en complément des zones de pâturage de plus en plus raréfiées,
- les versants des collines ou tanety, en partie cultivés qui portent des cultures vivrières telles que le maïs ou le manioc,
- les bas de pente qui constituent un espace de culture destiné aux cultures pluviales telle que le riz,

- les bas-fonds, essentiellement transformés en rizières qui ne sont pas très larges. Les rizières sont irriguées et des cultures de contre saison peuvent être mises en place après la récolte du riz.

Tableau 3 : Superficies par position topographiques et éléments du relief

Communes	Bas de versants	Crêtes	Hauts de versants	Mi-versants	Reliefs plans	Vallées	Total
Ambararatabe	3 098	1 577	2 690	4 829	1 846	995	15 035
Ambatolampy	3 869	2 202	3 961	8 616	1 297	1 781	21 726
Ankadinondry Sakay	8 462	4 907	7 016	14 305	2 680	3 552	40 922
Mahasolo	8 557	4 480	8 517	11 874	4 643	3 429	41 500
Maritampona	3 942	2 365	4 161	5 716	2 323	1 717	20 224
Tsinjoarivo Imanga	5 941	3 316	5 860	12 440	2 104	2 626	32 287
Tsiroanomandidy Fihaonana	24 802	13 995	23 531	50 563	7 229	11 804	131 924
Total	58 671	32 842	55 736	108 343	22 122	25 904	303 618

Source : Modèle numérique de terrain global SRTM (USGS 2004) analysé avec l'indice de position topographique (Jeness 2006)

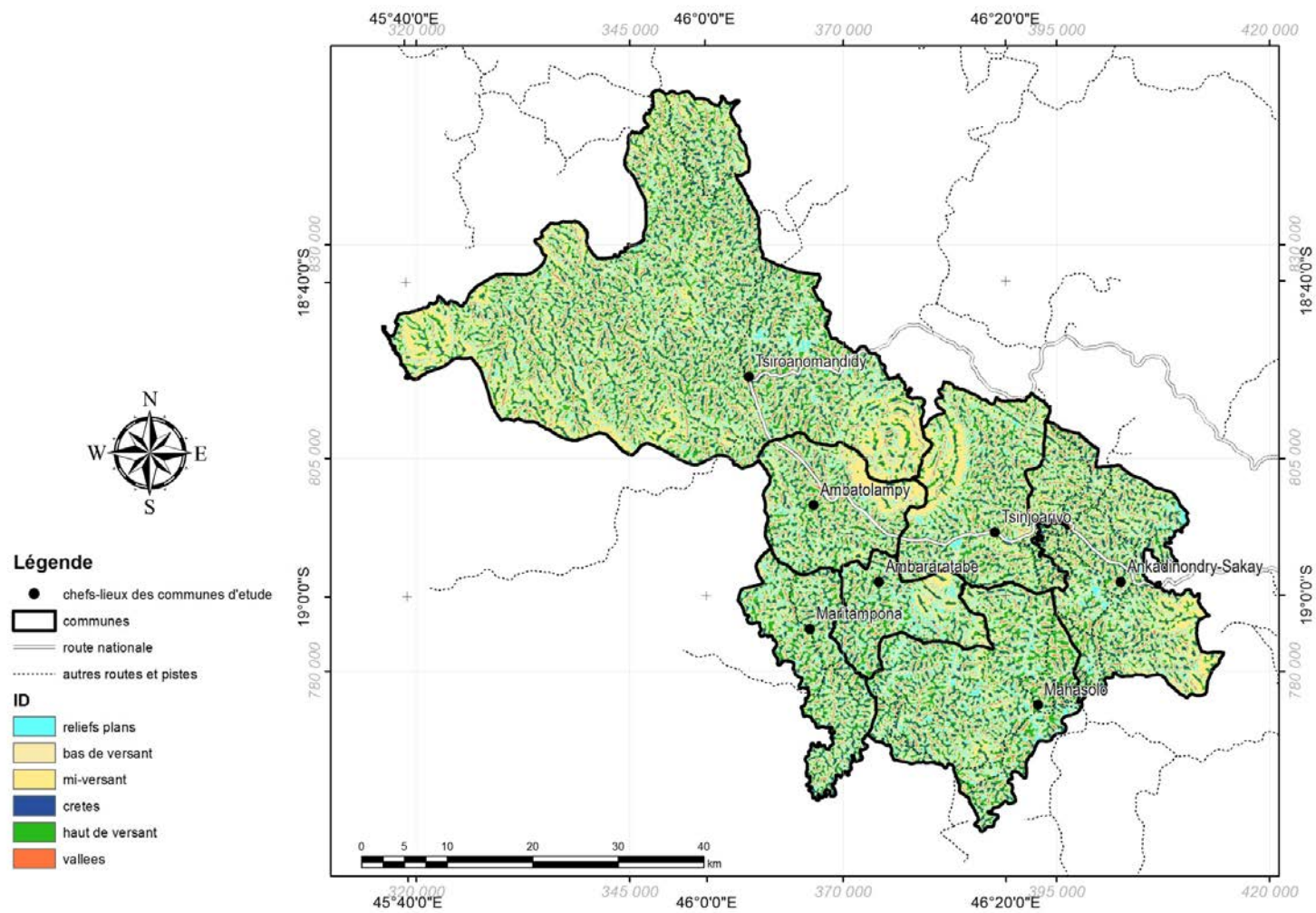


Figure 2: Relief de la zone d'étude

3.2.3 Sols

3.2.3.1 *Caractéristiques générales*

La structure géologique et la topographie actuelle du territoire de la région de Bongolava sont le résultat d'un processus évolutif des terrains cristallins anciens, sous-sol essentiellement constitué de granites, de migmatites et de gneiss d'âge précambrien, soumis à l'érosion et à l'aplanissement du relief originel.

D'un point de vue pédologique et en fonction de leurs aptitudes agronomiques, deux principaux types de sols classés selon les ensembles topographiques locaux caractérisent la région : les sols ferrallitiques et les sols hydromorphes.

Les différents types de sols y sont répartis symétriquement par rapport aux fonds des bassins versants et se trouvent donc étagés. Selon l'altitude, on distingue ainsi :

- les parties les plus élevées essentiellement constituée de collines et de monticules formant des plateaux surélevés. Au niveau pédologique, elles sont constituées pour la majeure partie, par des sols ferrallitiques humifères rajeunis fortement lessivés. Ce sont des sols riches, mais extrêmement fragiles. Avec la disparition de la couverture végétale, la majeure partie de ces sols ont formé des cuirasses définitivement stériles.

- sur les flancs et versants des collines, les sols des « tanety ». Ils sont de type ferrallitique brun jaune ou brun rouge, caractérisés par une bonne capacité d'échange mais à faible profondeur de l'horizon organique superficielle. Le maïs, le manioc, le riz pluvial et l'arboriculture y sont convenablement adaptés.

- au niveau des bas-fonds, les sols hydromorphes, caractérisés par la présence de fer et une faible vitesse de décomposition et d'humification de la matière organique. Leur teneur en éléments fertiles est globalement assez faible. Avec un bon système de drainage et d'irrigation, ils sont aptes à la riziculture et destinés aux cultures de contre saison sèche.

- les sols alluviaux sont localisés dans les cuvettes lacustres et dans les plaines alluviales le long des fleuves et rivières. Ces zones constituent les baiboho. Ils se caractérisent par des dépôts récents réalisés par les rivières et les fleuves à la faveur des crues. Ces sols sont généralement fertiles et facile à cultiver : ils sont plats, de texture légère, riches en limons et bien alimentés en eau. Ces sols sont destinés aux cultures irriguées. Ils sont très faiblement représentés aux niveaux des communes d'intervention.

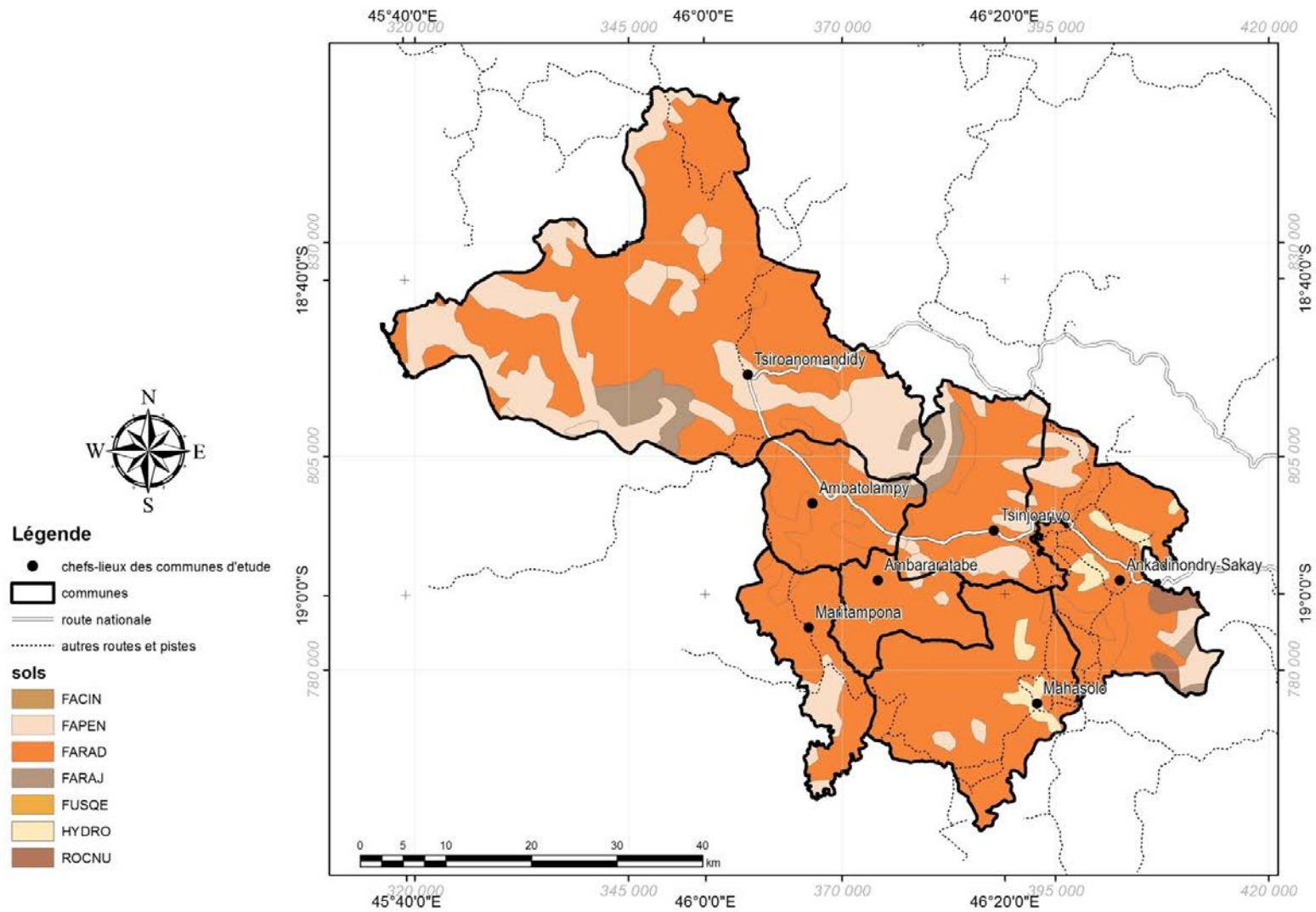


Figure 3: Pédologie de la zone d'étude

La répartition des ressources foncières est marquée par la faible disponibilité de bas-fonds qui représentent généralement pas plus de 25% de l'ensemble des territoires et la très grande dominance des tanety qui occupent pour la plupart plus de 70% des superficies des communes. Les baiboho sont des zones de plus en plus raréfiées et ne dépassent jamais les 10% des superficies totales.

Selon l'utilisation de ces ressources foncières, la répartition des superficies suivant les communes est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4. Superficies par commune et par type de ressources foncières

Commune	Superficie totale (ha)	Type	Superficie par type (ha)	%
Tsiroanomandidy Fihaonana	177 700	Tanimbary	44 425	25
		Tanety	124 390	73
		Baiboho	3 554	2
Ambatolampy	15 200	Tanimbary	3 040	20
		Tanety	11 400	75
		Baiboho	760	5
Maritampona	41 000	Tanimbary	6 970	17
		Tanety	32 800	80
		Baiboho	1 230	3
Ambararatabe	12 000	Tanimbary	2 640	22
		Tanety	8 640	72
		Baiboho	720	6
Ankadinondry	37 600	Tanimbary	7 520	20
		Tanety	27 072	72
		Baiboho	3 008	8
Mahasolo	93 400	Tanimbary	18 680	20
		Tanety	70 050	75
		Baiboho	4 670	5
Tsinjoarivo	45 000	Tanimbary	8 100	18
		Tanety	32 400	72
		Baiboho	4 500	10

Source : Ateliers villageois

3.2.3.2 Caractéristiques chimiques des ressources pédologiques

a. Acidité des sols

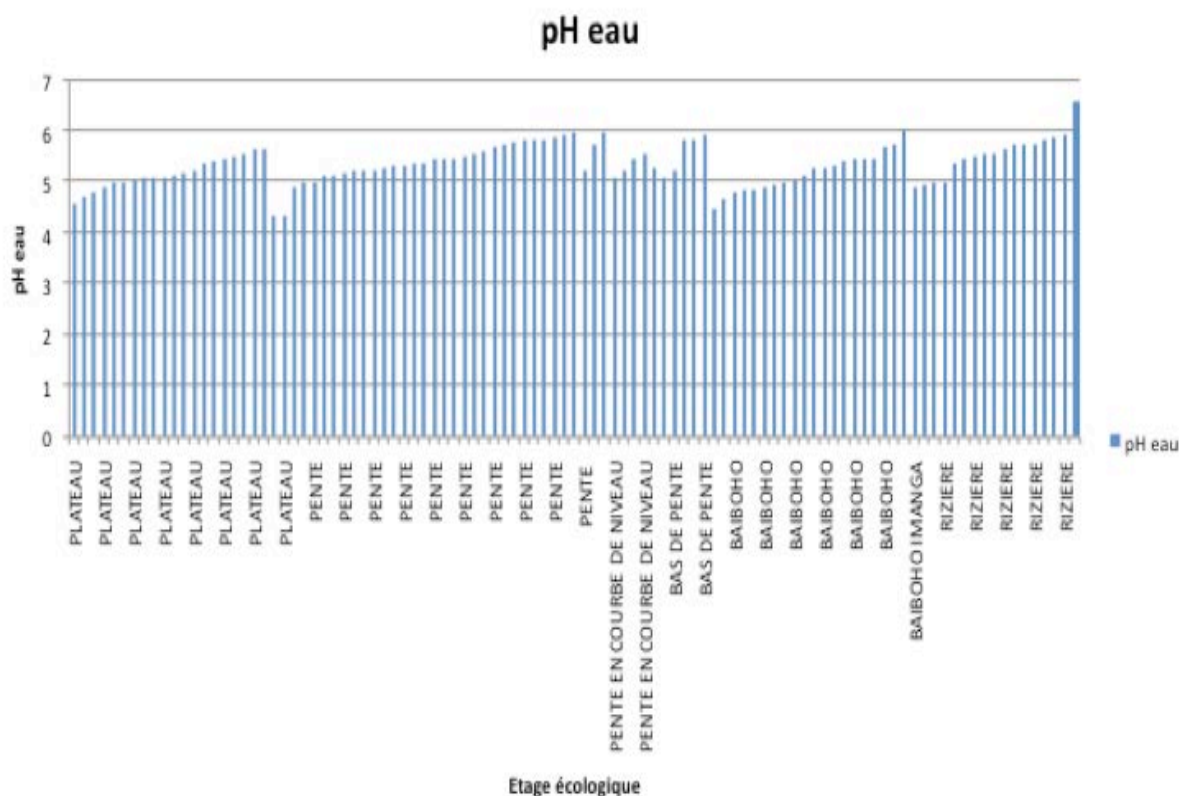


Figure 4 : pH des sols (*Laboratoire des Radioisotopes*)

Les sols sont acides (pH 4,5 à 5,5). Des corrections d'acidité sont nécessaires pour le maïs dont l'optimum se situe entre 5,5 et 7,5, pour le riz l'optimum est de 5 à 6,5. Sur les rizières de bas-fond, le riz pourrait supporter cette acidité, car la mise en eau permet d'augmenter le pH et réduire ainsi cette réaction acide.

b. Etat organique des sols

Les teneurs en carbone organique des sols sont généralement faibles ($<20\text{g kg}^{-1}$), en effet, un sol bien pourvu en MO en contient au moins 30g kg^{-1} , c'est à dire $17,5\text{g kg}^{-1}$ de carbone organique. Seuls quelques cas isolés à Maritampona ont des teneurs en CO supérieures $17,5\text{g kg}^{-1}$ aussi bien en pente que sur plateau.

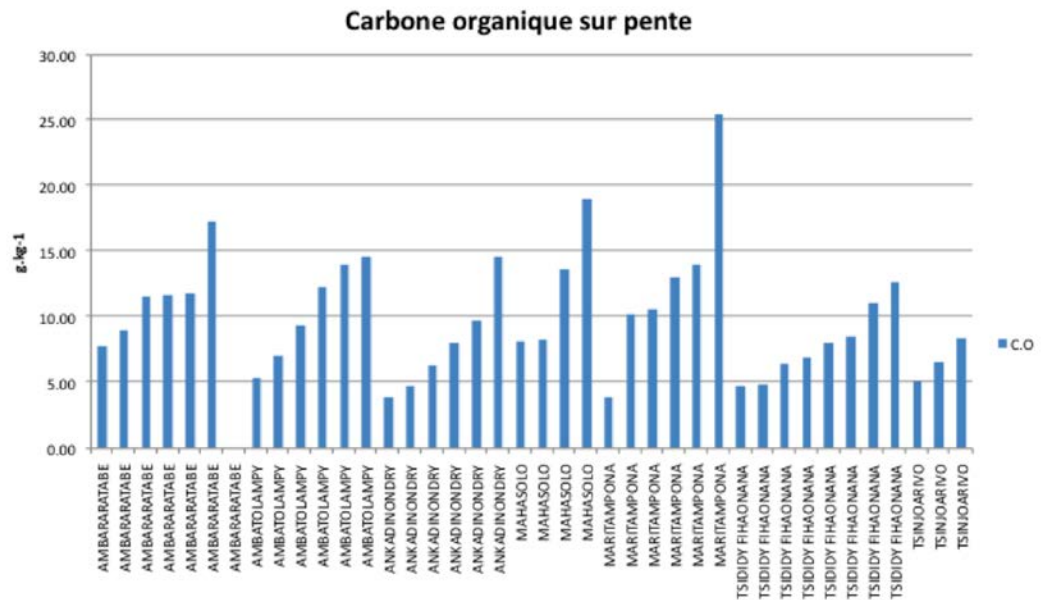


Figure 5: Teneurs en carbone total des sols sur pente (*Laboratoire des Radioisotopes*)

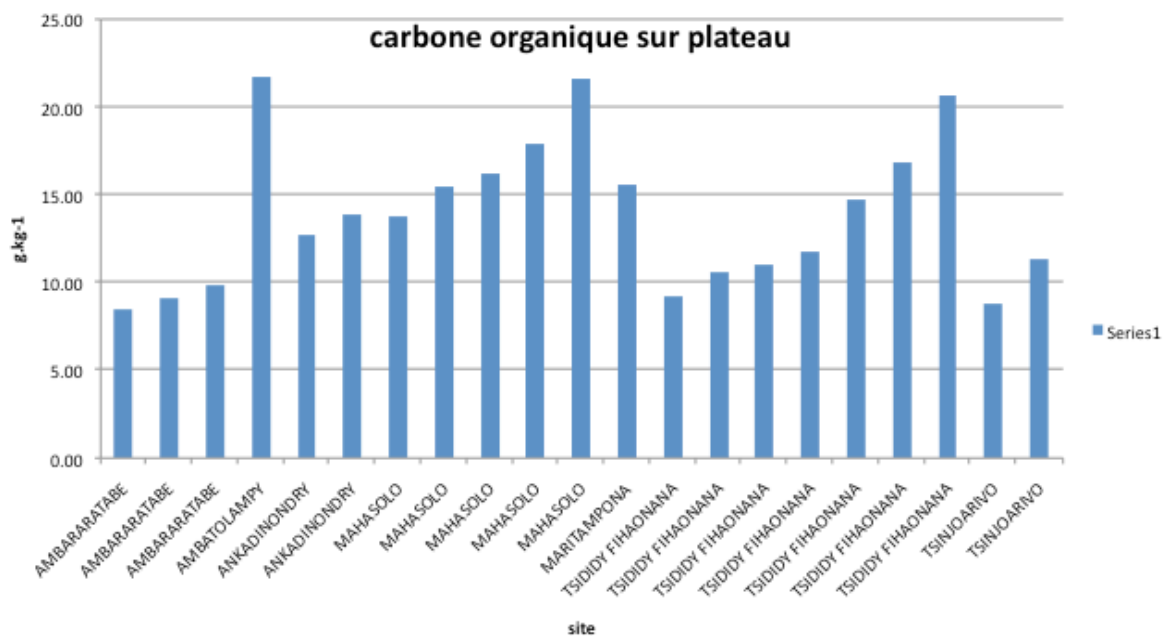


Figure 6: Teneur en carbone sur plateau (*Laboratoire des Radioisotopes*)

Ces résultats montrent qu'il s'agit de sol minéral avec une faible teneur en carbone (5 à 15 %). La mise en place des cultures nécessite par conséquent un apport en quantité suffisante de matière organique selon les possibilités des exploitations. Au minimum 5t à l'hectare mais peut aller jusqu'à 30t, si l'exploitant a la possibilité d'en collecter, mais un amendement organique de 10t/ha devrait être suffisant et remplacer l'apport d'engrais chimique.

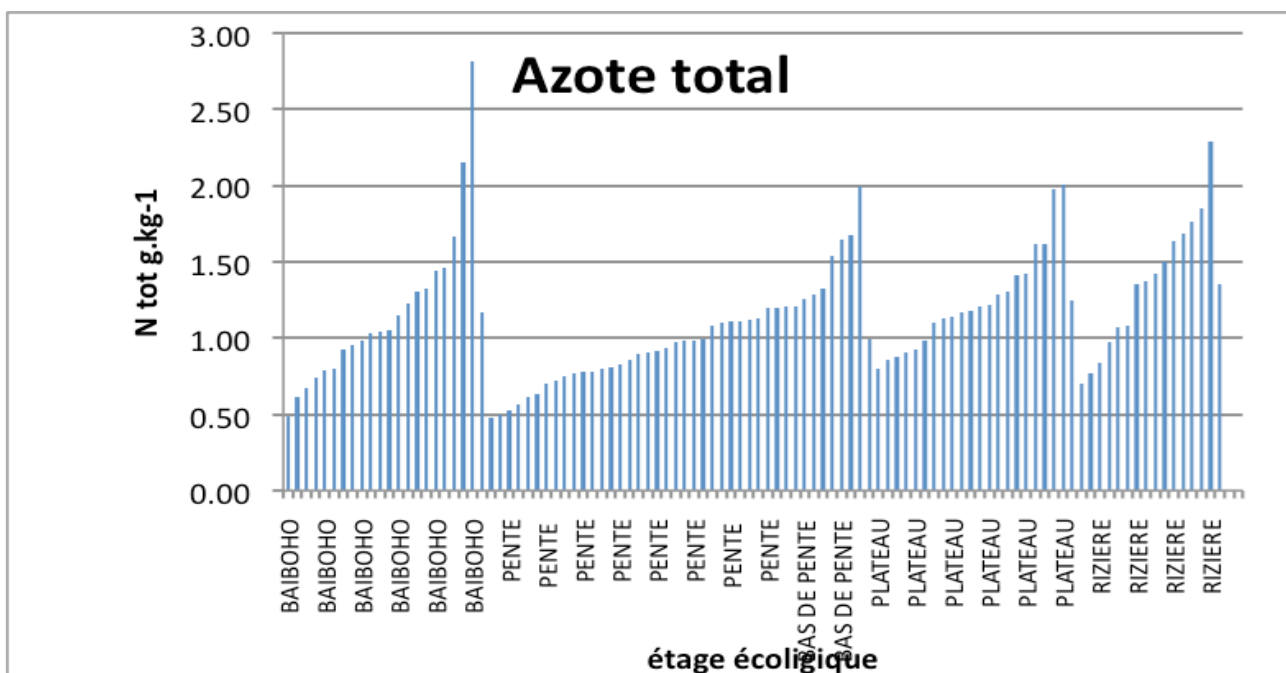


Figure 7: Teneur en N total des sols (*Laboratoire des Radioisotopes*)

La teneur en azote totale sur pente de 0,047 à 0.2% est aussi très faible, en relation avec la teneur en matière organique

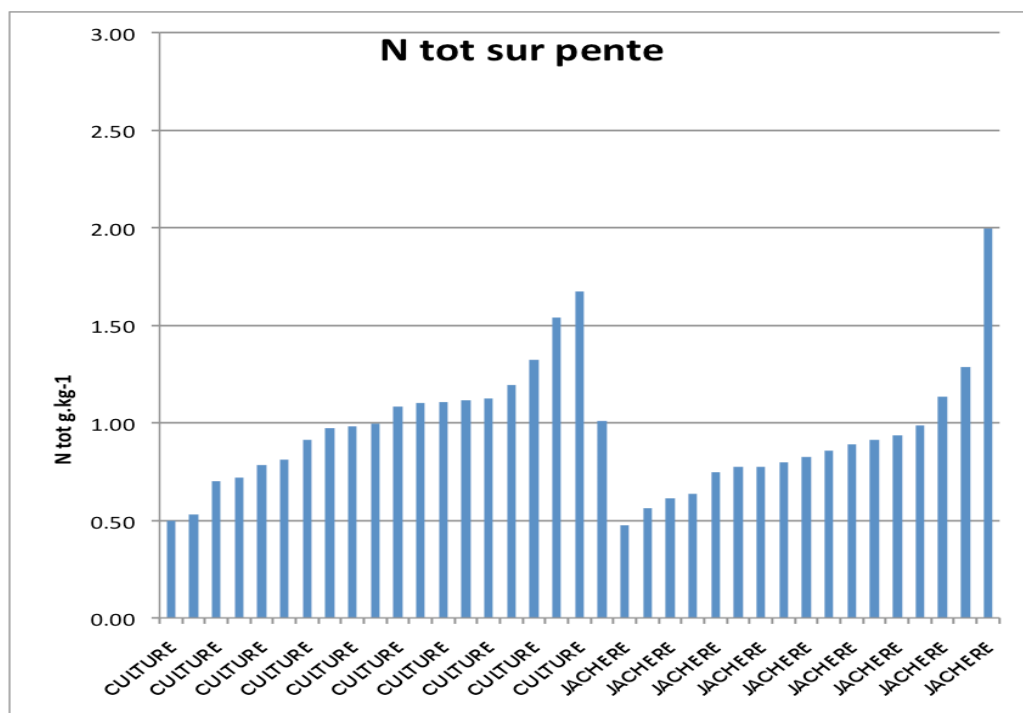


Figure 8: Teneur en N total sur pente (*Laboratoire des Radioisotopes*)

N tot sur rizière de bas fond 0.7 à 2.29 %

Phosphore assimilable sur plateau

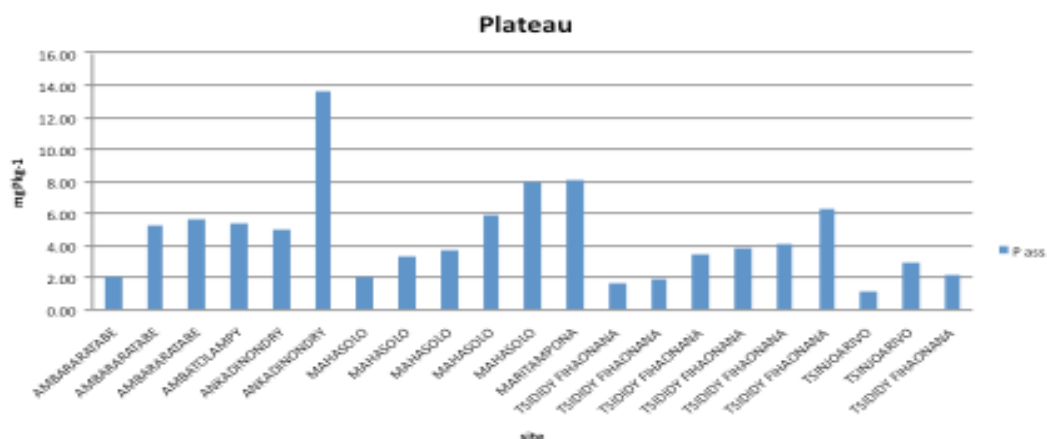


Figure 9 : Teneur en phosphore assimilable des sols sur plateaux (Laboratoire des Radioisotopes)

La teneur en phosphore des sols est aussi très faible, inférieure à 5 mg kg⁻¹

Un apport d’engrais phosphaté sous forme de guano ou de roche phosphatée du type hyper barren est souhaitable pour les grandes exploitations, dans les exploitations familiales, l’apport de fiente de volailles, source de phosphore assimilable est meilleur que le fumier. Un compostage du fumier avec les résidus de titionia comme matériel végétal est un moyen d’enrichir en phosphore le compost.

Dans les bas fonds, on remarque une amélioration des teneurs en P Olsen (dit assimilable), même si cet élément se trouve en quantité très faible dans quelques sites comme Ambatolampy, Mahasolo , Tsiroanomandidy fihaonana, Tsinjoarivo

3.2.4 Ressources en eaux

3.2.4.1 Caractéristiques générales

Les versants des collines sont généralement sujets auxruissellements importants sous l’effet du climat de type tropical d’altitude, avec une saison pluvieuse bien définie et sous une faible couverture herbacée. Effectivement, l’orographie du milieu est caractérisée par des collines à sommets peu pentus, à pentes latérales plus fortes et à modelé subhorizontal ou mollement ondulé. Le réseau de drainage est alors constitué de bas-fonds moyennement larges, peu encaissés, à larges amphithéâtres amont, tourbeux et marécageux. Cette lithologie, accentuée par celle des précipitations, joue ainsi un rôle essentiel dans le façonnement de la morphologie du milieu mais conditionnent également les caractéristiques du réseau hydrographique.

Les cours d'eau, présentent un profil peu encaissé dans leurs cours supérieure et gagnent ensuite les zones les plus basses où ils s'étalent largement dans un cours lent et sinueux. Bien que bien alimentés toute l'année, ce long trajet conjugué avec le phénomène de fluage fait état d'une mauvaise qualité bactériologique et physico-chimique des eaux, qui se retrouvent généralement troubles.

3.2.4.2 Répartition des ressources en eau

Chacune des communes est traversée par des rivières dont les plus importantes sont celles de la Sakay, de Manambolo, de Mandalo et de l'Imanga avec leurs affluents respectifs. Le réseau hydrographique est alors marqué par la présence d'une multitude de ruisseaux fortement organisés de direction nord-sud ponctué par une multitudes de sources avec et des matsabory (étang) au niveau des vallons. Le réseau hydrographique des commune s'organise autours des principaux cours d'eau, présentés dans le tableau suivant:

Tableau 5 : Principaux cours d'eau dans les communes d'étude

Commune	Principaux cours d'eau
Tsiroanomandidy Fihaonana	Manambolo, Marotia, Kiranobe, Sahagoma
Ambatolampy	Kizato, Trondrodiso, Keliandraindraina, Mandaheloka
Maritampona	Mandalo, Trondrodiso, Kizato
Ambararatabe	Imanga, Kizato
Ankadinondry	Sakay, Ihazomay
Mahasolo	Bezavona, Sakay, Vavaranomanga, Manjanoa
Tsinjoarivo	Ihazomay, Imanga

Source : Ateliers villageois

3.3 Occupation du sol

3.3.1.1 Caractéristiques générales de la végétation

De vastes savanes permanentes constituent l'essentielle de la végétation de la région. Elles sont principalement formées d'une strate herbacée, parsemée de quelques formations arbustives principalement formées d'*Eugenia jambolana* (Rotra) et de *Mangifera indica* L. (Manga). La strate herbacée, formée de graminées indifférenciées à dominance de *Hyparhénia ruffa* (Vero) et *Heteropogon contortus* (Danga), compose les savanes localisées principalement sur le flanc des collines et qui servent en général, de zones de pâturage et de réserve de combustible. Les marais à joncs sont situés au niveau des bas-fonds, avec parfois des *Typhonodorum lindleyanum* (Viha). Les terres cultivées comprennent des rizières sur les bas-fonds et les parcelles de cultures pluviales sur les tanety et les baiboho (maïs, manioc, riz, etc.). En moyenne, les savanes représentent environ 55% de la superficie des tanety, les parcelles de cultures pluviales occupent 20% des tanety et 15% sont occupés par les zones boisées et autres cultures (PCD).

3.3.1.2 Dynamique de l'occupation du sol

Les consultations et permettent d'avoir un premier aperçu sur la répartition des couvertures végétales (tableau 5). Une vision plus précise en est donnée par la carte de l'occupation du sol (figure 2) issue du traitement d'images satellites récentes. On y note notamment un certain contraste entre la partie Est densément occupée par les terrains de cultures et l'Ouest aux espaces plus ouverts des savanes herbeuses typiques de la région.

Tableau 6: Couvertures végétales selon les consultations et documents de planification régionales

Communes	Savanes (en ha)	Cultures pluviales (en ha)	Rizières (en ha)	Zones boisées et autres cultures (en ha)
Tsiroanomandidy Fihaonana	68415	24878	44425	18659
Ambatolampy	6270	2280	3040	1710
Maritampona	18040	6560	6970	4920
Ambararatabe	6270	1728	2640	1296
Ankadinondry	14890	5414	7520	4061
Mahasolo	38528	14010	18680	10508
Tsinjoarivo	17820	6480	8100	4860
Total	170232	61350	91375	46013

Source : Ateliers villageois/PCD

La comparaison de la situation entre 2000 et 2013 par une analyse d'images satellites (tableaux 6 et 7) permet de cerner les principaux aspects de la dynamique de l'occupation du sol qui se caractérise par une avancée notable des cultures pluviales au détriment des formations savaniques et le recul des forêts. Ceci démontre une anthropisation de plus en plus poussée de l'espace, rejoignant les tendances observées sur les autres régions des Hautes Terres Centrales.

Tableau 7: Evolution générale des principaux éléments de l'occupation du sol

	Total en 2000	Total en 2013	Progression
Formations forestières	31 598,00	17 970,00	-43%
Savane	129 637,00	146 877,00	13%
Terrains de culture	43 125,00	73 370,00	70%
Rizières	24 334,00	33 820,00	39%
sols nus	69 580,00	26 238,00	-62%

Sources : analyse d'images satellites

Tableau 8: Matrice de la dynamique de l'occupation du sol

	Savane en 2000	Terrains de culture en 2000	Rizières en 2000	Sols nus en 2000	Formations forestières en 2000	Total en 2013
Savane en 2013	83 347	16 361	5 104	31 049	11 015	146 877
Terrains de culture en 2013	29 598	17 621	1 807	21 490	2 853	73 370
Rizières en 2013	5 043	3 524	12 465	4 871	7 917	33 820
Sols nus en 2013	8 968	4 298	898	10 958	1 116	26 238
Formations forestières en 2013	2 680	1 321	4 059	1 212	8 697	17 970
Total en 2000	129 637	43 125	24 334	69 580	31 598	298 274

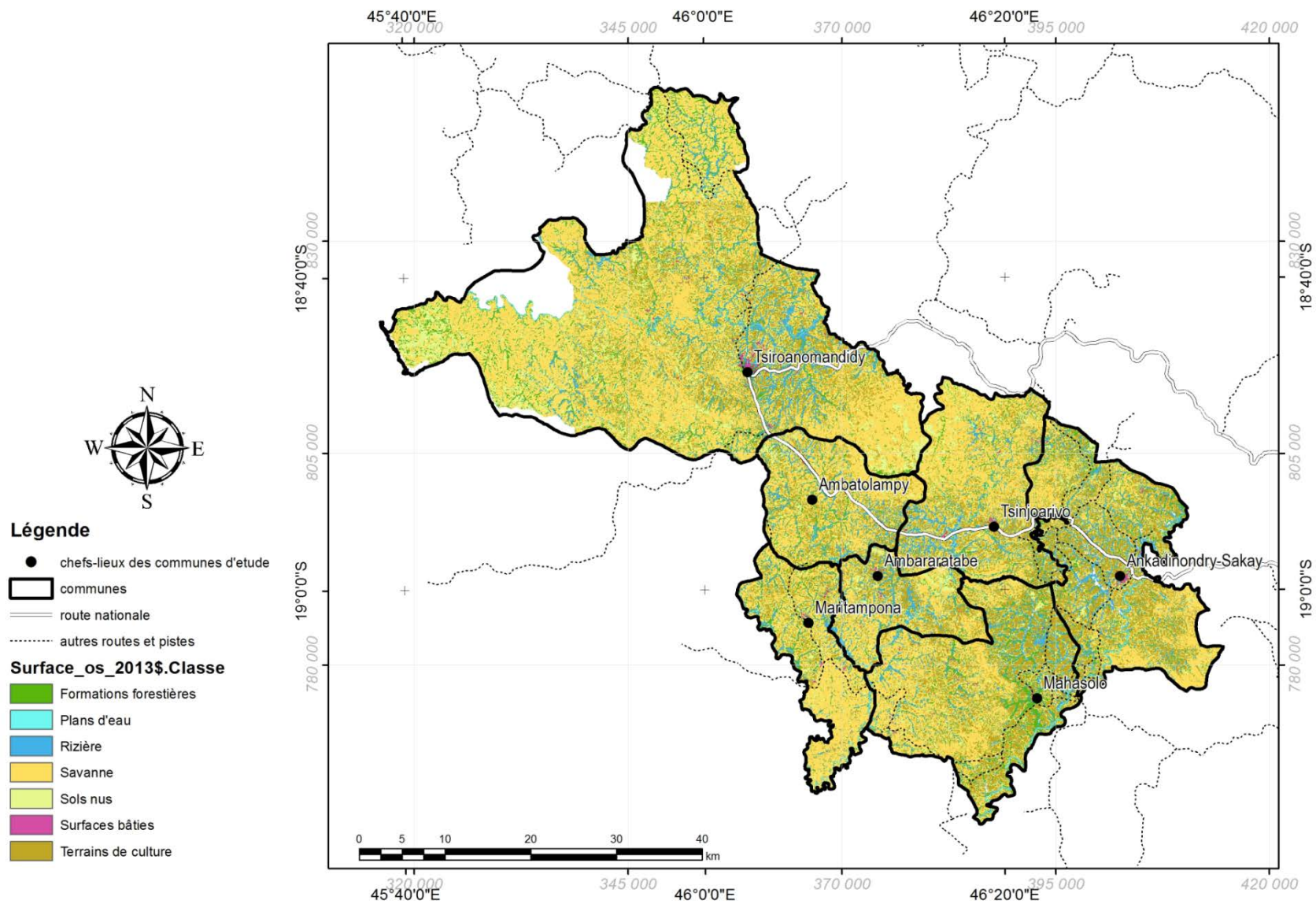
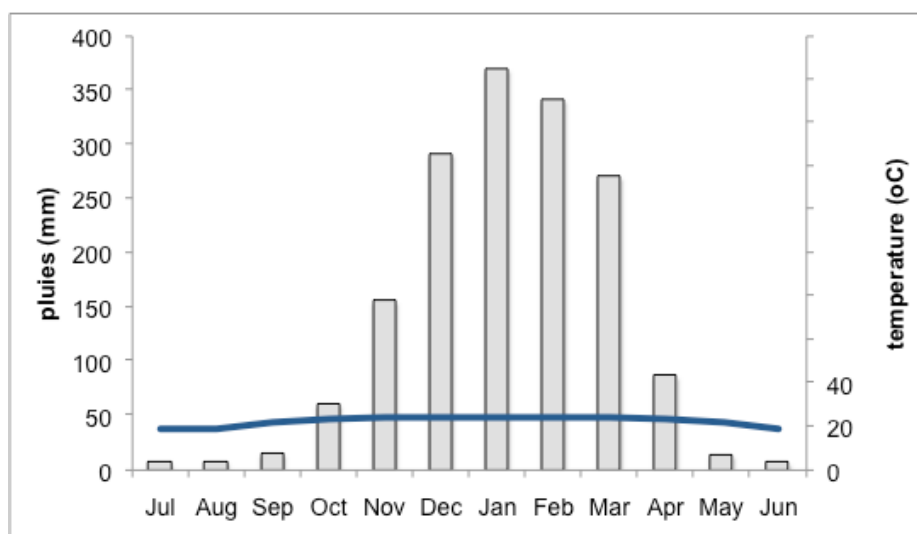


Figure 4: Occupation du sol en 2013

3.4 Le climat : caractéristiques générales et dynamiques

3.4.1.1 Caractéristiques générales du climat

La région d'étude fait partie du domaine climatique de climat tropical d'altitude des Hautes Terres (Donque 1975) (fig.3). Les caractéristiques générales du climat sont marquées par un contraste entre une saison des pluies relativement importante, et une saison sèche avec des températures modérées par l'effet d'altitude. La carte des températures montre que les communes à l'est enregistrent moins de pluies que celles du nord-ouest de la région d'étude. L'effet d'altitude joue aussi un rôle microclimatique car les précipitations sur les hauteurs de Bevato sont supérieures aux zones avoisinantes. Inversement, les températures moyennes annuelles sont plus basses à l'est. L'on retrouve également un effet microclimatique qui occasionne des températures plus basses sur le pic de Bevato (Hijmans et al 2006)⁵.



Source : Donque 1975⁶

Figure 5: Diagramme ombrothermique de la station météorologique de Tsiroanomandidy

3.4.1.2 Dynamiques actuelles du climat et leurs perceptions locales

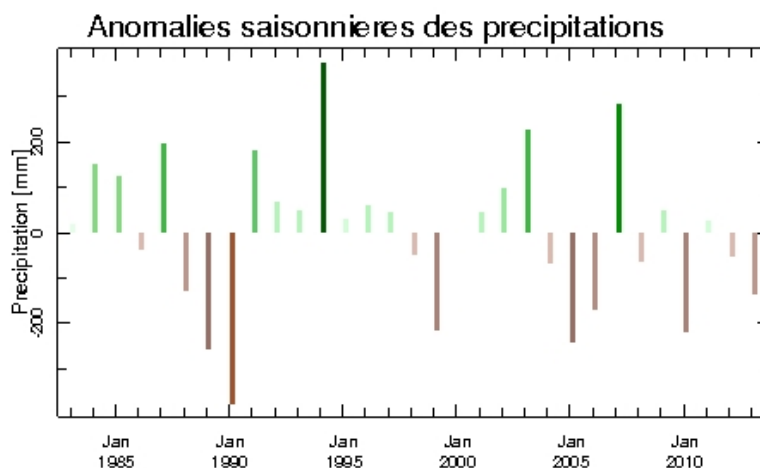
a. Précipitations

Le nombre de mois écologiquement secs est de 2 à 4 mois. Le minimum des pluies a lieu en juin ou juillet sous forme des fins crachins. La saison pluvieuse s'étend de novembre à mars avec un maximum de précipitation en janvier. Depuis 2004, sauf en 2007 où il y a eu un cyclone, les précipitations auraient à diminuer, les agricultures ont constaté que si auparavant, les pluies

⁵ Hijmans, R. J. S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very High resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.

⁶ Donque G. 1975. Contribution à l'étude géographique du climat de Madagascar. Université d'Antananarivo. Madagascar.

commençaient au mois d'Octobre, actuellement c'est seulement au mois de décembre que la saison de pluie commence, ce qui accuse un retard dans la mise en place des cultures pluviales.

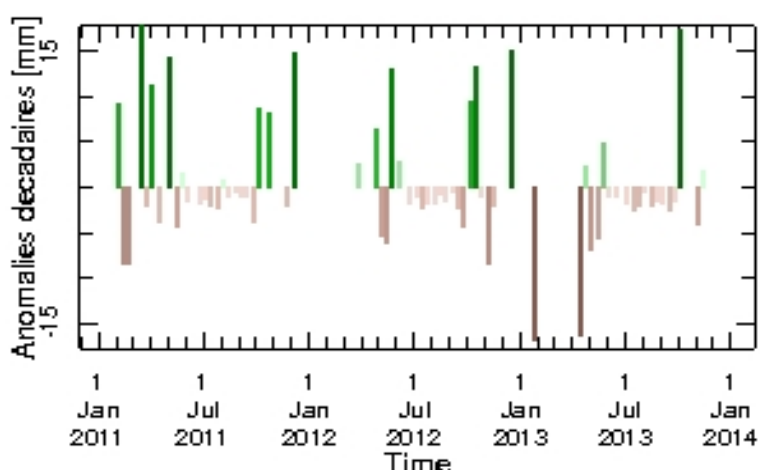


source : DGM

Figure 6: Anomalies saisonnières des températures

Selon les paysans, la saison humide et l'été se raccourciraient également. Dans le passé, la saison des pluies s'étendait jusqu'au mois d'avril, mais s'arrête aujourd'hui en début du mois de mars. En plus les pluies deviennent plus intenses mais de courte durée. Le tonnerre, les pluies torrentielles avec des grêles s'intensifient ; on n'observerait non plus la période de pluies continues sur sept jours dites « ilay fito ».

Les agriculteurs arrivent aussi difficilement à retrouver les indicateurs qui constituaient des repères pour le régime des pluies. Ainsi, auparavant, la montée de la lune comme indicateur de la montée de la lune par exemple ou ("miaka-bolana") correspondait à l'assurance d'une absence de pluies, mais ceci ne serait plus le cas aujourd'hui.



source : DGM

Figure 7: Anomalies de pluviométries

Sur cette figure d'anomalie decadaire, de 2011 au decembre 2013, la moyenne des precipitations superieures à la normale était plus élevée que celle des precipitations inferieures à la normale, même si le nombre de mois où l'anomalie est negative était presque le double des mois à anomalie positive.

De février 2013 à decembre 2013, les anomalies negatives étaient plus marquées, à l'exception du mois d'octobre 2013.

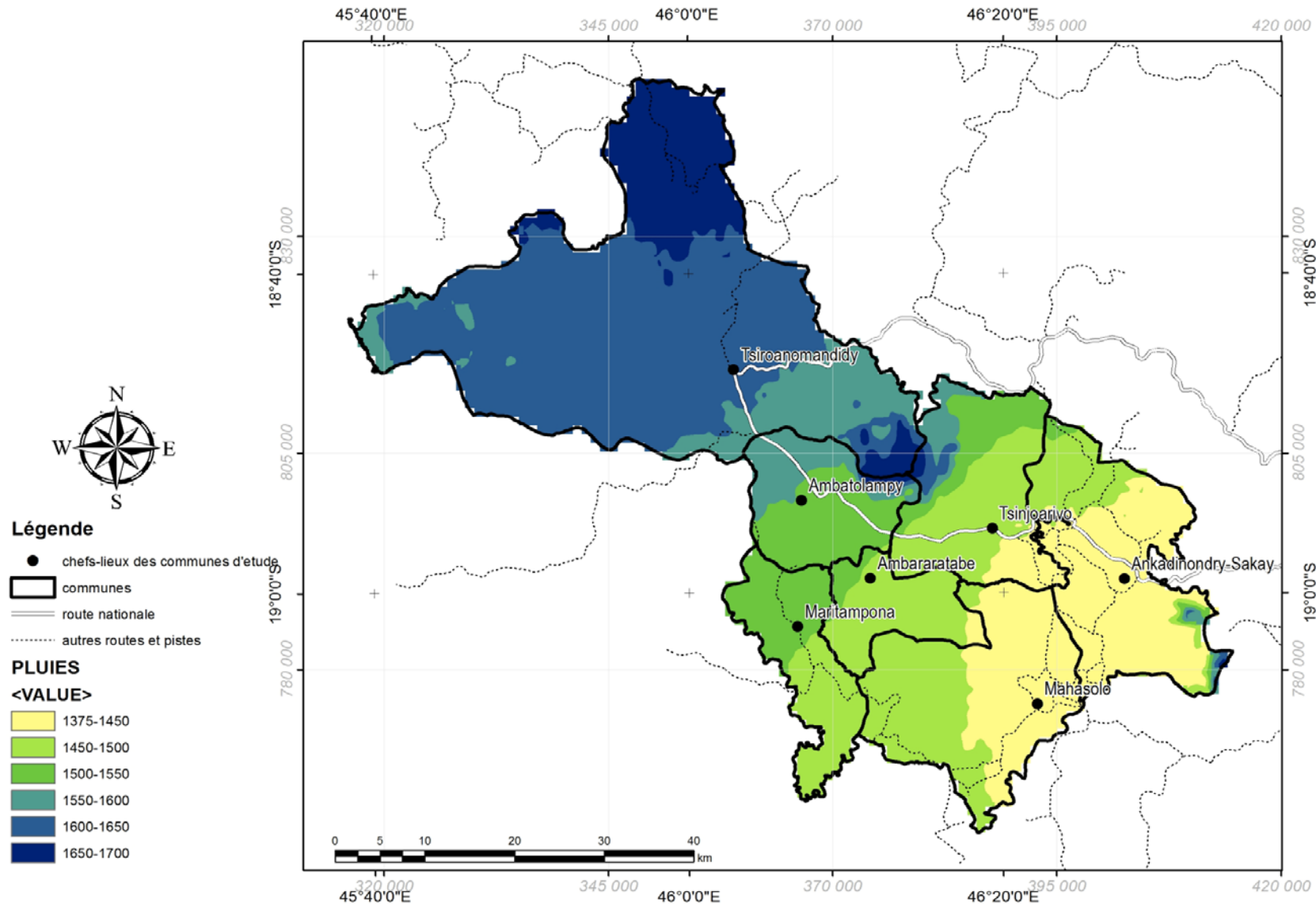
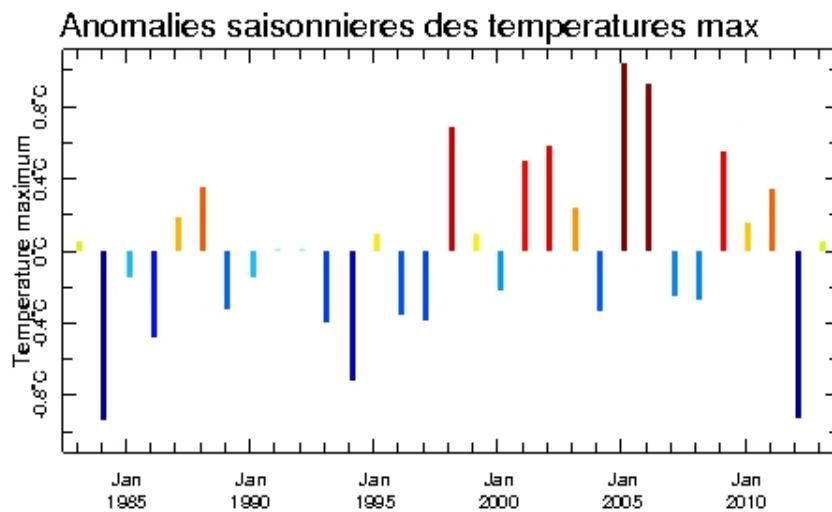


Figure 8: Répartition des pluies dans les communes d'étude

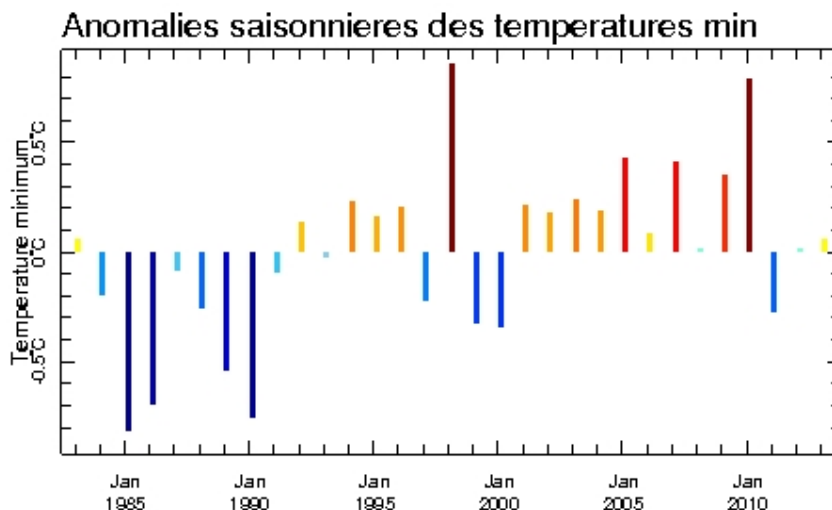
b. Températures

Depuis 2009, on observe la diminution de l'anomalie positive, c'est à dire que la température la plus élevée s'éloigne de la normale, c'est plutôt en 2012 qu'on a observé la diminution de la température maximale, les paysans perçoivent cette diminution de la température estivale alors que en automne les agriculteurs ressentent un réchauffement de la température. Ils perçoivent ce changement par l'insupportable réchauffement pendant leurs travaux au champ dès que le soleil commence à remonter : coup de soleil sur le corps, chaleur de la terre, allègement des vêtements. Mais ils ressentent également que l'hiver se refroidit, ils doivent mettre des vêtements plus chauds durant la journée et plus de couverture pendant la nuit. L'année 2011 a connu l'hiver le plus froid depuis plus de 15 ans.



source :DGM

Figure 9: Anomalies saisonnières des températures maximales



source :DGM

Figure 10: Anomalies saisonnières des températures minimales

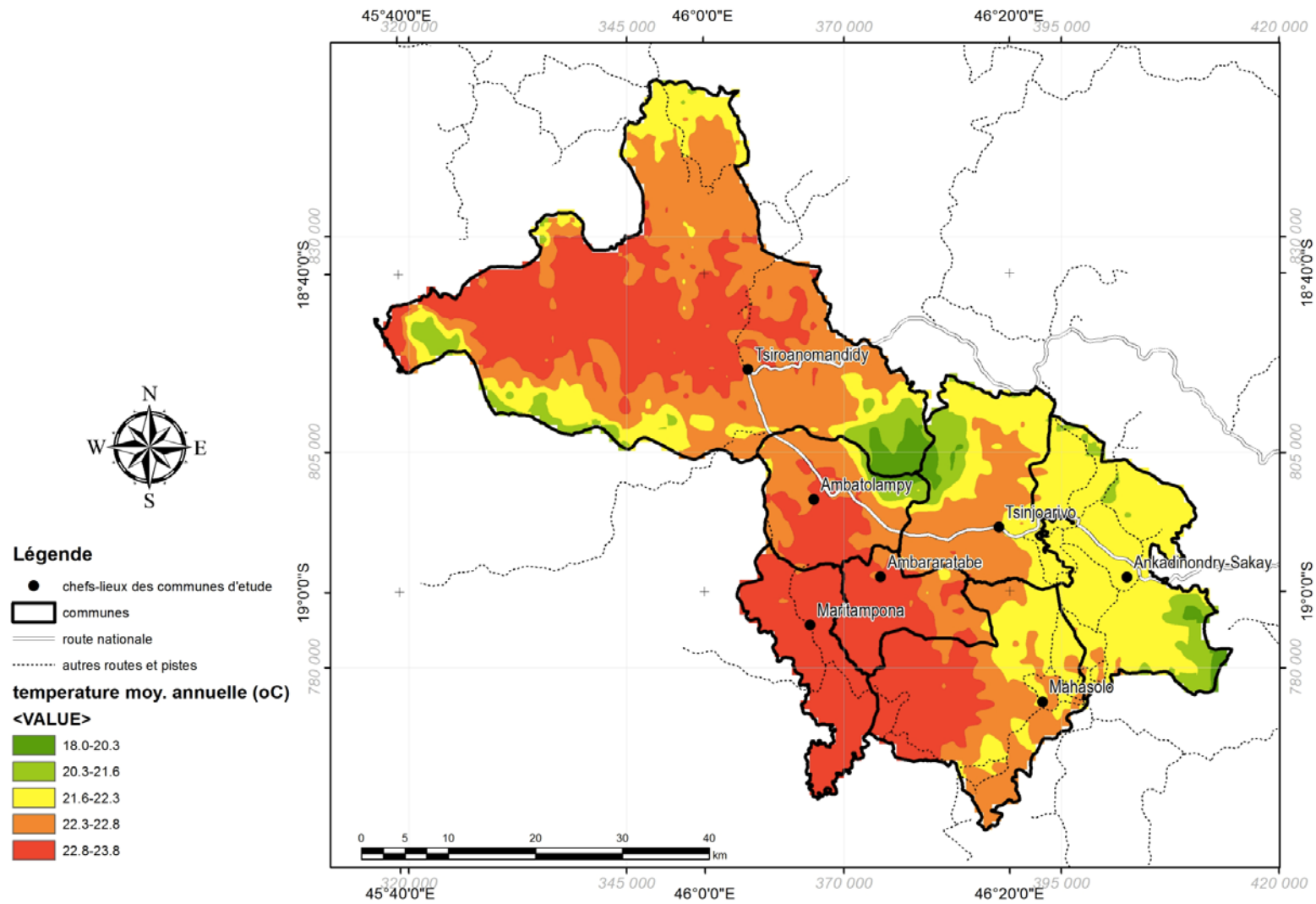


Figure 11: Température moyenne annuelle dans la région d'étude

3.5 Contexte socio-économique

3.5.1 Population

L'ensemble des sept communes d'intervention occupe environ 3,036 km² et représente 56% de la superficie du district de Tsiroanomandidy. En termes de population, les communes comptent au total 141 874 habitants. Cette population est différemment répartie dans les sept communes. Les communes de Maritampona et de Tsiroanomandidy Fihaonana, sont les moins densément peuplées, ces communes comprenant des zones enclavées éloignées des routes (RN2 et autres pistes). En revanche, la densité peut être assez élevée à Ankadinondry, Mahasolo et Ambararatabe. La répartition des habitants de chacune des communes est représentée dans le tableau suivant.

Tableau 9: Superficie et populations dans les communes d'étude

Communes	Superficie (km ²)	Population (habitants)	Nombre de ménages	Densité (hab/km ²)
Ambararatabe	150	10367	2073	69
Ambatolampy	217	10660	2132	49
Ankadinondry	409	34105	6821	83
Mahasolo	415	32434	6487	78
Maritampona	202	6619	1324	33
Tsinjoarivo	323	15317	3063	47
Tsiroanomandidy Fihaonana	1319	32372	6474	25
Total	3036	141874	28374	55 (moyenne des 7 communes)

Source : Population : INSTAT 2014, Superficie : d'après analyse SIG des données BNGRC/OCHA 2011

3.5.2 Activités économiques

3.5.2.1 Agriculture

La majorité des populations des communes d'intervention est constituée d'agriculteurs et représente 80% de l'ensemble de la population. La population active représente environ 50% de l'ensemble de la population.

Le capital productif du milieu naturel (terroirs, climat, ressources en eau...) offre à cette population une possibilité de valorisation agricole multiple. Le potentiel agronomique est estimé entre 15 à 20% de la superficie totale du territoire.

L'agriculture est essentiellement constituée de cultures vivrières dont principalement le riz, le maïs et le manioc, de cultures maraîchères : tomate, haricot, pomme de terre, etc.

Les activités agricoles sont dominées par la riziculture. Il existe ainsi deux principaux type de riziculture : la riziculture irriguée au niveau des bas-fonds et la riziculture pluviale sur les tanety.

L'agriculture fortement tributaire du régime des pluies est pratiquée selon les techniques traditionnelles et un outillage rudimentaire. A cela s'ajoute la difficulté d'accès des populations locales aux intrants qui limite les rendements agricoles.

3.5.2.2 *Elevage*

Les activités de l'élevage sont complémentaires aux activités agricoles. L'élevage est principalement constitué d'élevage bovin, élevage porcin et de l'aviculture. Mais l'élevage bovin tient la première place dans la vie économique et sociale des populations locales. Les communes d'intervention sont des zones à vocation d'élevage bovin extensif.

Les bovins sont principalement utilisés pour les travaux agricoles et le transport. L'élevage porcin constitue l'une des principales sources de revenus des ménages et les produits sont écoulés au niveau local. Les volailles sont plutôt des formes d'épargne.

Les activités de l'élevage font face à de nombreux problèmes :

- La raréfaction des pâturages naturels qui reculent et se dégradent à cause des feux de brousse répétés.
- La malnutrition et les mauvaises conditions de parcage, sources de mortalité.
- L'encadrement sanitaire peu satisfaisant.
- L'insuffisance des actions de vulgarisation de techniques améliorées.
- L'insécurité croissante depuis l'année 2009 avec le vol de bœufs par les dahalo.

3.6 Les services écosystémiques actuels

3.6.1 Typologie des biens et services écosystémiques

Selon l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (ÉÉM), la définition de services écosystémiques est basée sur deux principaux aspects:

- Les services écosystémiques sont les conditions et les processus par lesquels les écosystèmes naturels et les espèces qui les composent rendent possible la vie humaine et son émancipation. Ils maintiennent la biodiversité et la production de biens par les écosystèmes, tels que les fruits de mer, le bois de chauffage, les fibres naturelles, et de nombreux produits pharmaceutiques, des produits industriels et de leurs précurseurs (Daily, 1997).
- Les biens écosystémiques (comme la nourriture) et les services (tels que le traitement des déchets) représentent les avantages que les populations humaines tirent, directement ou indirectement, des fonctions des écosystèmes (Costanza et al., 1997).

Le concept de «services» désigne alors des avantages concrets mais considère également les bénéfiques immatériels.

Au niveau des sept communes d'intervention, les biens et services écosystémiques peuvent ainsi être regroupés en trois grandes catégories :

- Les services de prélèvement qui concernent la consommation directe des ressources par les populations locales : utilisation agricole ou domestique des ressources en eau, agriculture, pâturage, extraction de combustibles ligneux, etc.

- Les services de régulation qui touchent les corrélations entre les différents éléments du milieu et qui assurent un environnement favorable aux populations locales. Ce sont par exemple le cycle de l'eau, la régulation du climat, etc.
- Les services culturels qui se rapportent aux valeurs immatérielles générées par les éléments de l'espace, ou attribuées par l'être humain à ces derniers. Ils peuvent être de nature spirituelle, esthétiques, etc. comme l'utilisation des aires de récréation comme celle des chutes de Mandalo de la commune de Maritampona ou le pic de Bevato de la commune de Tsiroanomandidy Fihaonana.

Les types de services écosystémiques, ainsi que leurs valeurs respectives dépendent donc des écosystèmes disponibles aux niveaux des communes et de leurs valeurs fonctionnelles.

3.6.2 Valeur économique des biens et services écosystémiques

La valeur économique totale est une notion qui embrasse l'ensemble des valeurs dérivées de la nature, qu'elles soient quantifiables ou non. La présente évaluation s'appuie sur cette notion, pour cerner l'ensemble des bénéfices que la nature peut fournir aux populations des sept communes d'intervention.

La valeur économique totale des biens et services écosystémiques des zones d'études peut ainsi être subdivisée en quatre grandes catégories, selon l'utilisation des ressources au niveau des communes :

- La valeur d'usage directe qui représente la valeur traditionnellement véhiculée sur les marchés économiques. Ce sont les biens ou services issus des écosystèmes, dont les habitants se sont appropriés. Ils s'agissent de la valeur des parcelles agricoles, des zones de pâturage, des terroirs d'habitats, la valeur de l'usage de l'eau, les biens alimentaires, la biomasse, etc.
- La valeur d'usage indirecte représente la valeur générée par la nature et qui affecte le bien-être humain mais qui n'est pas véhiculée sur les marchés traditionnels. Ce sont ainsi les services naturels qui affectent positivement l'utilité des différents éléments de l'espace comme la régulation du climat, la prévention de l'érosion par la présence de couverture végétale, les fonctions esthétiques, etc.
- Les valeurs d'option représentent la valeur d'utilisation future des ressources naturelles et renvoient à des valeurs transactionnelles. Elles représentent le potentiel d'usage des écosystèmes dans le futur.
- Les valeurs de non-usage (valeur d'héritage et d'existence) sont difficilement quantifiables mais sont bien réelles en participant au bien-être humain. Elles s'inscrivent dans une optique de respect et d'équité trans-générationnelle.

3.6.3 Evaluation des valeurs d'usages direct et indirect

L'évaluation quantitative des valeurs économiques des biens et services écosystémiques a été basée sur deux principales méthodes de mesure des services écologiques fournis par les écosystèmes inventoriés au niveau des sept communes d'intervention : la méthode basée sur les marchés directs et la méthode basée sur les coûts. La première méthode a permis d'évaluer les valeurs d'usages directes et indirectes des biens et services écosystémiques des zones d'intervention, tandis que la seconde renvoie à l'évaluation des valeurs d'option et de non-usage des biens et services écosystémiques inventoriés au niveau des communes d'interventions.

3.6.3.1 Valeurs d'usages direct et indirect

L'évaluation a été effectuée à partir de l'estimation de la valeur sur les marchés des biens et services écosystémiques. Il s'agit d'estimer la valeur économique des produits ou des services écosystémiques qui sont achetés et vendus sur les marchés.

Cette méthode basée sur les marchés directs concerne les services de prélèvement en considérant la valeur quantitative d'un bien ou d'un service, et les services de régulations sans lesquels, la qualité et la quantité des biens et services seront réduites. Elle utilise des techniques économiques standard pour mesurer les avantages économiques des biens utilisés en se basant sur les quantités de produits issus de ces biens, que les ménages doivent utiliser pour leur survie.

Le montant que les ménages doivent payer pour se procurer des biens et services sont alors calculés à partir des quantités de produits utilisés, associés à leurs prix qui sont déterminés par les marchés.

De manière à pouvoir évaluer par les prix de marchés et données quantitatives associées aux biens et services identifiés au niveau des communes d'intervention, les travaux effectués se sont organisés autour de quatre points :

- Identification des services écosystémiques les plus représentatifs : inventorier les services écosystémiques les plus pertinents.
- Identification des processus de production : déterminer par quel service l'écosystème fournit une fonction de production.
- Estimation de la fonction de production : recueillir des données sur la quantité et le coût unitaire des intrants de production, tel que le travail, le capital, les matériaux, les coûts de transport ou des services écosystémiques et les sorties en termes de biens ou services finaux au prix du marché.
- Estimation des revenus finaux : évaluer les revenus nets en tenant compte de tous les intrants.
- L'évaluation des biens et services écosystémiques renvoie ainsi à l'analyse de l'utilisation des ressources. D'une manière générale, les ressources sont principalement utilisées à des fins. Les sols sont exploités en terroirs de cultures : agricoles : parcelles de cultures pluviales, parcelles de cultures irriguées, parcelle de cultures de contre-saison. Les eaux sont pour la plupart destinées à des usages agricoles : irrigation des rizières. La végétation est surtout destinée à des usages domestiques : combustibles.
- Les principales utilisations des ressources par commune sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 10: Principales utilisations des terres dans la région d'étude

Commune	Ressources	Type	Utilisation
Tsiroanomandidy	Sol	Rizière	Riziculture irriguée
			Cultures de contre de saison: Oignon, haricot vert, tomate
			Briquetterie
		Exploitations aurifère	
		Tanety	Cultures vivrières: manioc et maïs
			Riziculture pluviale
	Pâturage		
	Baiboho	Riziculture irriguée	
	Végétation	Savane	Elevage
			Engrais
		Arbres fruitiers et reboisement	Combustible
	Eau	Cours d'eau	Nourriture, combustible
Agriculture			
Sources		Elevage	
		Usage domestique	
		Usage domestique (eau potable)	
Ambatolampy	Sol	Rizière	Riziculture irriguée
			Cultures de contre-saison: Pomme de terre, tomate, carotte
			Brique
		Baiboho	Riziculture irriguée
	Tanety	Cultures vivrières: manioc et maïs	
	Végétation	Savane	Elevage
			Engrais
		Arabes fruitiers et reboisement	Combustible
	Eau	Cours d'eau	Agriculture
			Usage domestique
		Sources	Agriculture
			Usage domestique
Marais		Pisciculture	
		Agriculture	
		Artisanat: Fandrana, hisatra, satrana, vinda	
Maritampona	Sol	Rizière	Riziculture irriguée
			Contre de saison: Brèdes, haricots, pommes de terre
		Tanety	Cultures vivrières: manioc et maïs
		Baiboho	Riziculture irriguée
	Végétation	Savane	Brique
			Engrais
		Arbres fruitiers et reboisement	Nourriture, combustible
	Eau	Cours d'eau	Agriculture
			Elevage
			Usage domestique
		Bassin piscicole	Pisciculture
		Sources	Usage domestique
Agriculture			
Puits	Usage domestique		
Autre	Chute d'eau	2 fois par an (Pâques et Pentecote)	
Ambararatabe	Sol	Rizière	Riziculture irriguée

			Brique
			Cultures de contre saison: brède, ail, oignon
		Tanety	Cultures vivrières: manioc, maïs, voanjobory
	Végétation	Baiboho	Arachide, fruits
		Savane	Combustible
		Arbres fruitiers et reboisement	Nourriture, combustible
	Eau	Cours d'eau	Bétail
		Sources	Usage domestique
		Bassin piscicole	Pisciculture
Ankadinondry	Sol	Rizière	Riziculture irriguée
			Cultures de contre-saison: arachide, pomme de terre
		Tanety	Cultures vivrières: manioc, maïs
	Végétation	Baiboho	Baie rose
			Cultures vivrières: manioc, maïs
		Savane	Combustible
	Eau	Arbes fruitiers et reboisement	Engrais
			Nourriture, combustible
		Cours d'eau	Elevage, agriculture
Mahasolo	Sol		Usage domestique
			Usage domestique
		Rizière	Riziculture irriguée
	Végétation	Tanety	Brique
			Cultures vivrières: manioc, maïs
		Baiboho	Cultures vivrières: manioc, maïs
	Eau		Combustible
			Engrais
		Cours d'eau	Elevage, agriculture
Tsinjoarivo	Sol		Usage domestique
			Usage domestique
		Rizière	Riziculture irriguée
	Végétation		Cultures de contre-saison: haricot, tomate
		Tanety	Cultures vivrières: manioc, maïs
		Baiboho	Cultures vivrières: manioc, maïs
	Eau		Engrais
			Comestible
		Cours d'eau	Elevage, agriculture
	Sources	Exploitations aurifère	
		Usage domestique	

Source : Ateliers villageois

- Les calculs effectués ont fait ressortir les valeurs moyennes annuelles d'usages direct et indirect des biens et services écosystémiques très élevées au niveau des sept communes d'intervention, atteignant près de 700 Mds Ariary pour l'ensemble des communes.

Tableau 11: Les valeurs moyennes annuelles d'usages direct et indirecte des biens et services écosystémiques

Commune	Valeur annuelle en ariary
Tsiroanomandidy Fihaonana	256 168 000 000
Ambatolampy	26 524 000 000
Maritampona	66 327 750 000
Ambararatabe	21 742 800 000
Ankadinondry	71 677 950 000
Mahasolo	162 983 000 000
Tsinjoarivo	90 040 500 000
Total	695 464 000 000

- Les valeurs d'usage des écosystèmes sont fonction de la disponibilité des ressources. Les zones de tanety, qui sont principalement utilisées pour les cultures pluviales, sont les ressources qui génèrent le plus de bénéfice pour les populations locales. Pourtant, ce sont les zones des tanety qui sont les plus exposés et les sensibles à la dégradation des terres et aux changements climatiques.

3.6.3.2 Valeurs d'option et de non-usage

La mesure de la valeur économique des biens et services écosystémiques peut également se faire à partir de méthodes de valorisation fondées sur les « coûts ». Dans cette optique, il s'agit d'attribuer une valeur aux services offerts par les milieux naturels, en considérant son remplacement par des alternatives. L'approche par le coût des dommages évités, le coût de remplacement, les dépenses de protection et les méthodes de coûts de substitution sont des méthodes connexes qui permettent d'estimer les valeurs des services écosystémiques en se basant soit sur les coûts des dégâts dus aux services perdus, le coût de remplacement des services écosystémiques, le coût ou manque à gagner de la perte de productivité des écosystèmes ou le coût de la prestation de services de substitution.

Elles estiment la valeur des écosystèmes à travers le paiement pour des alternatives aux services rendus. Ceci est basé sur l'hypothèse que si les agents économiques engagent des frais pour éviter les dommages causés par les services écosystémiques perdus, ou pour les remplacer, alors ces services doivent valoir au moins ce qui a été payé pour les remplacer.

Ces méthodes ont été appliquées dans la mesure où les biens et services écosystémiques à valeur d'option et de non usage n'ont pas de valeur économique sur le marché.

A l'issue des inventaires des ressources effectués au niveau des communes d'intervention, ainsi que l'utilisation locale des ressources disponibles, pic de Bevato de la commune de Tsiroanomandidy Fihaonana et la chute d'eau de Mandalo de la commune de Maritampona sont les ressources à valeur culturelles et esthétiques des zones d'intervention. Les valeurs accordées à ces biens environnementaux ont été calculées à partir des coûts de transport que les visiteurs supportent pour s'y rendre.

La valeur annuelle du pic de Bevato est ainsi de l'ordre de 174 808 800 ariary tandis que celle de la chute de Mandalo est estimée à une valeur de 11 252 300 ariary par an.

3.7 Impacts de la dégradation des terres sur les services écosystémiques

3.7.1 Principaux aspects de la dégradation des terres

Selon le glossaire de la CNULD, la dégradation des terres signifie diminution ou disparition de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que :

- l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau ;
- la détérioration des propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques des sols; et
- la disparition à long terme de la végétation naturelle.

Il a été noté que les communes d'intervention font actuellement face à des phénomènes croissants de dégradation des terres. Selon les constats locaux, la dégradation des sols au niveau des communes se manifestent par :

- une grande vitesse de formation et de développement des lavaka,
- la présence de phénomènes érosifs comme les grands ruissèlements des eaux de pluies, l'entassement d'eaux boueuses au niveau des creux, l'ensablement des zones basses,
- l'existence de croûte de battance qui se traduit par le colmatage de la porosité de la partie superficielle du sol, qui s'oppose à l'infiltration de l'eau et à la circulation de l'air.
- la présence de zones compactées sous la couche de sol arable ou semelles de labour : des couches compactes de plusieurs centimètres d'épaisseur du sol, situées à la base du labour.
- des changements floristiques : végétations malingres, moins résistantes à la sécheresse, moins vertes, de tailles anormalement variables ; apparition d'espèces adaptées aux sols compacts comme les monima, tsilo, anamalaon-tany, menabe, tsivaky mpanoto, tangorombitsika, Stryga, etc.
- une mauvaise pénétration de l'eau : existence de flaques d'eau persistant en surface, plusieurs heures après une forte pluie et plusieurs minutes après une pluie de faible intensité.
- une lenteur de la décomposition des résidus végétaux et de l'humification.

L'érosion constitue le principal facteur de dégradation des terres. Effectivement, sur les sols de type ferrallitique particulièrement fragiles, le phénomène d'érosion est un phénomène chronique au niveau des zones d'interventions. Soumis aux actions érosives des pluies de plus en plus intenses en saison pluvieuse, le phénomène y est de plus en plus accentué.

Les agents de l'érosion sont l'eau et le vent. Mais si l'érosion éolienne n'affecte pas particulièrement les sols, l'érosion hydrique est généralisée dans toutes les hiérarchies du transect pédologique.

3.7.2 Facteurs de dégradation des terres

Les principaux facteurs de dégradations des terres identifiés au niveau des communes d'interventions sont classés en deux catégories : les facteurs abiotiques et les facteurs anthropiques.

3.7.2.1 Les facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques de la dégradation des sols sont :

- L'intensité de pluie : l'érosion est en partie due à l'énergie de battance des pluies sur les sols. Les zones d'études se trouvent être de plus en plus exposé à l'érosion hydrique dans le sens où, selon les populations locales, la quantité d'eau tombée en une journée pendant les premiers mois de la saison pluvieuses est de plus en plus croissant au cours des dix dernières années.
- La nature du sol : il s'avère que l'érodibilité dépend essentiellement du taux de matières organiques du sol, de la texture du sol et enfin de la structure de l'horizon de surface et de sa perméabilité. Les estimations de la résistance des sols à l'érosion ont démontré que les sols ferrallitiques, qui couvrent la majeure partie des territoires locaux, présentent une érosion potentielle élevée de 4,50 mm/an.

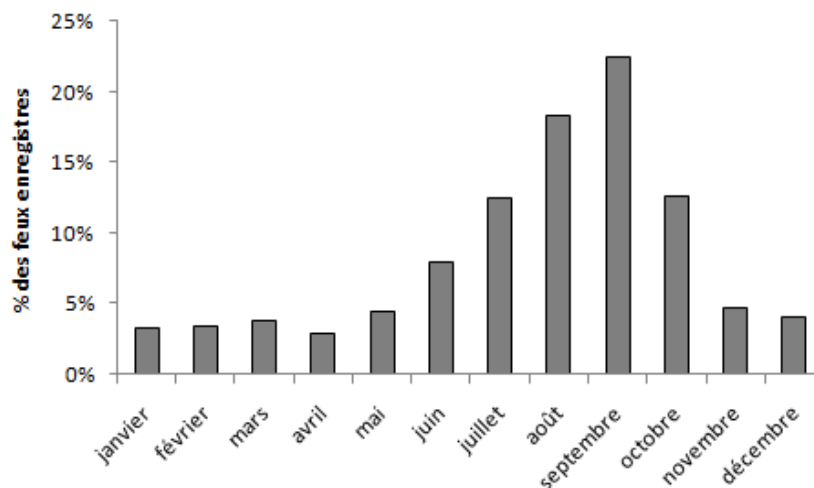
3.7.2.2 Les facteurs naturels

L'érosion ne dépend pas seulement du climat, de la pédologie et de la topographie mais elle est également fonction de la nature de la couverture végétale. Pour arrêter l'érosion, un couvert végétal est d'autant plus efficace qu'il absorbe l'énergie cinétique des gouttes de pluie, qu'il recouvre une forte proportion du sol durant les périodes de fortes pluies. Il sert à ralentir l'écoulement du ruissellement tout en maintenant une bonne porosité du sol.

En général, sous les savanes à graminée, les ruissellements sont moyens avec 0,02 à 5 %. Cependant, avec les feux qui interviennent chaque année au niveau des communes, les conditions sont radicalement différentes : le ruissellement passe à 16 %. Néanmoins, les populations locales ont noté une nette diminution des feux de brousse en 2013. Cette situation peut en partie s'expliquer par la mise en place d'une structure de contrôle et de gestion commune des ressources au niveau de chaque, le « dinabe », qui a également entraîné une nette diminution des dahalo.

3.7.2.3 Les feux de brousse : régime et dynamiques

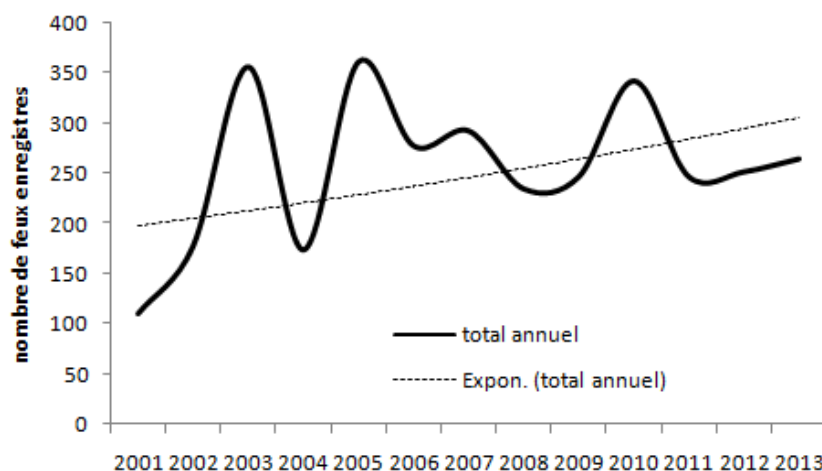
Les feux de brousses sont perçus comme d'une des principaux facteurs de l'érosion. De fait, une meilleure compréhension de leurs régimes et dynamiques s'avère cruciale pour la gestion durable des ressources naturelles.



source : données analysées d'après le Système de suivi satellitaire Modis

Figure 12: Distribution des feux au cours de l'année sur l'ensemble des sept communes

Le graphe de répartition saisonnière (fig. 6) montrent que les commencent généralement au mois de juin, et se terminent en octobre, avec un pic prononcé en septembre. Ils se situent alors pendant les périodes les plus sèches de l'année, atteignant les valeurs maximales pendant aout et septembre, mois les plus secs de l'année.



source : données analysées d'après le système de suivi satellitaire MODIS

Figure 13: Evolution du nombre des feux 2001-2011 pour l'ensemble des sept communes

L'évolution du nombre des feux entre 2001 et 2013 montre une croissance continue des feux de brousse dans les 7 communes. En 2003 et en 2010, les feux atteignent des pics qui succèdent aux années de crise politique de 2002 et de 2009. Bien que les paysans locaux rapportent avoir perdu la plupart de leur bétail depuis 2009 en raison de la recrudescence de vols de zébus, les feux ne semblent pas pour autant avoir ralenti. Trois principales causes sont attribuées aux feux de brousse : la pratique de feu de pâturage dont le but est d'avoir des repousses tendres pour l'alimentation des bœufs, leur utilisation par les voleurs de zébus (*dahalo*) pour semer leurs poursuivants, et leur

utilisation par les paysans comme un moyen pour lutter contre les sauterelles. Cependant, ces pics en 2009 et 2010 tendent aussi à démontrer la relation directe avec la situation politique nationale, soit comme une certaine forme de manifestation d'opinion, soit comme la preuve de l'absence d'une autorité forte au niveau local.

Une observation rapide permet de distinguer deux principaux foyers des feux et qui méritent ainsi une attention particulière pour leur lutte, en l'occurrence les hauteurs de Bevato et la partie occidentale de la commune de Tsiroanomandidy Fihaonana. Ces zones sont les moins densément peuplées des communes d'étude. Les communes à l'est sont relativement moins touchées mais l'importance des feux n'y est pas négligeable. On note aussi que les feux sont assez rares autour des chefs-lieux de commune.

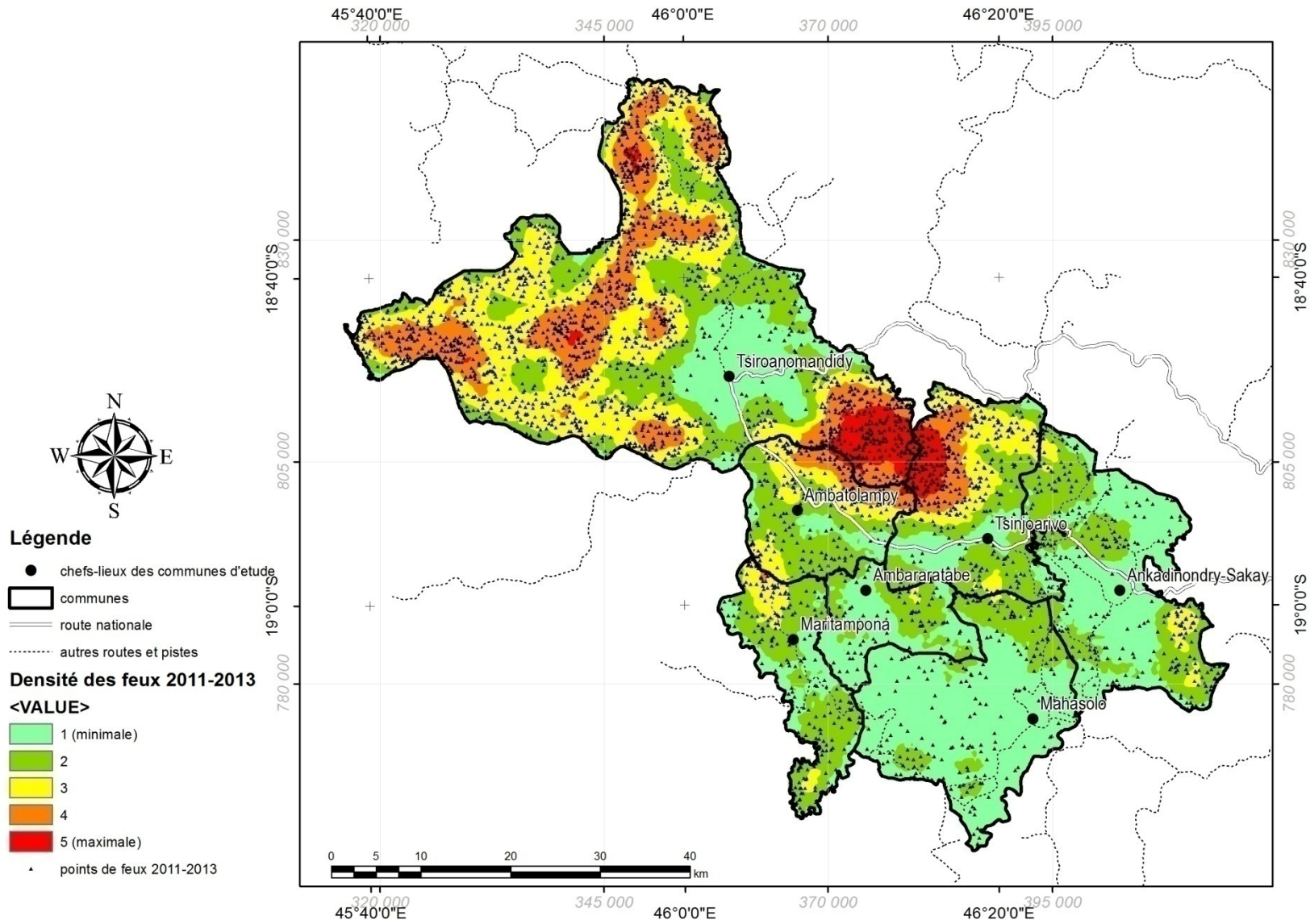


Figure 14: Répartition des feux cumulés sur la période 2001-2014

3.7.2.4 Les facteurs anthropiques

Les aménagements physiques comme les terrassements, les cultures suivant les courbes de niveau, etc. sont les techniques d'aménagement des parcelles qui se sont révélées plus efficaces contre le phénomène d'érosion, et notamment lorsqu'ils sont complétés par des reboisements et des plantations des espèces herbacées.

Pourtant, les populations locales n'arrivent pas à maîtriser ces techniques. Les parcelles de cultures n'y sont pas aménagées en terrasse et selon leur perception, les techniques de drainages utilisées ne font que renforcer l'érosion. Les reboisements sont quasiment nuls au niveau des communes, étant donné le coût élevé des plants. Les seules techniques de protection se résument en des protections des berges par des haies vives, qui n'arrivent qu'à réduire partiellement les ruissellements. Cette situation soulève l'importance d'analyser les perceptions paysannes pour mieux identifier les techniques écologiquement, économiquement et socialement appropriées

3.7.3 Impacts de la dégradation des terres sur les services écosystémiques

3.7.3.1 Impact de la dégradation des terres sur les ressources

Les pressions directes sur les ressources naturelles et les écosystèmes dues aux différents facteurs précédemment développés ont conduit à une très grande réduction du couvert végétal au niveau des zones d'intervention, exposant les sols déjà vulnérables à l'érosion. Selon les populations locales, les différents processus d'érosion du sol ont plusieurs conséquences écologiques par sa répercussion sur la dégradation du sol :

- une perte accélérée et irréversible de la base du soutien des racines des plantes, qui retient et emmagasine l'humidité et les éléments nutritifs,
- une perte d'éléments nutritifs naturels ou agrégés au sol, et arrachage et perte de semences ou de plantes encore peu développées,
- un amincissement progressif du sol et un accroissement de la pierrosité et affleurement des couches plus profondes du sol,
- une possibilité de la perte totale de la capacité productive du sol en un temps très court (de l'ordre de quelques années) par rapport à celui qu'il a fallu pour sa formation,
- un décapage et une ablation du sol par l'érosion, entraînant le transport de particules et des éléments nutritifs de l'amont vers l'aval du versant,
- une invasion d'espèces végétales spécifiques des sols dégradés,
- une formation de topographie ravinée constituée par : sillons, ravins, ravines, rigoles et lavaka,
- un écoulement de boues produites lors des pluies abondantes et une saturation en eau des horizons supérieurs,
- une augmentation des risques d'inondations,
- la pollution des cours d'eau, particulièrement par des matériaux en suspension,

- une accumulation de sédiments à l'aval des versants, vallées, plaines, lits fluviaux, canaux d'irrigations et de drainage.

Par ailleurs, la dégradation des terres ont entraîné des conséquences non négligeables sur l'intégrité des plantes. Le faible teneur en matières organiques et la faible stabilité structurale des sols ont entraîné un déficit en éléments nutritifs et une capacité insuffisante de rétention d'eau, d'où une réduction de la croissance des plantes. On sait que les terres sèches sont particulièrement sensibles à l'érosion. La raréfaction de la végétation risque d'étendre davantage encore la dégradation des sols par rétroaction entre la surface du sol et l'atmosphère. Cela se produit lorsqu'une diminution de la végétation amoindrit l'évaporation et accroît le rayonnement qui se réfléchit vers l'atmosphère (albédo). La réduction de la formation des nuages et des précipitations qui en résulte provoque une rétroaction qui réduit encore la végétation.

3.7.3.2 Impacts de la dégradation des terres sur la valeur des biens et services écosystémiques

a. Perte de productivité des sols en culture pluviale

Les différents impacts de la dégradation des terres due à l'érosion influent très négativement la productivité des sols. Les sols en cultures pluviales, sur les flancs des collines, sont les plus sensibles à la perte de la fertilité, les éléments nutritifs des sols étant acheminé par les eaux de ruissellement dans les zones plus basses : baiboho et bas-fonds.

Les informations recueillies ont confirmé cet état de chose car effectivement. Selon effectivement les populations locales, les rendements des cultures pluviales ont presque diminué de moitié par rapport à ceux obtenus 10 ans auparavant. Le riz et le maïs sont les plus affectés.

b. Pertes de la productivité et augmentation des coûts des cultures irriguées

Les relations entre l'infiltration et les débits d'étiage sont complexes mais on peut supposer que la réduction des capacités d'infiltration des sols agit dans le sens d'une réduction des débits d'étiage au niveau des zones basses, au moment où les pluies sont faibles et les besoins en eau des plantes dans les aires irriguées sont les plus importants. Les rendements des cultures sont ainsi affectés par cette situation, avec une réduction d'environ 20%.

Bien que l'érosion n'en soit pas la seule cause, le manque d'eau a pour résultat de réduire les parcelles irriguées. Environ 15% des parcelles destinées aux cultures irriguées sont laissés en friche, ce qui réduit largement les productions. Cette situation est amplifiée par l'augmentation du ruissellement et des transports de sédiments qui induisent d'autre part une forte augmentation des coûts d'entretien des systèmes d'irrigation et une baisse parallèle de la rentabilité des investissements.

c. Réduction des quantités et de la qualité de l'eau à usages domestiques

Chacune des communes d'intervention bénéficie d'un réseau hydrographique dense, principalement constitué de rivières et de nombreuses sources. Les cours d'eau sont pour la plupart voués aux activités agricoles, tandis que les sources sont destinées aux seuls usages domestiques. La satisfaction de la demande en eau pour usage domestique devient actuellement problématique avec le tarissement progressif des sources et la diminution croissante de la qualité des eaux avec la pollution due à l'érosion.

Les ménages sont ainsi de plus en plus contraints d'utiliser les cours d'eau pour leurs besoins domestiques. Dans le cas de la commune de Maritampona, 25% des ménages investissent dans la construction de puits.

d. Augmentation du coût de l'énergie

Le bois et le charbon sont les principales sources d'énergie utilisées par les populations locales. Avec la raréfaction des forêts et des bois, les populations locales ont constaté une très grande augmentation des prix des bois de chauffe et du charbon de bois. Si en 2005, le prix d'un sac de charbon était de 5 000 ariary, le prix du même sac est actuellement de 12600 ariary, soit une augmentation de l'ordre de 125% en 10 ans.

e. Réduction de la biodiversité

Il a été noté que des dizaines d'espèces animales et végétales ont disparu autant que l'apparition de nouvelles espèces, du fait de la destruction des habitats naturels au niveau des zones d'intervention.

Les formations végétales originelles ont en totalité disparu tandis que l'apparition de nouvelles espèces comme les monima, anamalaon-tany, menabe, tsivaky mpanoto, tangorombitsika, striga ont été soulevés. Les soka-drano et les trandraka ont été déclarés comme les espèces animales disparues et les voangory sont de moins en moins nombreux. Par contre, les populations locales ont noté une invasion croissante des fano (insecte) et des jorery.

Pourtant, la disparition ou l'introduction d'une espèce transforme les équilibres écologiques, et particulièrement la chaîne alimentaire, et a des incidences sur l'ensemble de l'écosystème. Les pertes potentielles découlant de la réduction de la biodiversité sont difficilement chiffrables mais demeurent réelles et l'intérêt du maintien des végétations de chacune des communes reste certaine.

3.8 Vulnérabilité aux changements climatiques et moyens d'adaptation en termes de gestion durable des terres et production agricole

3.8.1 Cartographie des aléas

Les échanges effectués au niveau de chacune des communes d'intervention convergent sur le fait que le climat a évolué au cours des dernières décennies.

En termes de température, les perceptions locales font état de la situation actuelle où l'on a notamment observé une très grande amplitude thermique entre la saison chaude généralement de novembre à mars et la saison fraîche d'avril à octobre, avec une hausse de la température en été et une baisse de la température en hiver. Outre les variations de températures, des effets sur la fréquence, l'intensité et la distribution des précipitations se font sentir tout comme des perturbations dans les saisons. Les principaux traits caractéristiques de ces variations sont :

- le retard de la venue des pluies,
- l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de la tombée des grêles et des pluies torrentielles au cours des premiers mois de la saison pluvieuse,
- la diminution du nombre de jour de pluies,
- le raccourcissement de la saison pluvieuse,

- la diminution des précipitations,

Par ailleurs, les populations locales ont constaté une augmentation de la fréquence des foudres ainsi que de la vitesse et de la fréquence des vents, notamment au début de l'été.

D'autres phénomènes ont également été soulevés: les feux de brousse, les dahalo, l'érosion et l'invasion acridienne ont été classés parmi les principales menaces qui affectent les conditions de vie des populations locales.

3.8.2 Analyse de la vulnérabilité

Selon la matrice de vulnérabilité par l'utilisation de l'AVCA, les analyses portent sur les aléas et la sensibilité des ressources par rapport aux aléas.

3.8.2.1 Analyse de l'importance des aléas et exposition

Il s'agit ici d'apprécier l'importance de l'influence des principaux aléas identifiés par les populations locales, sur leurs principales ressources de subsistance, afin de mesurer les degrés d'exposition par rapport aux aléas.

Une grille de notation des aléas suivant leur importance a été élaborée selon le système suivant :

- 0=aléas n'ayant aucune influence sur les ressources.
- 1=aléas avec une influence minimale les ressources.
- 2=aléas avec une influence entre minimale et moyenne sur les ressources.
- 3=aléas avec une influence moyenne sur les ressources.
- 4=aléas avec une influence moyenne et très forte sur les ressources.
- 5=aléas avec une influence très forte sur les ressources.

A partir des notes attribuées aux différents aléas identifiés, selon les perceptions des populations de chacune des communes d'intervention, les principaux aléas ont été classés suivant l'importance de leurs influences sur les ressources donc d'exposition.

Le tableau suivant récapitule les notes attribuées

Tableau 12 : les notes attribuées aux différents aléas identifiés

Communes	Aléas	Feux de brousses	Erosion du sol	Baisse de la T° hivernale	Hausse de la t° estivale	Retard de la venue des pluies	Grêle et pluies torrentielles	Vents violents	Diminution du nombre de jours de pluies	Diminution des précipitations	Invasion acridienne	Dahalo	Total par ressource
	Ressources												
Tsiroanomandidy Fihaonana	Rizières	1	3	0	0	4	3	1	3	3	3	0	21
	Tanety	4	5	1	1	2	4	3	2	3	4	0	29
	Baibofo	2	4	0	0	2	2	3	2	2	3	0	20
	Savane	5	4	0	0	2	3	0	1	2	4	4	25
	Zones boisées	2	0	0	0	2	1	1	1	1	2	0	10
	Cours d'eau	1	2	0	0	0	1	0	2	3	0	0	9
	Sources	3	4	0	0	1	1	0	2	3	0	0	14
	Bétail	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	9
Total par aléas	21	22	1	2	13	15	8	13	17	16	9	137	
Ambatolampy	Rizières	1	4	0	0	4	2	0	3	4	2	0	20
	Tanety	4	4	0	0	3	4	2	2	2	5	0	26
	Baibofo	1	4	0	0	3	1	2	3	3	3	0	20
	Savane	5	4	0	0	1	3	1	2	2	5	4	27
	Zones boisées	2	0	0	0	1	0	2	2	2	3	0	12
	Cours d'eau	1	3	0	0	0	2	0	3	3	0	0	12
	Sources	3	4	0	0	1	1	0	2	3	0	0	14
	Etangs	1	3	0	0	1	0	0	1	4	0	0	10
Bétail	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	9	
Total par aléas	21	26	0	1	14	13	7	18	23	18	9	150	
Maritampona	Rizières	1	4	0	0	4	2	0	3	4	2	0	20
	Tanety	4	4	0	0	3	4	2	2	2	5	0	26
	Baibofo	1	4	0	0	3	1	2	3	3	3	0	20
	Savane	5	4	0	0	1	3	1	2	2	5	4	27
	Zones boisées	2	0	0	0	1	0	2	2	2	3	0	12
	Cours d'eau	1	3	0	0	0	2	0	3	3	0	0	12
	Sources	3	4	0	0	1	1	0	2	3	0	0	14
	Etangs	2	3	1	0	1	2	0	1	1	0	0	11
	Bassin	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	6
	Chute d'eau	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Bétail	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	9	
Total par aléas	22	27	2	1	15	16	7	19	22	18	9	158	
Ambararatabe	Rizières	2	4	0	0	4	2	0	3	4	0	0	19
	Tanety	3	3	0	0	2	3	4	2	1	5	4	27

	Baiboho	2	4	0	0	3	2	2	2	3	3	0	21
	Savane	5	4	0	0	1	3	1	2	2	5	5	28
	Zones boisées	2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	0	11
	Cours d'eau	1	3	0	0	0	1	0	3	4	0	0	12
	Sources	3	4	0	0	1	0	0	3	4	0	0	15
	Bassin	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	6
	Bétail	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
	Total par aléas	20	23	1	0	13	13	8	18	21	15	13	145
Ankadinondry	Rizières	2	3	0	0	3	2	0	2	4	0	0	16
	Tanety	2	3	0	0	1	2	3	2	1	4	3	21
	Baiboho	1	3	0	0	2	1	3	2	2	3	0	17
	Savane	4	4	0	0	1	2	0	2	2	4	4	23
	Zones boisées	1	0	0	0	1	0	1	1	2	3	0	9
	Cours d'eau	1	4	0	0	0	2	0	4	4	0	0	15
	Sources	2	4	0	0	1	0	0	2	3	0	0	12
	Bétail	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
	Total par aléas	15	21	0	0	9	9	7	15	18	14	11	119
Mahasolo	Rizières	2	4	0	0	4	2	0	3	4	0	0	19
	Tanety	4	4	0	0	1	3	4	2	2	5	4	29
	Baiboho	2	4	0	0	2	2	3	3	2	3	0	21
	Savane	5	3	0	0	2	2	1	2	2	5	5	27
	Zones boisées	2	0	0	0	1	0	0	2	2	2	0	9
	Cours d'eau	1	3	0	0	0	1	0	4	4	0	0	13
	Sources	3	4	0	0	1	0	0	3	3	0	0	14
	Bétail	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	10
	Total par aléas	22	23	0	1	11	10	8	19	19	15	14	142
Tsinjoarivo	Rizières	2	3	0	0	3	2	0	3	4	0	0	17
	Tanety	3	4	0	0	1	3	4	2	2	4	3	26
	Baiboho	1	3	0	0	2	1	2	3	2	3	0	17
	Savane	5	3	0	0	1	2	1	2	2	5	4	25
	Zones boisées	1	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	7
	Cours d'eau	1	3	0	0	0	1	0	3	4	0	0	12
	Sources	3	4	0	0	1	1	0	3	3	0	0	15
	Bétail	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
	Total par aléas	18	20	0	0	9	10	7	17	19	14	11	125
Totale général par aléas		139	162	4	5	84	86	52	119	139	110	76	976

La grille de notation a fait état de la situation suivante, par ordre d'importance : l'érosion, les feux de brousse, la diminution des précipitations, l'invasion acridienne, les grêle et pluies torrentielles, le raccourcissement de la saison pluvieuse, le retard de la venue des pluies, la présence de Dahalo, les vents violents, la hausse de la température en été et la baisse de la température en hiver.

Quant à la sensibilité des ressources, la même grille a été utilisée. Les notes attribuées ont fait ressortir que les zones de tanety, les savanes, les baoboho puis les rizières sont les ressources les plus menacées par les différents aléas. Les sources, les cours d'eau et les zones boisées sont moyennement affectés par les effets des aléas tandis que le bétail, les étangs, les bassins et les chutes d'eau sont les moins sensibles.

3.8.2.2 Moyens et capacités d'adaptation et sensibilité aux aléas

a. Agriculture

Les sept communes d'interventions sont à vocation agricole et plus de 80% des ménages sont agriculteurs sauf pour la commune de Tsiroanomandidy Fihaonana dont les ménages agriculteurs représentent 70% de l'ensemble des ménages et celle d'Ankadinondry Sakay 75% de la totalité des ménages.

Cependant, le cycle reproductif et de croissance des principaux produits de culture est fortement tributaire des volumes et des profils saisonniers de précipitations. Face aux effets des déséquilibres climatiques, les activités agricoles se retrouvent fortement menacées.

A l'issue des échanges, la sensibilité du secteur agricole a été perçue comme forte par rapport aux perturbations ou changements climatiques pour les sept communes d'intervention.

Face à cette situation, des solutions ont été déployées par les communautés locales. Les principales réponses face aux changements climatiques s'organisent autour des pratiques culturelles et sont fonctions des impacts et effets identifiés.

D'une manière générale, l'adaptation des calendriers culturels et la sélection de semences sont les principales réponses aux changements relatifs aux précipitations, tant pour les cultures pluviales que pour les cultures irriguées. Si auparavant, les cultures irriguées débutent en moins de septembre, les premiers travaux ne débutent qu'aux mois de novembre-décembre au cours des cinq dernières années à cause des retards des pluies. Il en est de même pour les cultures pluviales, qui débutent vers le mois de décembre, soit deux à trois mois plus tard par rapport aux pratiques ancestrales. L'utilisation de semences à cycle court est actuellement généralisée pour faire face au raccourcissement de la période de pluies.

Pour faire face aux impacts des aléas liés à l'érosion qui se manifestent principalement par la perte de la fertilité des sols et l'ensablement des rizières, etc., les populations locales ont eu recours à de nouvelles techniques culturelles. Etant donné que les tanety sont les plus affectés par la perte de la fertilité des sols, les techniques reposent sur l'apport d'engrais organiques. Pour pallier la perte de productivité générée par l'ensablement des rizières, des techniques de rizicultures améliorées sont de plus en plus pratiquées : plants jeunes, repiquage en ligne, sarclage, etc. La pratique des cultures de contre-saisons a également été adoptée récemment (3-5 ans), afin d'atténuer la baisse progressive des rendements agricoles.

Les invasions acridiennes sont également une source importante de vulnérabilité des populations locales. Au cours des trois dernières années, elles sont de plus en plus fréquentes, de l'ordre de 04 fois par mois de septembre à novembre. Aussi, les populations locales s'appuient sur les feux de brousses pour faire face à cette situation.

b. Elevage

Le Bongolava est une zone à vocation d'élevage bovin extensif. Si l'élevage bovin prédominait en nombre d'animaux au cours de la période précédant l'année 2009, ce nombre est actuellement réduit au 1/3 des cheptels pour les cas des sept communes d'intervention. La principale cause de cette situation peut être attribuée au développement des phénomènes de dahalo de 2009 à 2013.

Bien que ce phénomène ne soit pas lié aux changements climatiques, il constitue un facteur non négligeable de vulnérabilité avec une forte incidence sur les moyens de subsistances des populations locales.

Des structures de contrôle communautaires a été ainsi mise en place au cours de l'année 2013. Ils s'agissent de structures villageoises visant à assurer l'harmonie de la vie communautaire, mais surtout à instaurer la sécurité des populations face aux dahalo. Les mécanismes de fonctionnement des structures sont régis par le « dinabe ». Ainsi, les populations locales ont constaté une nette diminution des dahalo aux cours des trois derniers mois de l'année 2013. Toutefois, la restitution des cheptels n'a pas pu être effectuée, faute de moyen financier.

c. Biodiversité et énergie

Les couvertures végétales des zones d'interventions sont limitées aux seules savanes à graminées situées au niveau des tanety et les zones de cultures. Pourtant, cette pauvreté de la couverture végétale est accentuée par la très grande fréquence des feux de brousses et les invasions acridiennes qui surviennent 3 à 4 fois par mois du mois d'octobre au mois de décembre.

Ces deux aléas constituent des menaces permanentes pour l'intégrité de la biodiversité et sont source de vulnérabilité pour les populations locales, dans la mesure où ils contribuent à la diminution des réserves de fourrage et de combustibles. Néanmoins, la sensibilité face aux feux de brousses et les invasions acridiennes est considérée comme moyenne, étant donné que la valeur des pertes n'est pas perçue comme flagrante et que la période des invasions acridiennes est réduite à 3 mois sur 12.

Les structures de contrôle communautaires et le « dinabe » agissent sur la pratique de feux de brousse tandis que les invasions acridiennes sont restées sans solution.

d. Eau

Les ressources en eau sont localement perçues comme suffisantes. Les ressources étant principalement des eaux superficielles, elles dépendent du régime des pluies et sont ainsi très sensibles à la perturbation du climat. Avec la diminution des précipitations, les sources d'eau sont de moins en moins nombreuses alors qu'elles ont surtout été vouées aux besoins en eau domestiques. La sensibilité face à cette situation est cependant perçue comme faible, car les sources disponibles sont encore disponibles et que le budget familial n'en est pas affecté.

En termes d'adaptation, les populations ont recours aux cours d'eau pour se procurer leurs besoins domestiques. Seules les 25% de la population de la commune de Maritampona utilisent des puits et 10% de la population totale de la commune de Tsiroanomandidy Fihaonana bénéficient des systèmes de branchement privés d'eau potable.

3.8.2.3 *Evaluation de la vulnérabilité*

Ainsi, les modulations du climat ne sont évidemment pas sans conséquences sur l'environnement naturel et humain des populations locales. Différents impacts sur les ressources et moyens de subsistances ont été perçus et se manifestent principalement à travers des effets sur les systèmes économiques locaux. Les réflexions se sont alors centrées sur les principales branches sensibles au potentiel d'impact des changements climatiques, en se concentrant particulièrement sur la relation entre la sensibilité aux aléas, l'exposition ainsi qu'à l'efficacité des moyens d'adaptation.

a. Agriculture

La vulnérabilité des populations locales par rapport au secteur face aux changements climatiques peut être considérée comme forte étant donnée la très grande exposition du secteur aux aléas mais aussi sa très grande sensibilité aux perturbations liées aux changements climatiques. Bien que les stratégies d'adaptation soient plus ou moins efficaces, les résultats n'arrivent pas à combler les pertes générées par les aléas.

b. Elevage

Bien que les principaux aléas (insécurité) qui pénalisent le secteur de l'élevage ne soient pas directement assignables aux changements climatiques, la vulnérabilité des populations des zones d'interventions par rapport aux activités de l'élevage est forte. L'exposition du secteur aux aléas est certes faible, sa sensibilité est particulièrement forte et à cela s'ajoute la très grande faiblesse des capacités d'adaptation des populations locales face à ces aléas.

c. Biodiversité et énergie

En termes de biodiversité et de sources d'énergies, les populations des sept communes d'intervention sont moyennement vulnérables par rapports aux effets des changements climatiques. Avec une sensibilité et une capacité d'adaptation intermédiaires des ressources, les effets de l'importance de leurs sensibilités par rapports aux changements climatiques sont minces.

d. Eau

La faiblesse de la sensibilité des ressources en eaux par rapports aux changements climatiques, bien qu'accentuée par l'importance de leur exposition, situe les populations locales dans la hiérarchie inférieure de vulnérabilité. Les stratégies et les moyens d'adaptations adoptées semblent agir efficacement sur le niveau de sensibilité des ressources.

4 RECOMMANDATIONS POUR UNE GESTION PARTICIPATIVE DURABLE DES TERRES

Tableau 13 : recommandations pour une gestion participative durable des terres

Problématiques liées à la gestion durable des ressources	Forces	Faiblesses	Opportunités	Menaces
(1) Pressions et menaces sur / en relation avec les ressources naturelles				
Phénomènes érosifs intenses (lessivage des sols) associés à une pauvreté relative des sols	Diversité des conditions pédologiques aux potentialités agricoles énormes, avec des surfaces importantes	Prédisposition des terres (conditions pédologiques et géomorphologiques) à l'érosion Phénomènes chroniques multiséculaires des lavaka	Existence d'expériences et leçons apprises de lutte antiérosive et de d'agriculture écologique (dans le Bongolava et autres régions des Hautes Terres) Existence d'institutions / organismes œuvrant dans les domaines concernés	Insuffisance du taux d'adoption de pratiques de production améliorées
Feux de brousse constante croissance	Communautés locales habituées et organisées à la lutte contre les feux	Biomes naturels dominés par les prairies facilement embrasées Inexistence de stratégies opérationnelles Inadéquation et manque d'application effective des lois en vigueur	Diverses expériences de stratégies de lutte contre le feu (notamment sur l'intérêt des feux précoces) Localisation assez claire des zones les plus touchées par les feux Possibilité de suivi en temps réel les points de feux pour mieux cibler les actions	Allongement de la période favorable aux feux dus au réchauffement de la température et l'allongement de la saison sèche Liens directs entre l'instabilité politique et la recrudescence des feux
Dégradation des ressources en	Réseau hydrographique	Insuffisance des ouvrages	Existence et progression de pratiques	Changements environnementaux et

eaux (tarissement des sources, étiages plus longs)	relativement dense Systèmes de production essentiellement pluviaux, relativement résilients aux déficits en eaux	micro hydrauliques	novatrices moins consommatrices en eaux (ex. système de goutte-à-goutte)	sociaux entraînant des stresses, déficits et pressions croissantes sur les ressources en eaux
Recrudescence des espèces invasives (invasion acridienne, plantes invasives)	Conscience collective et actions continues des acteurs du terrain (communautés, organismes d'appui) pour la prévention et la lutte contre les nuisibles	Insuffisance de stratégies opérationnelles de prévention et de lutte au niveau régional	Existence d'expériences et leçons apprises de lutte contre les nuisibles et de d'agriculture écologique (dans le Bongolava et autres régions des Hautes Terres) Existence d'institutions / organismes œuvrant dans les domaines concernés	Changement climatique entraînant des conditions plus favorables au développement des espèces invasives plus compétitives par rapport aux essences autochtones
(2) Contexte socio-économique, institutionnel et de gouvernance des ressources				
Productivité pouvant encore être améliorée des systèmes agraires	Diversité de la production dominée par la polyculture vivrière Leçons apprises des expériences passées et présentes d'amélioration de la productivité agricole	Agriculture pluviale trop fortement tributaire des régimes des pluies Très faible utilisation d'intrants agricoles limitée par une faible capacité de mobilisation de ressources financières	Situation géographique et accès de la région d'étude par rapport à des marchés régionaux et nationaux (Tsiroanomandidy, Antananarivo)	Faible rentabilité de l'activité agricole en raison de prix faibles au producteur + Chaîne de collecte (dominée par les collecteurs) limitant l'accès aux bénéfices des marchés → persistance d'une économie rurale insuffisamment tournée vers la commercialisation et la génération de recettes en numéraires

Capacités de mobilisation communautaires	Communautés locales organisées selon des valeurs et modes de vie de solidarité systématique	Dispersion des hommes et des habitations dans un paysage très vaste, limitant l'échelle d'intervention communautaire à celui du terroir	Forte cohésion sociale au sein des institutions communautaires (fokonolona)	Mutation de la société vers des valeurs plus individualistes
Mise en œuvre encore limitée des outils de planification	Existence de cadres de référence pour la planification du développement (PCD, PRD, TBE, etc.)	Moyens et réelle volonté limités et inadéquation des outils de planification	Reconnaissance acquise de ces outils de référence par les différents acteurs (décideurs, institutions de financement, organismes d'appui)	Instabilité politique, entraînant une remise en compte fréquente des acquis et handicapant la continuité des efforts
Insuffisance de la valorisation des ressources de l'éducation aux besoins de la gestion durable	Moyens assez conséquents pour appuyer les actions d'IEC en gestion durable, avec différentes initiatives en cours par les institutions concernées	Insuffisance de la diffusion des connaissances et informations sur la gestion durable des ressources	Réseau assez dense d'écoles, accès à divers media (radios, téléphone), réseaux assez dense d'organismes d'appui	« Surcout » (économique, nécessité d'une volonté de changement par les utilisateurs des ressources) de l'adoption de nouvelles pratiques, bilan plus favorable au maintien des pratiques « traditionnelles »
Potentialités naturelles encore insuffisamment mises en valeur	Très forte valeur écosystémique des ressources naturelles	Absence de mécanismes de partage des coûts et de bénéfices entre les gestionnaires et les utilisateurs des ressources naturelles	Demande croissante, dont celle en énergie, augmentant la valeur d'actions spécifiques : reboisement, infrastructures hydro-électriques Quelques expériences de PSE (paiements pour services environnementaux) à Madagascar pouvant servir de modèles	Prise en compte insuffisante des coûts des services écosystémiques dans les calculs de rentabilité, productivité et d'implémentation et des actions de développement

CONCLUSION

Trois grandes conclusions pourraient être retenues de cette étude :

- La région du Bongolava constitue une région qui présente une certaine homogénéité humaine et naturelle. Cependant, d'une commune à l'autre, d'un secteur à l'autre, recèle des spécificités microclimatiques, pédologiques, de l'occupation du sol et des régimes des feux, dont il faudra tenir compte pour la définition et la mise en œuvre des stratégies de gestion durable des ressources naturelles de la région. On notera que, bien que des informations aient été collectées sur les changements environnementaux et humains qui affectent aujourd'hui la région, des efforts restent encore à faire pour leur meilleure compréhension, en particulier celui du changement climatique. Des études approfondies sont encore préconisées, et la mise en place de dispositifs de suivis locaux serait à cet effet particulièrement opportune. La mise à disposition des résultats de suivi et de recherche aux utilisateurs en tant que système d'alerte précoce est également recommandée.
- Dans cette région avec très peu de couvert forestier, les aspects les plus alarmants de la dégradation des ressources naturelles ne se traduisent pas par la perte d'habitats naturels particulièrement riches, mais plutôt par des menaces et détériorations des ressources locales de la production. Ils concernent notamment le risque permanent des feux, les phénomènes de dégradation des sols par lessivage, érosion et formation des *lavaka*. Néanmoins, le développement humain aussi bien que la préservation des écosystèmes naturels sont des priorités tout aussi importantes l'un que l'autre. De fait, un arbitrage conséquent doit être établi sur la base d'informations et évaluations pertinentes. L'évaluation d'impact environnemental serait alors recommandée pour les activités d'envergure dont la portée peut affecter l'intégrité environnementale dans la région.
- L'évaluation des services écosystémiques représentés par les ressources naturelles de la région démontre l'existence de potentialités économiques très intéressantes encore insuffisamment mises en valeur. D'autre part, elle soulève la nécessité de mieux considérer les valeurs écosystémiques dans le bilan économique des activités présentes et futures. En effet, la plupart du temps, les valeurs des ressources – et surtout une meilleure considération des facteurs et acteurs qui en permettent la durabilité. Il serait ainsi intéressant d'initier et de tirer partie d'approches de Paiement des services environnementaux dans lequel les gestionnaires et les utilisateurs partageraient / assumeraient les coûts et bénéfices nécessaires à la durabilité des ressources.

ANNEXES

Annexe 1: Liste et superficie des fokontany dans les Communes d'étude

COMMUNES	FOKONTANY	Superficie en ha
Ankadinondry Sakay	Bonara Tiafandrosoana	6,973.80
Ankadinondry Sakay	Anosibe	1,671.89
Ankadinondry Sakay	Diavolana	6,223.17
Ankadinondry Sakay	Soanierana Ambohimarina Est	2,456.46
Ankadinondry Sakay	Fanjakamandroso	2,322.36
Ankadinondry Sakay	Tsaramandroso Ibory	616.64
Ankadinondry Sakay	Andohanakivoka	1,167.54
Ankadinondry Sakay	Ankadinondrikely	488.40
Ankadinondry Sakay	Ambohimahaso	813.73
Ankadinondry Sakay	Antsahatanteraka	1,260.30
Ankadinondry Sakay	Soavimbahoaka Marohazo	1,264.91
Ankadinondry Sakay	Tsarafiraisana	4,196.94
Ankadinondry Sakay	Firaisantsoa Mahatsinjo	763.44
Ankadinondry Sakay	Ankadinondry II	145.81
Ankadinondry Sakay	Manjakamiadana	1,422.30
Ankadinondry Sakay	Tsisoahoanirery	1,285.58
Ankadinondry Sakay	Manarintsoa	1,794.20
Ankadinondry Sakay	Ihazomay Atsimo	1,592.91
Ankadinondry Sakay	Ambalanirana	774.14
Ankadinondry Sakay	Ambohitromby	2,041.51
Ankadinondry Sakay	Soamihary	1,125.00
Ankadinondry Sakay	Ankadinondry I	500.76
Tsinjoarivo Imanga	Ampizarantany	2,631.16
Tsinjoarivo Imanga	Soamahatamana	11,926.64
Tsinjoarivo Imanga	Fiadanamanga	2,763.33
Tsinjoarivo Imanga	Ambatovary	1,411.14
Tsinjoarivo Imanga	Andandihazo	1,315.19
Tsinjoarivo Imanga	Ampitiliana	2,285.07
Tsinjoarivo Imanga	Ankijandava	1,997.96
Tsinjoarivo Imanga	Analamisakana	676.24
Tsinjoarivo Imanga	Fonoraty	1,405.51
Tsinjoarivo Imanga	Firaisantsoa Imanga	4,629.13
Tsinjoarivo Imanga	Ambohimarina Imanga	1,238.96
Tsiroanomandidy Fihaonana	Marolaona	12,518.49
Tsiroanomandidy Fihaonana	Amparihibe	19,357.15
Tsiroanomandidy Fihaonana	Morafeno Nord	5,195.44
Tsiroanomandidy Fihaonana	Antsahabe	4,256.57
Tsiroanomandidy Fihaonana	Tsaratana	6,479.77
Tsiroanomandidy Fihaonana	Bemangoraka	18,484.89
Tsiroanomandidy Fihaonana	Talata Mahazoarivo	21,109.12
Tsiroanomandidy Fihaonana	Miadakofeno	11,829.46
Tsiroanomandidy Fihaonana	Analatsifaka	7,237.01
Tsiroanomandidy Fihaonana	Mandrosonoro	1,675.22
Tsiroanomandidy Fihaonana	Antsampanimahazo	1,211.36
Tsiroanomandidy Fihaonana	Antanimbaribe	1,393.80
Tsiroanomandidy Fihaonana	Fiadanamanga	1,207.47
Tsiroanomandidy Fihaonana	Ankaditapaka I	2,970.37
Tsiroanomandidy Fihaonana	Amparihinomby	591.27
Tsiroanomandidy Fihaonana	Ambarivaty	955.31
Tsiroanomandidy Fihaonana	Ambohibary Kofay	3,140.90
Tsiroanomandidy Fihaonana	Amboniriana	5,566.33

Tsiroanomandidy Fihaonana	Andranomadio	1,401.82
Tsiroanomandidy Fihaonana	Ambohidrangory	1,785.61
Mahasolo	Bezavona	3,360.29
Mahasolo	Ambohimiarintsoa	4,139.24
Mahasolo	Kianjasoa	1,223.45
Mahasolo	Antokomaro Bcl	1,703.25
Mahasolo	Ambohikambana	1,983.48
Mahasolo	Mahasolo	1,276.74
Mahasolo	Tsarahoby	1,763.67
Mahasolo	Ambohimandroso Bemasoandro	3,635.37
Mahasolo	Mandrosoarivo Amparihikambana	1,546.35
Mahasolo	Andavabary	2,730.41
Mahasolo	Soafierenana	2,622.50
Mahasolo	Bemahatazana	2,523.19
Mahasolo	Soafianarana	4,391.18
Mahasolo	Maevarano	2,615.27
Mahasolo	Ambararata	3,100.15
Mahasolo	Fenomanana Fenoarivokely	2,559.01
Mahasolo	Anosiarivo Sakay	340.11
Maritampona	Zatobe	8,194.71
Maritampona	Amparihimanga	2,464.43
Maritampona	Ankitsikitsika	1,627.16
Maritampona	Antanetibe	2,065.24
Maritampona	Morafeno	1,466.14
Maritampona	Betaikomby	1,246.77
Maritampona	Maritampona	3,163.23
Ambararatabe	Tsaramiarina	3,533.38
Ambararatabe	Ankijambe	738.42
Ambararatabe	Ambararatabe	1,817.28
Ambararatabe	Soahikambanana	2,931.48
Ambararatabe	Ambatomitsangana	2,570.81
Ambararatabe	Ambahatra	770.55
Ambararatabe	Iaboketraka Ouest	2,674.33
Ambatolampy	Andranovelona	6,355.17
Ambatolampy	Ambatomainty Tanana	1,902.55
Ambatolampy	Antaniditra	1,703.15
Ambatolampy	Ambohimamory	1,704.84
Ambatolampy	Ambohimahavelona	3,793.04
Ambatolampy	Ambatolampy	2,397.76
Ambatolampy	Ambatomainty Ferme	3,857.12

Source : d'après analyse SIG des données BNGRC/OCHA 2011

Annexe 2 : Principales transformations des éléments d'occupation du sol entre 2000 et 2013

	Savane en 2000	Formations forestières 2000	Sols nus en 2000	Rizière en 2000	Terrains en
Ambararatabe	4331	1456	5419	1089	25
Savane en 2013	2996	360	2236	193	9
Terrains de culture en 2013	791	137	1813	62	9
Rizière en 2013	185	621	468	567	2
Sols nus en 2013	298	92	867	188	2
Formations forestières en 2013	61	246	35	79	5
Ambatolampy	9795	2261	5186	1701	26
Savane en 2013	6668	742	2504	345	11
Terrains de culture en 2013	1952	155	1577	129	8
Rizière en 2013	369	649	287	837	2
Sols nus en 2013	626	54	740	92	2
Formations forestières en 2013	180	661	78	298	1
Ankadinondry Sakay	18339	4654	6636	4074	65
Savane en 2013	9032	1689	2574	1124	17
Terrains de culture en 2013	6906	690	2465	317	35
Rizière en 2013	1303	1221	700	1892	6
Sols nus en 2013	571	120	753	105	4
Formations forestières en 2013	527	934	144	636	1
Mahasolo	17261	5654	7718	1541	84
Savane en 2013	9923	1109	3667	256	22
Terrains de culture en 2013	5071	694	2252	111	46
Rizière en 2013	757	1832	577	742	6
Sols nus en 2013	1036	167	1092	49	7
Formations forestières en 2013	474	1852	130	383	2
Maritampona	9088,59	2785,45	3820,53	917,56	326
Savane en 2013	6957,41	987,62	2382,04	111,87	156
Terrains de culture en 2013	1238,48	255,38	635,06	50,85	111
Rizière en 2013	183,06	816,99	202,27	485,9	179
Sols nus en 2013	586,47	50,85	566,13	37,29	363
Formations forestières en 2013	123,17	674,61	35,03	231,65	46
Tsinjoarivo Imanga	17459	3084	5785	2048	31
Savane en 2013	11025	1214	2486	422	11
Terrains de culture en 2013	3870	152	1840	123	11
Rizière en 2013	823	721	463	1162	3
Sols nus en 2013	1399	148	848	125	3
Formations forestières en 2013	342	849	148	216	8
Tsiroanomandidy Fihaonana	53363,4	11704	35015,1	12963,7	165
Savane en 2013	36746	4913,4	15200	2652,4	754
Terrains de culture en 2013	9769,8	769,5	10907,9	1014,6	534
Rizière en 2013	1423,1	2055,8	2173,6	6779,2	11
Sols nus en 2013	4451,7	484,5	6091,4	302,1	190
Formations forestières en 2013	972,8	3480,8	642,2	2215,4	57

