

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : L'importance de l'élevage, donné du chef fokontany en 2012	7
Tableau 2 : Le cadre conceptuel.....	10
Tableau 3 : Le taux d'échantillonnage	12
Tableau 4: L'Evolution de la temperature moyenne annuelle	16
Tableau 5 : Les données pluviométriques du Fokontany d'Ambalabako	18
Tableau 6 : La répartition des unités topographiques.....	23

LISTE DES CARTES :

Croquis 1 : la carte de localisation de la zone de recherche.....	6
Croquis 2: carte de l'altitude, Croquis 3 : les pentes (classification de FAO)	19
Croquis 4: carte des différents paysages	20
Croquis 5 : la carte morpho-pédologique	25
Croquis 6 : le zonage agro-écologique	31
Croquis 7: la carte de la sécurisation foncière.....	55
Croquis 8 : la Carte de synthèse	56

LISTE DES PHOTOS ET DES FIGURES :

Photo 1 : Sous bassin versant d'Ambalabako, orienté sud-est/nord-ouest.....	11
Figure 1 : Diagramme climatique de la région du lac Alaotra, Services météorologiques Malgaches.....	16
Photo 2 : Fracturation des roches	17
Photo 3 : Phénomène de lavakisation dans la zone élevée.....	22
Photo 4 : Le cône de déjection des lavaka dans la zone de moyenne altitude	22
Photo 5 : La mise en valeur de la zone basse	22
Photo 6: La vue aérienne du sud-est du sous bassin versant d'Ambalabako	27
Photo 7 : Le boisement du versant sud-est.....	27
Photo 8: Le baiboho non sableux	29
Photo 9 : Le baiboho sableux	29
Photo 10 : Le bas de pente	29
Photo 11 : Les parcelles des rizières de la plaine	30
Photo 12 : Le reboisement d'eucalyptus dans les collines et les mi-versants sud-est.....	34
Photo 13 : La technique biologique pour empêcher l'extension du lavaka de la zone des collines du nord-est du sous bassin versant.....	36
Photo 14 : L'extrait de barrage secondaire dans les versants sud-est.	36
Photo 15 : Le Parcage de zébus.....	37
Photo 16 : Les prairies artificielles.....	38
Photo17 : La courbe de niveau sur les tanety nord-est du bassin versant	39
Photo 18: La terrasse au mi-versant sud-est.....	39
Photo 19 : La Bande enherbée.....	40
Photo 20: Les haies traditionnelles dans les bas de pentes méridionales du bassin versant	40
Photo 21 : Le couloir végétal du bas de pente du sud-est du sous bassin versant.....	41
Photo 22 : Le « 0 labour »	42
Photo 23: Les petits canaux sur les rizières, au sud-ouest de la RN44	42
Figure 2 : Le Diagramme embrothermique d'Ambatondrazaka pour la période 2000-2013...	52

LISTE DES ABREVIATIONS :

AVSF : Agronomes Vétérinaires Sans Frontières

BVLac : Bassin Versant du Lac Alaotra

BRL Madagascar

CIRAD : Institut de Recherche Agronomique pour le Développement

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

GPS : Global Position System

IFM : Institut Française de Madagascar

SOMALAC : Société Malagasy du Lac Alaotra

ONU : Organisation des Nations Unies

PARTA : Programme d'Animation Rurale Tanora Ambatondrazaka

MNT : Modèle Numérique du Terrain

RBME : Rizières Irriguées à Bonne Maitrise d'Eau

RMME : Rizières Irriguées à Mauvaise Maitrise d'Eau

RN44 : Route Nationale numéro 44

SDCV ou SCV : Semi Direct sous Couverture Végétale

INTRODUCTION

L'ensablement des rizières est l'un des problèmes majeurs rencontrés dans la zone du Lac Alaotra qui est le premier grenier à riz de Madagascar. En effet, 90.000 à 100.000 m³ de sables sont déversés dans la plaine chaque année (BRL Madagascar, 2006). La disparition des forêts galeries, le défrichement de la végétation pour étendre les terrains de culture, les pratiques culturales, la surexploitation des pâturages par la pratique du feu de brousse ont entraîné et accéléré l'ensablement des périmètres irrigués. Les conséquences de l'ensablement affectent les ressources piscicoles au niveau du lac tandis que l'érosion des tanety décape l'horizon humique du sol en diminuant la fertilité des sols de tanety et la quantité de biomasse disponible pour nourrir les animaux. L'ensablement de la plaine rizicole affecte les réseaux d'irrigation qui se dégradent et dont l'entretien ne peut plus être assuré par les seuls utilisateurs. Sur les 33.000 ha de rizières réhabilités ou aménagés sous l'égide de la SOMALAC (Société Malagasy du Lac Alaotra), 10.000 ha seulement bénéficient d'une bonne maîtrise d'eau. L'irrigation des rizières étant déjà aléatoire, est devenue catastrophique actuellement. Cette situation est aussi, en partie, causée par l'agressivité du climat que par les modes d'occupation du sol sur les tanety qui sont formés par des matériels friables favorable à l'érosion hydrique.

Dans la région du Lac Alaotra, les projets de protection des bassins versants n'ont véritablement débuté que vers 1950 (Tassin, 1995). Jusqu'à 1970, les techniques de conservation des sols de la zone collinaire proposées ont été peu diffusées et peu adoptées par les agriculteurs et les éleveurs. En effet, les populations locales ne sont pas impliquées directement dans la lutte antiérosive des collines. Les investissements se concentraient essentiellement sur l'aménagement hydraulique de la plaine. En 1990, le phénomène d'ensablement des réseaux hydro-agricoles de la SOMALAC (Société Malagasy du Lac Alaotra), a entraîné l'augmentation considérable des frais d'entretiens des périmètres rizicoles et la diminution des rendements d'année en année. Le rendement diminuait actuellement de 5t/ha à 1,5t/ha (PARTA, 2004). Cette situation nécessitait une mode de mise en valeur rationnel des collines environnantes qui sont le siège de l'érosion hydrique.

Le bassin versant du fokontanyAmbalabako est l'une des zones qui souffrent de la conséquence de l'érosion des zones collinaires qui l'entourent.

Cette situation justifie le choix de notre sujet de recherche intitulé « l'ensablement de plaine rizicole du fokontany Ambalabako dans le bassin versant du Lac Alaotra ».

L'objectif du présent travail de recherche est de comprendre le processus de l'ensablement de la plaine rizicole du fokontany Ambalabako et de l'érosion hydrique en général d'un côté, et de l'autre d'analyser comment les riziculteurs réagissent ils face à ce phénomène qui menace leurs activités ?

Pour mener ce travail de recherche, l'analyse rétrospective sur l'érosion hydrique et la délimitation du cadre théorique de la recherche seront présentés dans la première partie. Les liens entre les unités d'occupation du sol et l'érosion feront l'objet de la deuxième partie et la troisième partie analysera les stratégies locales dans la lutte contre l'érosion et l'ensablement.

Partie 1 : LE CADRE THEORIQUE ET LA DEMARCHE DE RECHERCHE

Les acquis antérieurs ont été analysés à partir de l'observation de l'érosion et la dégradation du sol au niveau mondial. La localisation et la délimitation de la zone de recherche préciseront le sujet, le site ainsi que la démarche de recherche.



Chapitre 1 : LES ACQUIS ANTERIEURS

Le phénomène d'érosion et d'ensablement est un processus observable et étudié à l'échelle globale et régionale. Les résultats de ces recherches contribuent à la compréhension de la situation locale ainsi qu'aux facteurs qui les déclenchent

1.1. L'érosion et la dégradation des sols au niveau mondial

La principale cause de l'ensablement et de la dégradation des sols dans le monde est l'érosion hydrique. Par définition, l'érosion c'est le détachement de fragment ou des particules de sol ou des roches de leur emplacement initial par l'eau ou par d'autres agents tels que le vent, les vagues et la glace. L'érosion peut être soit d'origine géologique comme par exemple la formation des surfaces d'aplanissement à Madagascar tels que le niveau 1 de la région de Tampoketsa d'Ankazobe, le niveau 2 de la région du Behenjy, la pénéplaine du moyen ouest fait partie du niveau 3.

L'érosion géologique est un phénomène naturel qui a façonné la surface de la terre au cours des périodes géologiques (Bourgeat, 1979). L'érosion accélérée des sols est due aux activités humaines telles que les pratiques agricoles, les exploitations forestières, les surpâturages, les constructions des différentes infrastructures. Aujourd'hui, les exploitations minières tendent à modifier les phénomènes de façon irréversible (Tassin, 1995). Dans la plupart des régions habitées du monde, les phénomènes d'érosion et de sédimentation sont fortement influencés par les activités de l'homme. Mais, l'érosion qu'elle soit naturelle ou anthropique est provoquée par l'eau (érosion hydrique) ou par le vent (érosion éolienne) dans un environnement rural, urbain ou industriel (Tassin, 1995).

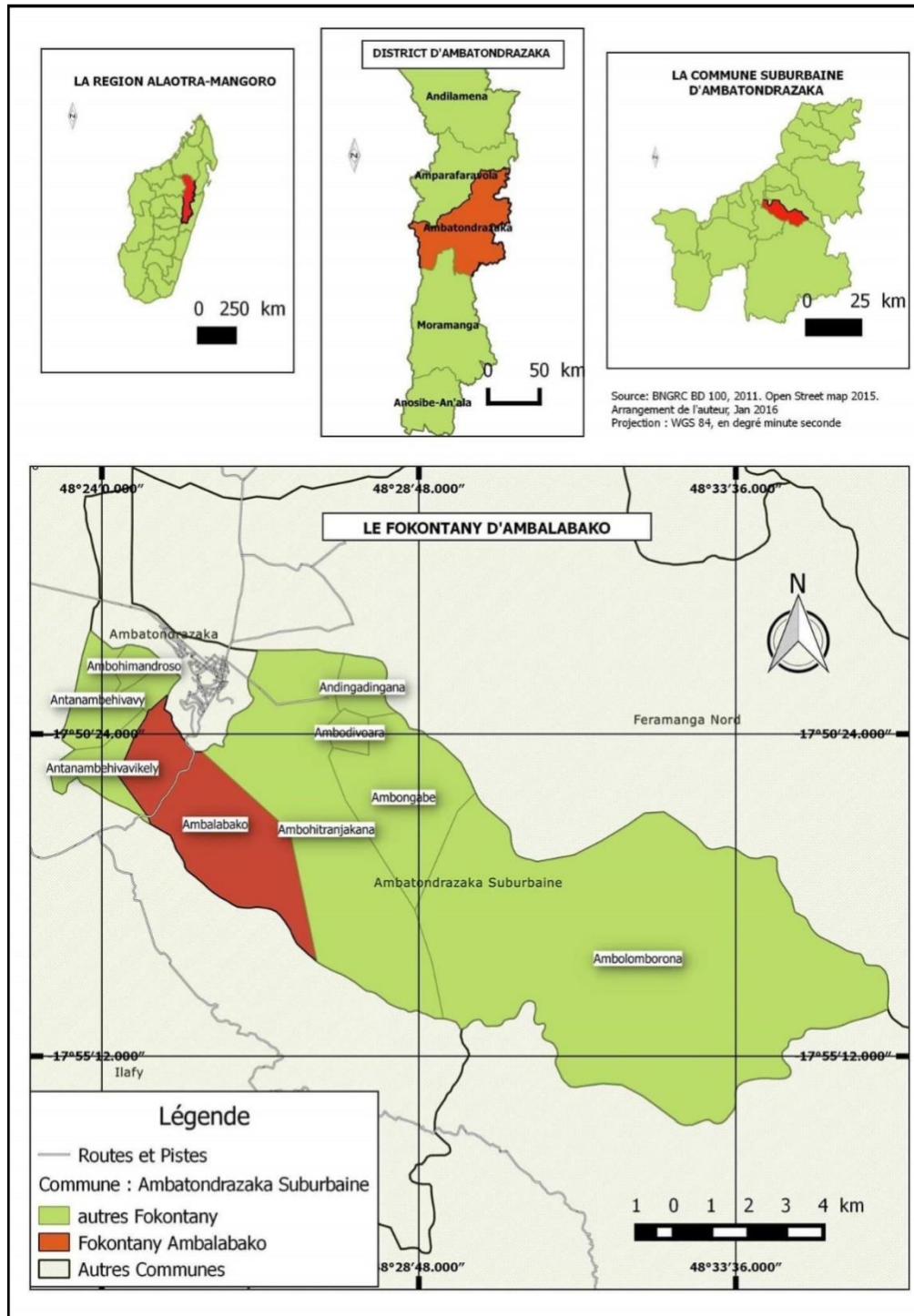
Les pressions de l'action humaine sur les ressources naturelles et les écosystèmes tels que le surpâturage, la surexploitation des sols vont conduire à une réduction du couvert végétal en exposant les sols vulnérables à l'érosion. La faible teneur en matières organiques et la faible stabilité structurale des sols vont entraîner un déficit en éléments nutritifs du sol d'une part et une diminution de la capacité de rétention d'eau d'une autre part. La raréfaction de la végétation risque d'intensifier 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'évapotranspiration et accroît la diffusion du rayonnement terrestre vers l'atmosphère (albédo) (Focus en environmental Geology, 1976).

Le phénomène de dégradation des sols est perçu comme un danger majeur pour la survie de l'homme. Plus de mille ans avant notre ère, les agriculteurs de la Basse Mésopotamie ont ainsi observé la stérilisation progressive de leurs sols par le processus de salinisation (P. Brabant et C. Cheverry, 2012). Les Grecs de l'antiquité avaient une perception claire des ravages causés par l'érosion hydrique de leurs sols cultivables (P. Brabant et C. Cheverry, 2012). Plus récemment, en 1934, les Américains ont été traumatisés par le « *dustbowl* », phénomène d'érosion éolienne qui a dévasté les plaines du centre de leur pays (P. Brabant et C. Cheverry, 2012). Depuis le milieu des années 1970, les instances internationales, les agences de l'ONU (Organisation des Nations Unies) en particulier la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) se sont mobilisées sur le problème de la dégradation des sols et de son évaluation (P. Brabant et C. Cheverry, 2012).

Le problème reste d'actualité, à l'échelle planétaire les ressources en terre utilisables pour les besoins de l'homme sont limitées, alors que les fonctions dévolues à cette terre se sont diversifiées, constituant autant de défis à relever : saurons-nous conserver la grande richesse de ces ressources, encore très mal connues, qu'hébergent les sols ? Les superficies de la terre cultivable seront-elles suffisantes pour qu'une partie significative de cette ressource puisse être consacrée à la production d'agro-énergies ? Et surtout serons-nous en mesure de nourrir correctement les 9 milliards d'habitants que comptera la planète en 2050 ? Le présent sujet de recherche s'inscrit dans ce contexte général.

1.2. La localisation et la délimitation de la zone de recherche

Le Fokontany d'Ambalabako, la zone de recherche fait partie de la Commune suburbaine et District d'Ambatondrazaka, Région d'Alaoatra Mangoro (carte1)



Croquis 1 : la carte de localisation de la zone de recherche

Les coordonnées géographiques du sous bassin versant du Fokontany Ambalabako tournent autour de 48°38'51'' à 48°47'65'' de longitude Est et de 17°82'75'' à 17°90'87'' de latitude Sud, avec une altitude allant de 766 à 1233m pour une superficie totale de 1790 ha. Il fait partie de la cuvette du Lac Alaotra qui est inclus dans la province de Tamatave. Il s'agit d'une cuvette d'effondrement aménagée en rizières irriguées dont les bordures sont constituées par des collines à forte pente marquées par les eaux de ruissellement où s'effectuent les cultures pluviales (Bourgeat, 1979).

Le nombre de la population autour du lac est estimé, en 2005, à 670 000 habitants, dont 130 000 sont urbains. Il aurait doublé depuis 1987 (INSTAT, 2007).

La région du lac Alaotra est caractérisée par un climat tropical à régime pluviométrique contrasté dont la température moyenne annuelle est aux environs de 20°C mais elle varie de 13°C au mois de juin, à plus de 30°C au mois de décembre.

La mise en valeur de la zone collinaire sur la bordure de la cuvette favorise la formation des ravinements et des lavaka qui engendrent l'ensablement de la plaine par la suite. Le labour de la zone de colline connue sous l'appellation tanety, et la mise en culture aux mois d'octobre et novembre accentuent les pertes en sols au début de la saison pluvieuse (CIRAD, 2005). En effet, la disparition de la couverture végétale graminéenne affecte la cohésion des éléments constitutifs des versants ainsi que leur stabilité. A cette activité agricole s'ajoute le mode d'élevage extensif qui utilise la zone de tanety comme lieu de pâturage car les bétails y profitent aussi du renouvellement des herbes fraîches au début de la saison pluvieuse après le passage des feux de brousses provoqués de façon expresse. L'importance de l'élevage bovin dans la zone (tableau1) est expliquée par sa complémentarité avec la riziculture.

Tableau 1 : l'importance de l'élevage, donnée du Chef de Fokontany en 2012

Bovins	Vaches laitières	Porcins	Ovins	Caprins	Volailles
792	Absence de Données	38	62	Absence de données	Poules, oies, canards

Chapitre 2 : LA DEMARCHE DE RECHERCHE

La démarche de recherche comprend deux phases bien distinctes : la phase préliminaire durant laquelle les travaux de recherche documentaire ont abouti à l'élaboration de la problématique ; alors que la phase de travaux de terrain a permis d'une part de faire des observations directes relatives au processus et conséquences de l'érosion hydrique dans la zone de recherche et d'autre part de réaliser des enquêtes et des entretiens au niveau de divers acteurs.

2.1. Les phases préliminaires

La phase préliminaire comporte trois étapes différentes : la phase de documentation, la phase d'identification de la problématique et des hypothèses de recherche ainsi que la phase de construction des outils de recherche.

2.1.1. La phase de documentation

La phase de documentation s'effectue dans différents sites tels que l'Institut Français de Madagascar, le Site d'Ambatonakanga, la Bibliothèque nationale d'Analakely, l'IFM (Institut Français de Madagascar), l'Alliance Française d'Antananarivo et la Bibliothèque de Géographie.

Ensuite, plusieurs sites web spécialisés à cet effet ont été consultés pour compléter les données et informations de cette phase de documentation dont le site de la revue Physico-géo, les différents documents sur Bing et Google, qui ont fourni des articles. Aussi, le site thèses Malgaches en ligne nous a permis d'accéder aux différents travaux de recherche comme les mémoires et les thèses qui ont travaillé sur le sujet.

Au total trente un (31) ouvrages ont été consultés dont 60% traitent l'interaction entre l'érosion hydrique et l'aménagement agricole. La plupart des documents consultés porte sur l'évolution des lavaka dans la région du lac Alaotra et le reste sur les facteurs et mécanismes de l'érosion. D'autres ouvrages spécialisés sur l'agriculture, et sur les systèmes agraires dans la région du lac Alaotra, ont été aussi consultés. Enfin, le reste des documents consultés analyse la biodiversité de la Région.

L'objectif de cette étape consiste à identifier la problématique et les hypothèses de recherche.

2.1.2. La phase d'identification de la problématique et la proposition des hypothèses de recherche

La problématique de la recherche est les réponses des questions suivantes :

- Dans quelles mesures les paysans peuvent-ils protéger leurs plaines rizicoles contre l'ensablement ?
- Quels sont les facteurs de l'érosion maîtrisés et à la portée des paysans ?

Ces questions conduisent à la proposition des hypothèses de recherches suivantes :

- Les paysans peuvent diminuer l'ensablement en limitant le ruissellement au niveau du bassin versant en utilisant les techniques biologiques et mécaniques comme les haies vives, les bandes enherbées et la construction des canaux de collecte et de déviation des eaux de ruissellement.
- La contribution des organismes étrangers tels que le CIRAD dans le diagnostic, la proposition des pistes d'action et la rationalisation du mode d'utilisation du sol sur tanety telles que les cultures en courbe de niveau renforcent la capacité des paysans locaux.
- La sélection des types de cultures adaptés aux versants des tanety qui limite la dégradation et la fragilité du sol.
- Le renforcement de la capacité socio-organisationnelle de la population locale par la création des associations des usagers de l'eau pour bien gérer l'eau, protéger convenablement les versants environnants et lutter efficacement contre les feux de brousse (tableau 2).

2.1.3. La phase de construction des outils de recherche

- La consultation des cartes thématiques comme la carte topographique, la carte d'occupation du sol ainsi que les cartes pédologiques et géologiques nous ont permis de spatialiser le processus de l'érosion dans la zone de recherche.
- La consultation des photos aériennes et satellitaires conçues dans des différentes dates a permis de faire une analyse dynamique spatio-temporelle de l'érosion entre 2005 et 2015.
- Pour compléter cette phase de cartographie, des enquêtes auprès des acteurs locaux ont été menées avec un questionnaire préétabli (annexe1).
- Concernant l'enquête, les agriculteurs de cette localité se répartissent dans 400 ménages auxquels les 20% doivent être enquêtés pour qu'on puisse obtenir des résultats plus fiables (tableau2).

Tableau 2 : le cadre conceptuel

Problématique	Hypothèses	Variables à analyser	Outils de recherche	Site d'observation	Populations enquêtées
<p>Dans quelles mesures les paysans peuvent-ils protéger leurs plaines rizicoles contre l'ensablement ?</p> <p>Quels sont les facteurs maîtrisés et à la portée des paysans ?</p>	<p>H1 : les paysans peuvent limiter le ruissellement au niveau de bassin versant</p> <p>H2 : les organismes Etrangers tels que le CIRAD peuvent accompagner les paysans dans le diagnostic et la proposition des pistes d'action</p> <p>H3 : le mode d'occupation du sol et de culture sur tanety rationnel comme les cultures en courbe de niveau est à la portée des paysans</p> <p>H4 : le Renforcement des capacités socio-organisationnelles des paysans, (regroupement en association des usagers de l'eau) ; afin de protéger les versants environnants et lutter contre les feux de brousse</p> <p>H5 : la Sélection du type de culture adapté aux conditions locales</p>	<p>V1 : techniques utilisées pour lutter Contre l'érosion hydrique</p> <p>V2 : Rôles des organismes étrangers tels que le CIRAD, BV LAC...</p> <p>V3 : mode de culture et d'occupation du sol</p> <p>V4 : structure et mode de fonctionnement des associations des usagers de l'eau</p>	<p>Cartographie diachronique de l'occupation du sol et l'évolution du processus d'érosion (PVA, Photos satellites)</p> <p>Observation, description et mesure sur terrain du phénomène (impacts de l'érosion et solutions adoptées par les paysans)</p> <p>Enquêtes au niveau des ménages et entretiens avec les Responsables techniques</p>	<p>Les parcelles rizicoles ;</p> <p>Les parcelles des cultures pluviales sur tanety</p> <p>Le Bassin Versant</p> <p>La plaine rizicole</p>	<p>-Les responsables des Services techniques et des Organismes étrangers</p> <p>-Les ménages touchés par le problème d'ensablement</p> <p>-Les autorités locales du Fokotany d'Ambalabako</p> <p>-Les membres des associations des usagers de l'eau</p>

2.2. Le travail de terrain

Deux phases respectives se distinguent dans le travail de terrain, d'abord la phase d'observation, ensuite les enquêtes et les entretiens.

2.2.1. La phase d'observation de la zone de recherche

Plusieurs cartes thématiques de la région (la carte topographique, géologique, pédologique et hydrologique) ont été utilisées pour mieux comprendre et spatialiser le phénomène d'érosion dans la zone de recherche. Aussi, des photos aériennes et des images satellitaires (photo prise par « googleearth ») ont été visionnées pour analyser l'évolution de l'érosion. Les éléments observés sont reportés sur la carte topographique à l'aide d'un GPS (Global Position System).

Ces observations directes nous ont permis d'inventorier les différents types d'érosion hydrique sur la zone collinaire du sous bassin versant d'Ambalabako (photo1). D'une manière générale, les différents types d'érosion observés dans la zone de recherche sont très actifs, ce qui explique l'importance de la quantité des sables et des vases déversée dans les plaines et les bas-fonds qui varient entre 2000 et 3000 m³ chaque année (BVlac, 2010). Diverses techniques pratiquées par la population locale contre l'extension du phénomène de lavakisation et surtout contre l'envasement et l'ensablement de la plaine sont également constatées. Lesquelles feront l'objet de la partie 3.

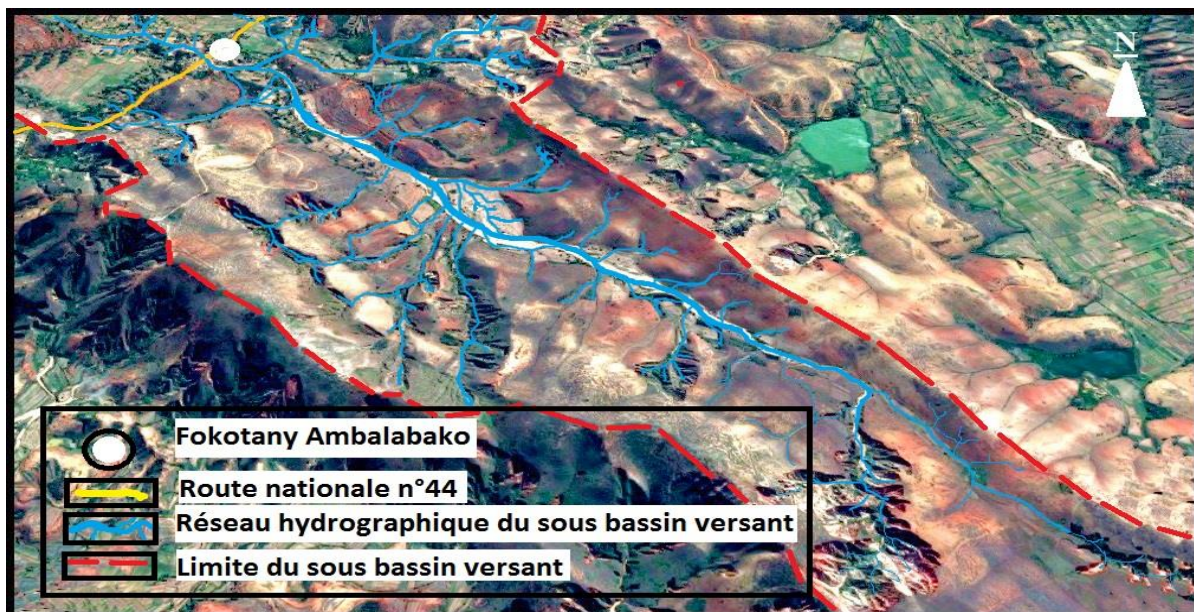


Photo 1 : le sous bassin versant d'Ambalabako, orienté sud-est/nord-ouest

2.2.2. Les enquêtes et les entretiens

Deux types d'enquêtes ont été effectués, l'enquête par questionnaire et les entretiens. La première est basée sur un questionnaire semi ouvert et a été administrée auprès des ménages victimes de l'ensablement tandis que les entretiens semi-structurés sont des échanges auprès des responsables des organismes qui travaillent dans la zone comme le BVLac et le CIRAD.

- **Les enquêtes**

Il est à noter qu'avant 2011 le Fokontany d'Ambalabako comptait à peu près 700 agriculteurs. Cependant, l'apparition de plusieurs problèmes comme l'assèchement et l'ensablement des terres en 2012 a fait diminuer leur nombre jusqu'à 400 ménages en 2016, selon les dires du Chef de Fokotany d'Ambalabako. Ces 400 agriculteurs s'éparpillent dans 4 villages tels qu'Ambalabako, Manakambola, Antanambao et Ambonga (tableau 3). La majorité des paysans de ces villages profitent des versants, des baiboho et des plaines ensablées du bassin versant, ceux d'Ambonga occupent la partie nord-ouest plus ou moins ensablée du sous bassin versant.

L'objectif est de connaître l'appréciation de la population locale face à la lutte contre l'érosion et l'ensablement.

Tableau 3 : Le taux d'échantillonnage

Sites d'observation	Nombre total des ménages	Nombre de ménages enquêtés	Taux d'échantillonnage
Ambalabako	225	45	20%
Manakambola	92	18	19,5%
Antanambao	34	7	20,5%
Ambonga	49	10	20%
Total	400	80	20%

Dans le village d'Ambalabako, de Manakambola et d'Antanambao, 70 agriculteurs ont été enquêtés. Ils occupent la partie ensablée de la plaine et les versants Sud-Est, ce qui donne un taux d'échantillonnage moyen de 20% (tableau 3). Selon leur témoignage en 1971, le rendement moyen des cultures irriguées sur la partie actuellement ensablée atteint jusqu'à

4,5t/ ha. Actuellement, cette pratique est abandonnée et remplacée soit par la culture du riz pluvial sur tanety soit par les cultures de contre saison. Ce qui intensifie la mise en valeur des versants sous forme de cultures pluviales telles que la culture d'arachide, maïs, manioc et du soja. Seuls les agriculteurs du village Ambonga peuvent encore pratiquer de la riziculture irriguée.

- **Les entretiens**

Les entretiens sont effectués auprès des Autorités locales et des Responsables du CIRAD et du BVlac.

L'entretien près du chef Fokontany d'Amabalabako a pour objectif d'obtenir des données concernant la démographie, la situation sociale et économique de la zone de recherche ainsi que l'ampleur et les conséquences de l'érosion hydrique.

Quant au niveau des différents Organismes, d'abord auprès du CIRAD, l'entretien a été accès surtout à la manière dont l'érosion se présente, à ses facteurs ainsi qu'aux mesures prises pour en lutter (Annexe1). Durant cet entretien, le Responsable technique et le Directeur étaient nos interlocuteurs. Le but de cet entretien est d'obtenir des données aussi bien quantitatives que qualitatives sur le phénomène de l'érosion et de l'ensablement dans le bassin versant d'Alaotra Mangoro. Etant donné que le BVLAc a effectué des travaux de recherche sur le Fokontany d'Ambalabako, nos entretiens avec son Réalisateur de projet sont focalisés dans la zone de recherche. Ces échanges nous ont fournis des données importantes quant à la réalisation de notre travail de recherche telles que l'importance et la consistance des lavaka au niveau des versants de la zone collinaire et les effets de la quantité des sables et autres débris qui déversent dans les plaines et les bas-fonds.

Partie2 : LES CONDITIONS PARTICULIERES LOCALES : FACTEURS FAVORABLES A L'EROSION

L'intensité de l'érosion provoquant le phénomène de lavakisation dans notre zone de recherche est conditionnée, entre autres par les facteurs naturels comme l'agressivité des précipitations durant la saison des pluies, l'instabilité tectonique combinée aux caractères morpho pédologiques de la zone. L'intensification de la mise en valeur de la zone collinaire du bassin versant ne fait qu'amplifier ce phénomène dans la localité où l'on trouve une vulnérabilité socio-économique quasi importante de la population locale.

.

Chapitre 3 : LES CONDITIONS ECOLOGIQUES DU FOKOTANY AMBALABAKO

Les conditions pluviométriques s'avèrent être des facteurs favorables au déclenchement de l'érosion hydriques. La situation hydro-morpho-pédologique et les accidents tectoniques ne font qu'amplifier le phénomène

3.1. L'agressivité du climat de la région : un facteur déclenchant de l'érosion

La zone du lac Alaotra est caractérisée par un climat tropical contrasté dont la moyenne pluviométrique annuelle se situe autour de 1 200 mm avec une forte variabilité interannuelle. La saison sèche dure 7 mois dont les pluies moyennes mensuelles sont en dessous de 40 mm et les pluies les plus faibles sont enregistrées au mois de septembre avec 5mm seulement. La période de pointe est au mois de Janvier avec une moyenne mensuelle de 262 mm (figure 1). Cette période pluvieuse favorise l'érosion hydrique de la zone collinaire occupée par les cultures pluviales. Le ruissellement intensif de la zone collinaire décape la surface superficielle du sol et favorise le colluvionnement des bas de versants.

L'érosivité potentielle d'un tel climat est estimée de moyenne à forte si l'on se réfère à l'indice calculé de Fourier, corrélé aux pointes d'averses horaires (Souchier, 1958) et aux indices mesurés de Wishmeier.

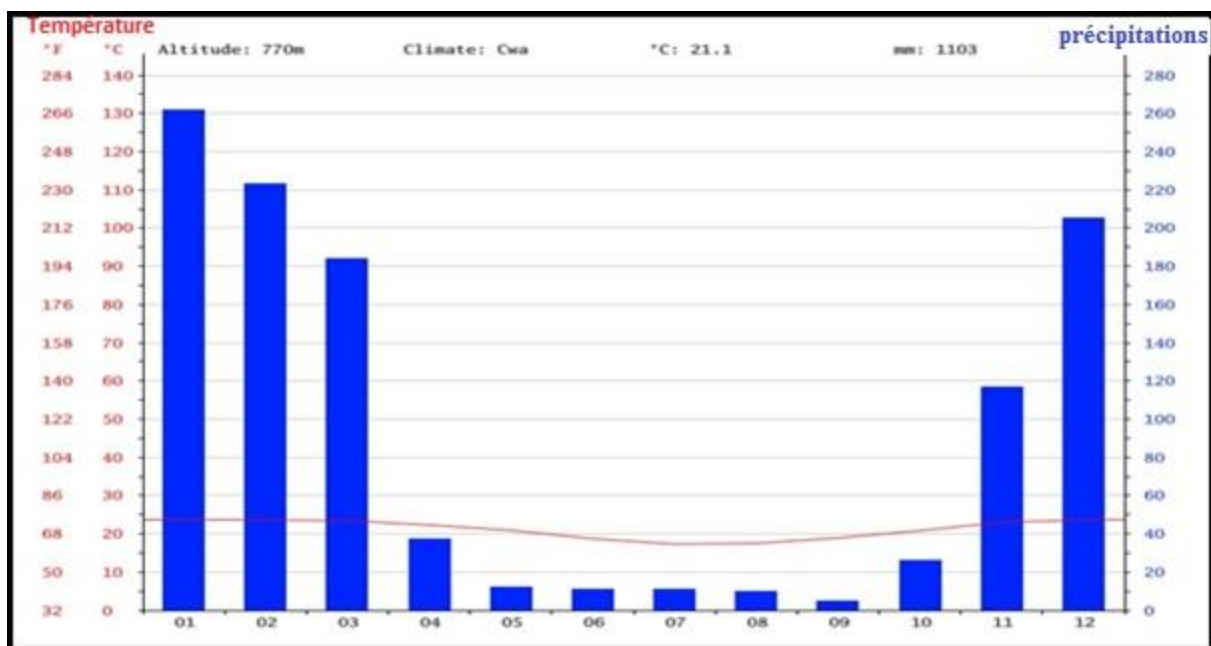


Figure 1 : Diagramme climatique de la région du lac Alaotra, Services météorologiques de Madagascar

3.1.1. La température

La température agit également comme de facteur important de l'érosion. Voici le tableau 4 qui montre la variation thermique de d'année 2000 jusqu'à 2002 selon la station basée à Ambatondrazaka.

Tableau 4: Evolution de la température moyenne annuelle

Année	Janvier	février	mars	avril	mais	juin	juillet	août	sept	oct	nov	dec	m/A
2000	23,9	23,1	22,3	21,8	20,5	18,4	17,4	17,3	18,5	21,1	22,0	24,2	20,9
2001	24,1	24,1	24,0	22,5	20,9	18,2	17,4	18,8	19,8	20,9	22,0	24,6	21,1
2002	24,6	23,9	23,6	22,2	20,1	18,2	17,4	17,6	19,3	20,7	23,6	23,9	21,3

Source : Direction des exploitations météorologiques

Le maximum moyen qualifié le plus fort est enregistré en décembre et en janvier dont il varie de 21°1 à 24°6C. Or, aux mois de Juillet et d'Août, la température moyenne demeure 18°8 à 17°3C au cours des mois les plus frais de la région. Par contre l'équidistance de la valeur interannuelle est peu importante car elle est quasiment nulle «0°9» par rapport à l'équidistance de la valeur mensuelle de « 7°3 ».

Par conséquent, cette variation inter-mensuelle peut briser des roches, la période la plus chaude est considérée comme source de « dilatation » des roches sur son volume et celle la plus fraîche donne la « contraction ». Au fur et à mesure que la situation se répète, les roches vont finir par se fracturer : **la thermoclastie**. Et cette fracturation est un des facteurs qui facilite l'altération des roches par l'eau acide de pluies et facile à décaper par l'érosion, comme le cas des roches sous les collines du sous bassin versant d'Ambalabako (photo2).

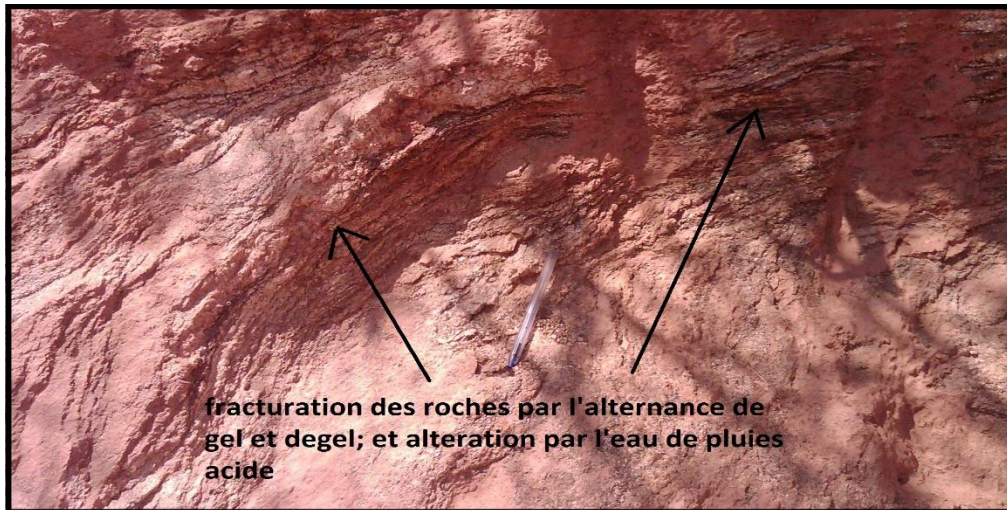


Photo 2 : fracturation des roches

3.1.2. Les variations interannuelles des précipitations considérées comme agents d'altération chimique et agent de transport

- **L'eau de pluie acide : agent d'altération chimique**

De par ses propriétés et son abondance relative, l'eau se trouve à la base de toutes les altérations exogènes des roches. Les molécules d'eau sont chargées électriquement et se comportent comme des dipôles. Les propriétés de l'eau vis-à-vis des minéraux s'expliquent essentiellement par cette propriété. A l'état pur, elle se comporte comme un acide faible par les ions H^+ libres qu'elle renferme.

Les réactions mettant en jeu la molécule d'eau sont de différents types et ont lieu essentiellement en climat humide. Les éléments solubles qui en résultent sont lessivés et les parties insolubles restent sur place, se recombinaient pour former de nouveaux minéraux, principalement des argiles.

- **L'agressivité des pluies**

L'érosion hydrique sur les versants de pente faible en moyenne est expliquée par l'énergie des gouttes des pluies qui frappent le sol et déclenche le processus de destruction de ses agrégats durant laquelle le ruissellement n'assure que le transport des particules détachées.

L'analyse de la MNT relative au climat de la région à partir du logiciel Q-GIS a permis de caractériser les conditions pluviométriques du Fokontany d'Ambalabako.

Tableau 5 : données pluviométriques du Fokontany d'Ambalabako

mois	J	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D	total
P (mm)	262	231	191	39	13	12	12	11	6	28	120	205	1118

Source : World Clim, FAO 2006

Il pleut toute l'année mais la quantité utile biologiquement mensuelle doit dépasser 40 mm (deux fois celle de la température), la saison sèche dure 7 mois. Elle commence au mois d'avril et se termine au mois d'octobre de l'année. Par contre, la durée de la saison humide est de 5 mois et la moyenne de la quantité mensuelle dépasse 120 mm (tableau 5).

Selon Peguy en 1961, l'**Indice de concentration pluviométrique** durant les 3 mois les plus concentrés sont au décembre avec 205 mm, janvier 262 mm, et février 231. Le total peut atteindre 1118mm.

$$\text{ICP} = \frac{205\text{mm} + 262\text{mm} + 231\text{mm}}{1118\text{mm}} = 0,625$$

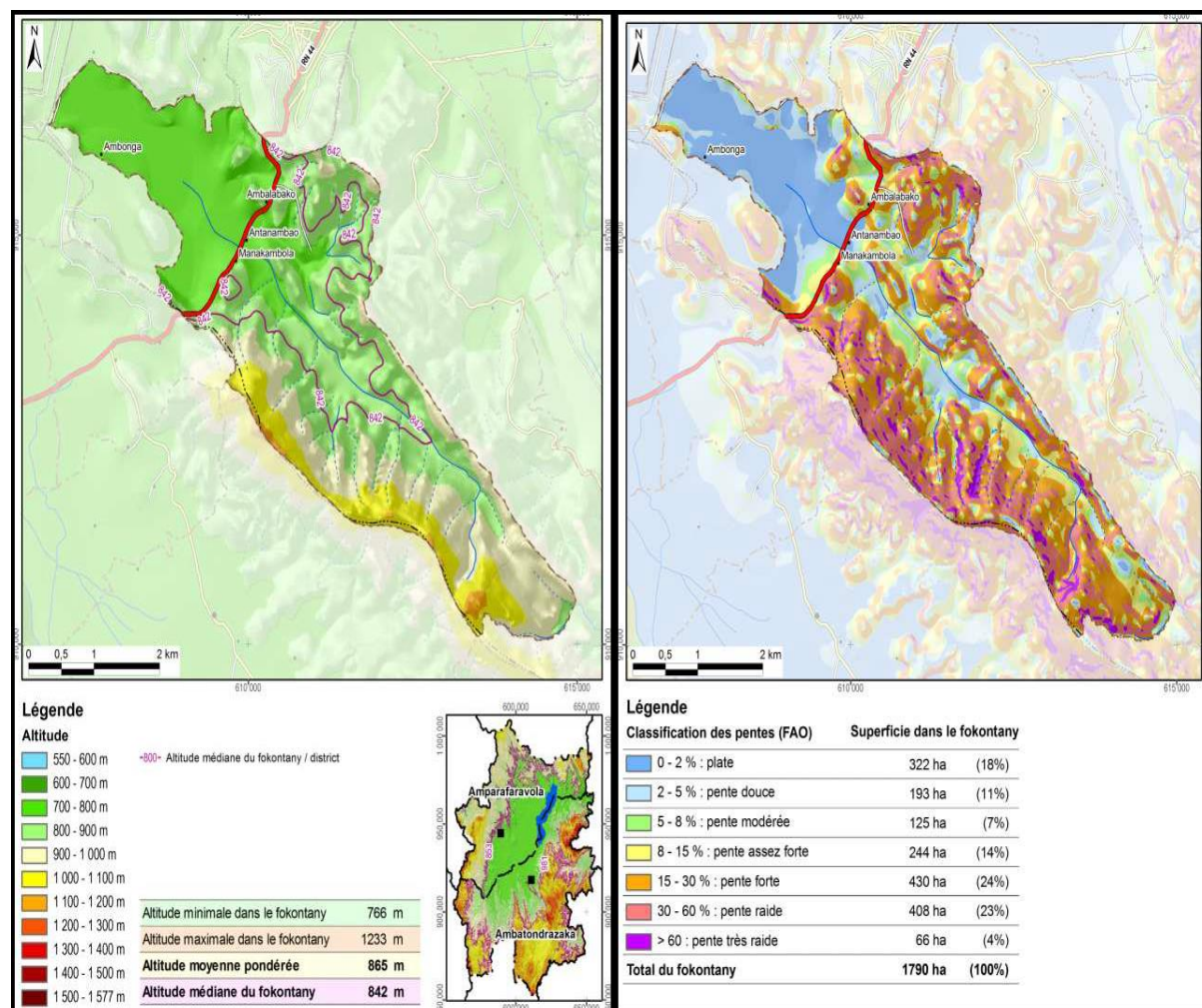
L'objectif est de connaître la quantité des pluies qui s'arrosent dans 3 mois et de connaître l'ampleur de l'érosivité. Ainsi, la concentration des précipitations maximales sur une période courte intensifie le processus d'érosion par une augmentation de la vitesse de ruissellement. En effet, les précipitations sont très mal réparties dans le Fokontany d'Ambalabako car plus de la moitié de la quantité totale est tombée en 3 mois. Pendant cette période, l'eau de ruissellement exerce une pression sur le sol sous forme de cisaillement et arrache les particules puis les transportent. Les conditions d'arrachement, de transport et finalement de dépôt dépendent de la vitesse du courant et de la taille des particules.

De plus, les eaux de ruissellement agissent en nappe sur le sol (érosion aréolaire) et arrachent des particules de façon sélective. Ce phénomène découle du splash sur l'ensemble

de la surface durant lequel le transport est faible et le dépôt s'effectue sur une courte distance sous forme de colluvionnement.

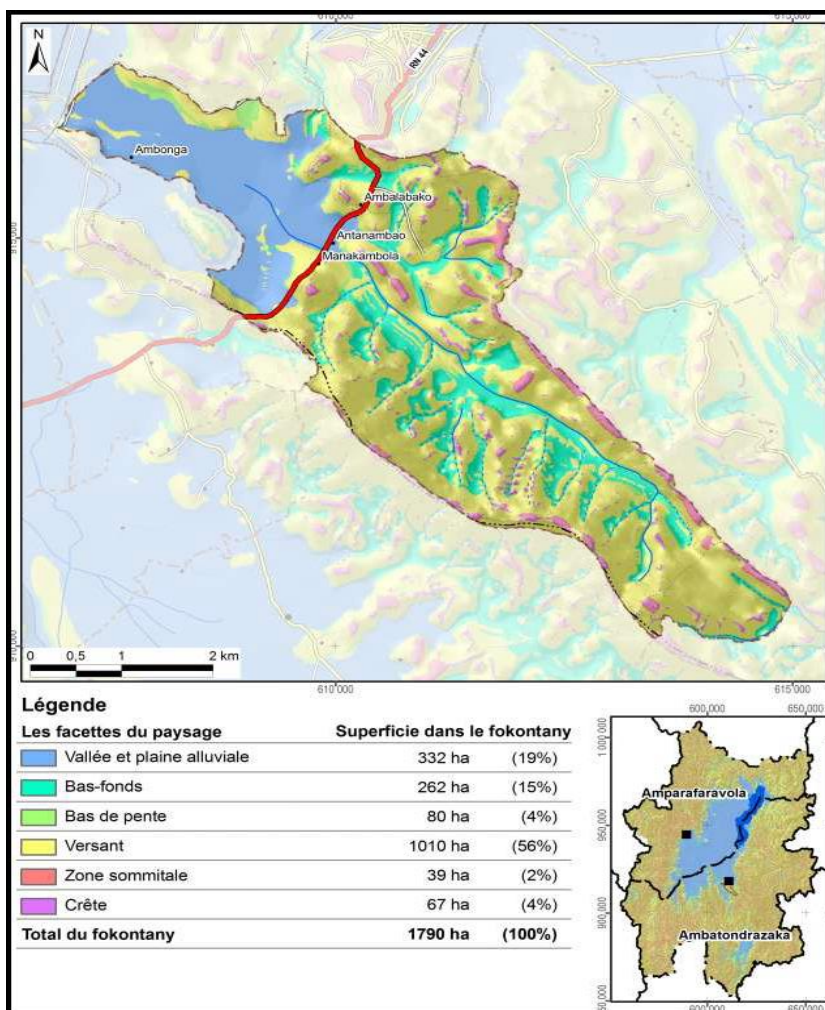
3.2. L'organisation générale du relief

Trois unités topographiques se distinguent dans la région : la zone élevée située au-delà de 800 m d'altitude, la zone de moyenne altitude située entre 600 m et 800 m d'altitude et la zone basse en dessous de 800 m (croquis 2, 3 et 4).



Croquis 2: carte de l'altitude

Croquis 3 : les pentes (classification de FAO)



Croquis 4: carte des différents paysages

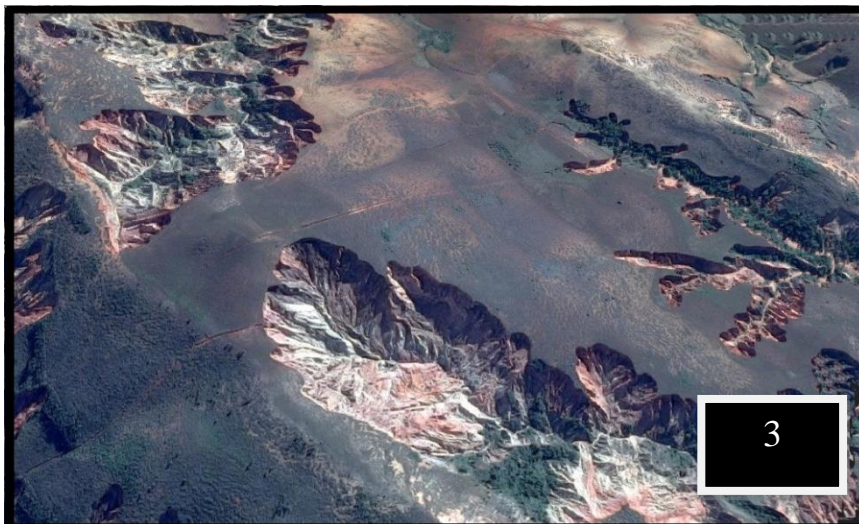
3.2.1. La zone élevée

La partie sud-est de la zone de recherche située entre 800 - 1200 m d'altitude forme la zone élevée. Elle représente 64% de l'ensemble (croquis 2 et 3). Cette zone est recouverte par des savanes arborescentes et regroupe l'ensemble des crêtes ainsi que les zones sommitales. Le sommet des collines est de forme convexe ou plate et partiellement vaste pour constituer des échines.

Cette zone constitue un site préférentiel de l'érosion hydrique. La valeur moyenne de l'ensemble des pentes des versants peut atteindre les 34% et favorise la formation du lavaka (photo 3). Dans cette partie de la zone collinaire, les eaux de ruissellement peuvent emporter des gros débris d'un diamètre plus de 1m.

3.2.2. La zone de moyenne altitude

La zone de moyenne altitude se localise entre 600 m et 800 m, et occupe la partie méridionale de la zone, elle correspond à la zone de contact avec la zone basse. Elle ne représente que 18% du bassin versant de ce Fokontany. La valeur moyenne de la pente est autour de 5%. Cette partie est occupée par des savanes arborescentes avec des cultures sur tanety et est formée d'un cône de déjection constitué par des débris arrachés au niveau des lavaka (photo4).



**Planche n°1 : les
paysages des trois
unités
topographiques**

Photo 3 : phénomène
de lavakisation dans la
zone élevée

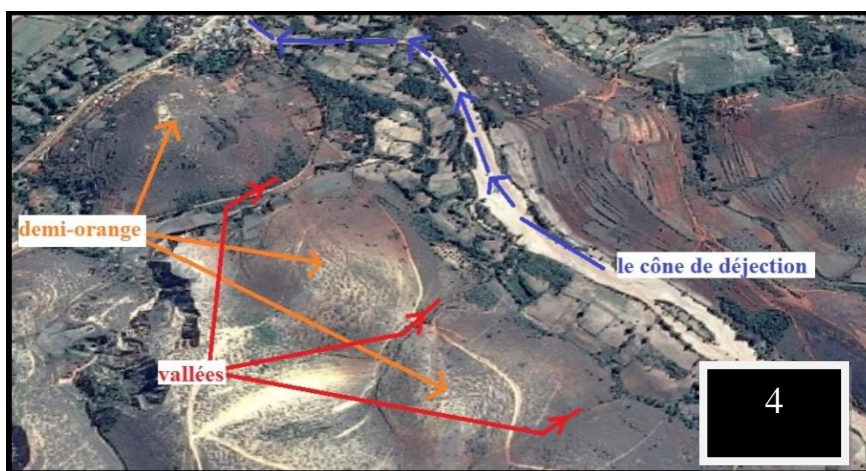


Photo 4 : le cône de
déjection des lavaka
dans la zone de
moyenne altitude



Photo 5 : la mise en
valeur de la zone basse

3.2.3. La zone basse

La zone basse située au-dessous de 600 m d'altitude forme la plaine rizicole et les vallées alluviales du Fokontany d'Ambalabako dont le village d'Ambonga est implanté dans cette zone. Elle n'occupe que de 18% de la superficie totale du bassin versant. Elle est caractérisée par l'existence des lambeaux forestiers dans la périphérie et des parcelles agricoles. C'est la zone d'accumulation par excellence, la valeur moyenne de pente représente moins de 1% par rapport à la surface totale et s'étale plus particulièrement dans la partie nord-ouest de la basse du sous bassin versant (photo5).

Tableau n°6 : la répartition des unités topographiques

Unités topographiques	Zone élevée	Zone à moyenne altitude	Zone basse
Altitude	800-1200m	600-800m	Inférieur à 600m
éléments des paysages	Crêtes, zone sommitale et versants	Bas de pente et bas-fond	Vallées et les plaines alluviales
Pentes	8 à 60%	2 à 8%	Inférieur à 2%
Valeur moyenne des pentes	34%	5%	1%
Localisation	Sud-Est	Partie méridionale de la zone (orientation SE-NO)	Nord-Ouest
Surface	1218ha	342ha	322ha
Pourcentage	64%	18%	18%

3.3. Les caractères hydro-morpho-pédologiques du sous bassin versant

Le bassin versant du fokontany Ambalabako comporte 3 sous zones selon l'altitude et ses propriétés physiques.

La zone haute se situe en dessus de 800m d'altitude et correspond à la partie Sud-Est du bassin. L'ensemble de relief est très accidenté et caractérisé par des ravins très profonds ou des Lavaka qui occupent 10% de la surface totale du bassin et les périphéries de la zone (croquis 5 et photo 3). L'extension du lavaka reste importante et très active par rapport aux autres unités de la zone, malgré l'existence des techniques antiérosives. Le reste des unités de la zone haute est formée par des pentes fortes et moyennes, alternée par des collines convexo-concaves et des vallées qui occupent 51% de la superficie totale (1790ha).

La zone à moyenne altitude se localise de 600 à 800m et se rencontre dans la zone méridionale du bassin versant. Cet ensemble occupe 19% de la surface du bassin (croquis5) et est formé par des reliefs multiconvexes (photo 4) associés à des demi-oranges à pentes plus ou moins faible (5 à 8%). Les vallées qui séparent les échines d'orientation générale subméridienne sont caractérisées par un épandage sablo-gravillonnaire en amont et limono micacé en aval. Cette partie reçoit en premier les colluvions de la partie amont.

Et enfin la zone basse située à moins de 600m, est exposée au phénomène d'ensablement actuellement. L'analyse granulométrique des sédiments montre des dépôts hétérogènes avec une texture très variée plus ou moins fine de 50 micron mètre (argiles et limons) à 5 centimètres (les sables). A la fois les dépôts sont d'origine argileuse, limoneuse et sableuse associée avec une faible quantité des micas.

3.4. La région de l'Alaoira : Zone d'instabilité tectonique favorisant la multiplication du phénomène de lavakisation

La zone du lac Alaoira est un bassin d'effondrement au niveau d'aplanissement ancien dont l'orientation générale est nord-sud.

L'effondrement du bassin de l'Alaoira au Miocène explique son instabilité structurale marquée par la formation des multiples lavaka au niveau des collines environnantes. (Bourgeat et Al.1979, Dixey 1960, Laplaine1953)

La plaine est bordée de collines arrondies convexes (Tanety) qui font transition avec des reliefs plus vigoureux (Bourgeat, 1979). Sur les collines et les versants, les manifestations de l'érosion de type ravins ou canyons ou lavaka peuvent être diffuses ou au contraire intenses. En effet, l'environnement du lac est le théâtre d'une érosion qui est aujourd'hui très active.

Chapitre 4 : LES UNITES D'OCCUPATION DU SOL, SITES PREFERENTIELS DE L'EROSION

Le mode d'occupation du sol par la population locale varie en fonction de ses unités topographiques. Il constitue l'un des facteurs qui déclenche le phénomène de lavakisation sur les collines. L'analyse de son impact dans les parties moyenne et basse altitude de cette localité s'avère primordiale.

4.1. Le mode d'occupation du sol de la zone élevée

La zone élevée est une zone de tanety fragilisée par l'intensification du processus de lavakisation. La zone élevée située entre 800 et 1200m d'altitude occupe la partie sud-est et représente 59% de l'ensemble du sous bassin versant (croquis6). La prédominance de pente forte dépassant en moyenne 35% favorise le déclenchement de l'érosion (photo6)

La carte établit par le projet BVlac définit la zone comme fragile et nécessite des travaux et des moyens pour la stabiliser (croquis6)



Photo 6: vue aérienne sud-est du sous bassin versant d'Ambalabako

La zone de tanety, elle est recouverte des plantes fourragères (*Brachiara*, *Pennisetum*) et des plantes ligneuses telles que l'eucalyptus et le pin. Le reboisement est effectué par la population locale (photo7). Cette unité très accidentée est érodée par l'érosion en forme de ravin (photo6).

Quant à la zone de stabilisation de lavaka prévue par le projet BV lac, elle est dominée par des ravinements profonds et des griffures d'érosion (photo3). La population locale stabilise les lavaka en utilisant divers dispositifs de lutte antiérosive (partie3), malgré tous ces efforts, l'érosion de cet ensemble fournit des matériaux qui ensablent les zones de moyenne et basse altitude.



Photo 7 : le boisement de versant sud-est

4.2. Le mode d'occupation du sol de la zone de moyenne altitude

La zone de moyenne altitude, située entre 600 à 800m d'altitude occupe la partie méridionale du sous bassin versant et représente que 18% de la superficie totale. Elle est constituée en grande partie par divers types de baiboho qui varient selon la nature des sols, tels que les baiboho non sableux (photo8) et sableux (photo9), des versants ou de bas de pente (photo10) très riches en matière minérale.

Cette zone est mise en valeur par des cultures pluviales dites sur tanety. Alors que le baiboho non sableux est utilisé pour les cultures de contre saison. Les agriculteurs des villages d'Ambalabako, Antanambao et Manakambola utilisent le système de semi-direct sous couverture végétale (SCV) et en rotation ou associations avec des céréales et des légumes. Les types de cultures les plus pratiqués pendant la saison pluviale sont le maïs, le manioc et quelques légumes comme le carotte, tomate, concombre ayant un rendement de 0,6t/ha/an. Durant la saison de pluie, les cultures du riz pluvial sur tanety y prédominent et produisent 0,8t/ha/an avec quelques cultures de légume.

L'unité de baiboho sableux est utilisée pour une seule culture pendant l'année. La culture du riz est impossible dans ce sol sableux. Le système cultural appliqué sur cette unité est le semi-direct sous couverture végétale (SCV), les types de culture sont les maïs, les maniocs, les haricots et les légumes (tomate, bride, carotte, concombre), mais le rendement ne dépasse même pas 0,7t/ha/an. Ces derniers se pratiquent plus particulièrement sur les bas de pente très riche en matière minérale.



**Planche 2: les unités
d'occupation du sol dans la zone
de moyenne altitude**

Photo 8: baiboho non sableux



Photo 9 : baiboho sableux



Photo 10 : bas de pente

4.3. Le mode d'occupation du sol de la zone basse

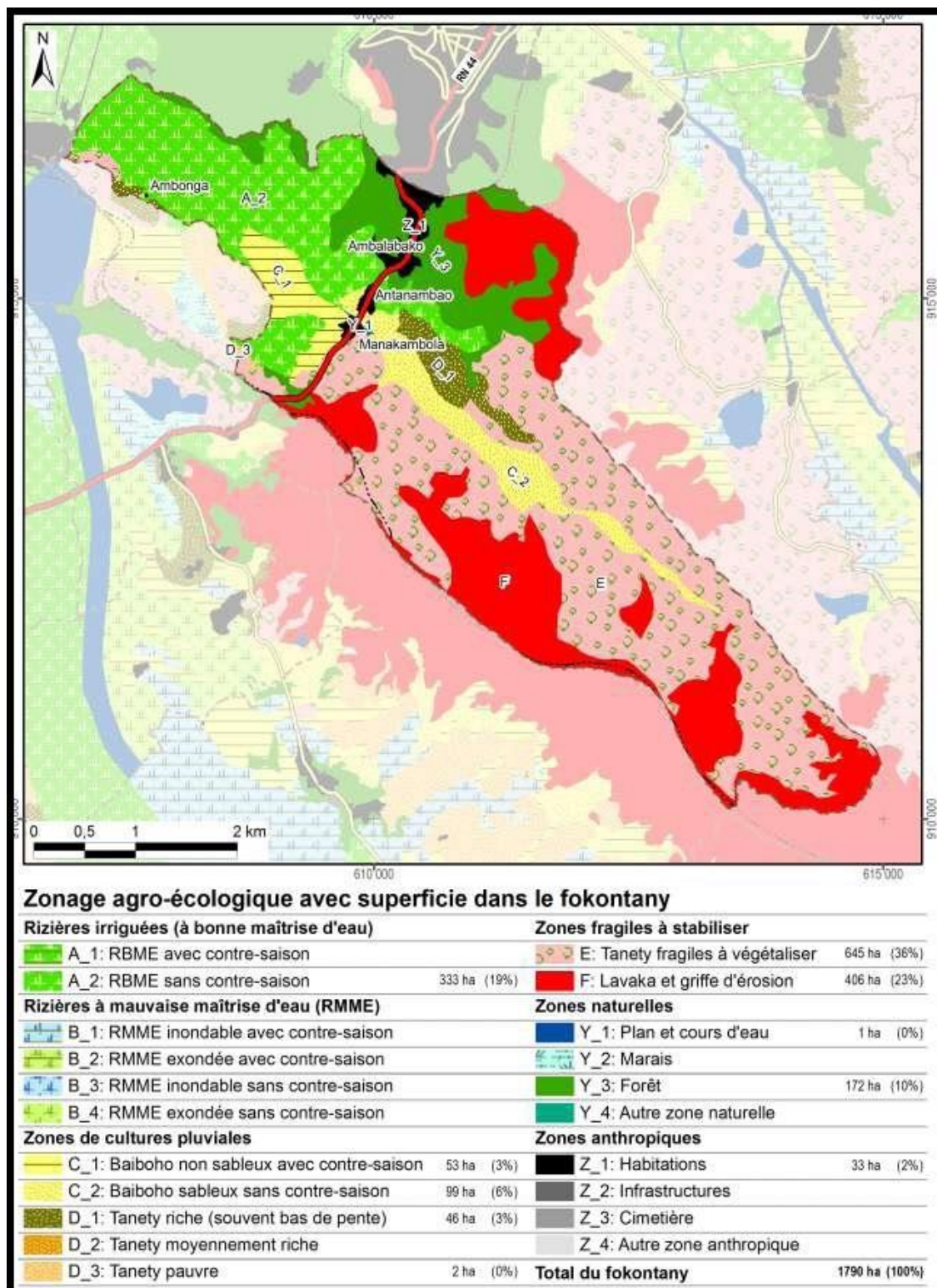
La zone basse est occupée par la forêt galerie et la rizière à bonne maîtrise d'eau. La zone se localise au nord-ouest et occupe 29% de la superficie totale du sous bassin versant d'Ambalabako (croquis 6). Elle se situe au-dessous de 600m d'altitude avec une pente quasi nulle, ce qui favorise la stagnation des eaux et les dépôts des matériaux à texture hétérogène et parfois non utile aux cultures comme le quartz et le feldspath.

La forêt galerie prédomine dans la périphérie nord-ouest (croquis6) et occupe 10% de la superficie totale de sous bassin versant. Elle fournit du bois de chauffage pour la population locale et joue un rôle important dans la protection de la rizière contre l'envasement et l'ensablement.

La rizière à bonne maîtrise d'eau (photo11) est caractérisée par l'inexistence de culture de contre saison, liée de l'abondance de l'eau pendant presque toute l'année, étant donné que la valeur des pentes est inférieur à 1%. La population d'Ambonga utilise cette unité de manière rationnelle. L'implantation des canaux d'irrigation et d'évacuation d'eau dans chaque périmètre rizicole contribue à la maîtrise de la gestion de l'eau en cas d'inondation et de diminuer la divagation des débris inutiles pour la culture. Au début du mois de novembre ou décembre, les agriculteurs y pratiquent la riziculture irriguée (photo11), le rendement moyen est de 1,4t/ha/an. Par contre pendant la saison sèche, on laisse les terrains au repos pendant 3 à 4mois suivant le calendrier agricole. L'objectif est de gagner plus d'épaisseur en humus. Ce dernier rend les terres fertiles.



Photo 11 : les parcelles des rizières de la plaine



Croquis 6 : le zonage agro-écologique

Partie 3 : LES STRATEGIES LOCALES DANS LA LUTTE CONTRE L'EROSION ET L'ENSABLEMENT

Face à l'ampleur du phénomène de l'érosion dans ce Fokontany, la population locale a adoptée de différentes stratégies pour en lutter. L'efficacité des techniques appliquées dans les zones collinaires devient un enjeu majeur dans le contrôle de cette érosion, sur l'augmentation en nombre des Lavaka et la recrudescence de l'ensablement de la plaine de la zone basse. Les techniques utilisées au niveau de la plaine et des bas-fonds seront déterminantes pour la réhabilitation des parcelles rizicoles.

Chapitre 5 : LES TECHNIQUES ANTIEROSIVES APPLIQUEES DANS LES ZONES COLLINAIRES

Afin de pouvoir éviter l'intensification de l'ensablement dans les plaines et les bas-fonds du sous bassin versant d'Ambalabako, la lutte contre l'extension des lavaka semble être la première mesure à appliquer par la population locale. D'où, l'application des techniques tendant à ralentir la vitesse de ruissellement freinerait certes l'agrandissement des ravins sur les flancs des collines et réduirait la quantité des débris sableux versés dans la zone basse.

5.1. La Lutte contre l'intensification du lavaka

Le reboisement et le traitement de lavaka sont prioritaires pour la population locale en vue de protéger le sous bassin versant d'une part et de gagner des terrains de cultures en aval d'autre part. Les efforts pour limiter les feux de brousse au niveau de la zone haute altitude située dans la partie sud-est, et la divagation des troupeaux ne font qu'améliorer la situation.

5.1.1. Les opérations de reboisement

Le reboisement des zones collinaires constitue la meilleure protection reconnue par la majorité des acteurs qui travaillent dans la lutte contre l'érosion. Les opérations de reboisement d'Eucalyptus par la population locale ont été faites dans les années 2000 (photo 12). Le choix de l'Eucalyptus par les paysans s'explique par sa croissance rapide par rapport aux autres espèces connues localement. Une fois exploité et coupé, il se régénère très facilement. Sa résistance aux feux est également appréciable. Ce couvert végétal constitue alors une solution durable et faisant partie des actions à long terme de la lutte contre l'érosion, et sa vulgarisation ne pose pas de problèmes. En effet, les plantes interviennent de façon multiple à la lutte contre l'érosion:

- + Elles favorisent l'infiltration de l'eau dans le sol et réduisent le ruissellement de surface.
- + Elles ralentissent la vitesse d'écoulement superficiel favorisant ainsi l'infiltration.
- + Elles jouent le rôle d'un écran protecteur contre l'action dynamique des pluies (effet "splash").
- + Sur le plan social et économique, le reboisement fournit à terme des bois d'énergie, des bois d'œuvre et de revenu monétaire (photo12).



Photo 12 : reboisement d'eucalyptus dans les collines et les mi- versants nord-est

5.1.2. Les techniques de traitement de lavaka

Le traitement des lavaka consiste à les stabiliser par des techniques mécaniques et biologiques. Le lavaka peut se stabiliser naturellement quand sa tête atteint le sommet de la colline, donc se trouve éloigné de la nappe phréatique et que la couverture végétale à l'intérieur est suffisamment épaisse pour empêcher le départ des particules durant l'effondrement vers l'aval. Par contre, certains lavaka situés dans la partie élevée du sous bassin versant d'Ambalabako particulièrement actifs connaissent une évolution très rapide qu'il faut limiter même si le traitement à apporter pour leur stabilisation est souvent une œuvre de longue haleine et souvent onéreuse.

D'une manière générale, le traitement mené par les paysans pour stabiliser les lavaka diffère selon les différentes parties qui les constituent.

En amont du lavaka : la revégétalisation de la bordure du ravin sert à retenir la terre environnante et à limiter le glissement du talus. Le reboisement ou l'embroussaillage de la bordure du lavaka est le procédé biologique le plus répandu (photo13).

Un fossé de crête ou de protection est mis en place au sommet pour éviter tout apport d'eau supplémentaire dans le lavaka, l'évacuation des eaux ainsi détournées qui s'effectue loin du ravin et de l'exutoire est fixé par du vétiver. (Pas profond, juste pour dévier l'eau).

A l'intérieur du lavaka : la rectification du ravin par la mise en place d'une succession de petits barrages en bois ou en bambous (fascines) dont le nombre dépend de la longueur et de la pente du lavaka, le but étant d'empêcher le départ des sédiments vers la sortie (photo13).

Le barrage principal est mis en place à l'exutoire du lavaka, c'est un barrage en gabion ou en bois fait avec des poteaux de 1m à 1,20m de hauteur et de 10 à 15cm de diamètre qui sont bien enfoncés pour assurer un bon ancrage et favoriser les dépôts solides en amont du barrage. Un barrage constitué de 2 rangées de fascines remplies de pierres à l'intérieur est également utilisé pour stoker les sédiments, les paysans prennent soin de celui-ci en renforçant la partie aval par du remblai compacté qui sera engazonné pour lui donner une bonne stabilité.

Les barrages secondaires (photo14) sont construits en aval du barrage principal, ils favorisent les dépôts des sédiments dérivés du barrage principal. Ils sont ensuite renforcés avec le même procédé que celui du barrage principal. Il existe de nombreux types de barrage secondaire: le barrage en grillage muni de piquets, délaissé par les paysans à cause de son coût relativement élevé et sa durée de vie assez courte.

Les fascines en bois qui sont les plus abordables présentent aussi l'avantage de s'enraciner et de se développer très vite, rendant le barrage plus durable. Le barrage en fascines et en layons de branches souples entrelacées est le plus fréquent dans les parties méridionales du bassin versant (photo14).

L'embroussaillage à l'intérieur du lavaka est effectué par des espèces autochtones à croissance rapide comme *Harungana madagascariensis*, *Lantana camara*, *Grevillea bunksii* et par d'autres espèces. Les plantes vivaces comme le vétiver, le Casuarina, l'Eucalyptus grandis peuvent être également utilisées (photo13)

Dans les cas où le lavaka a atteint une certaine stabilité, les paysans plantent à l'intérieur des bananiers en lignes alternées avec de la canne à sucre.

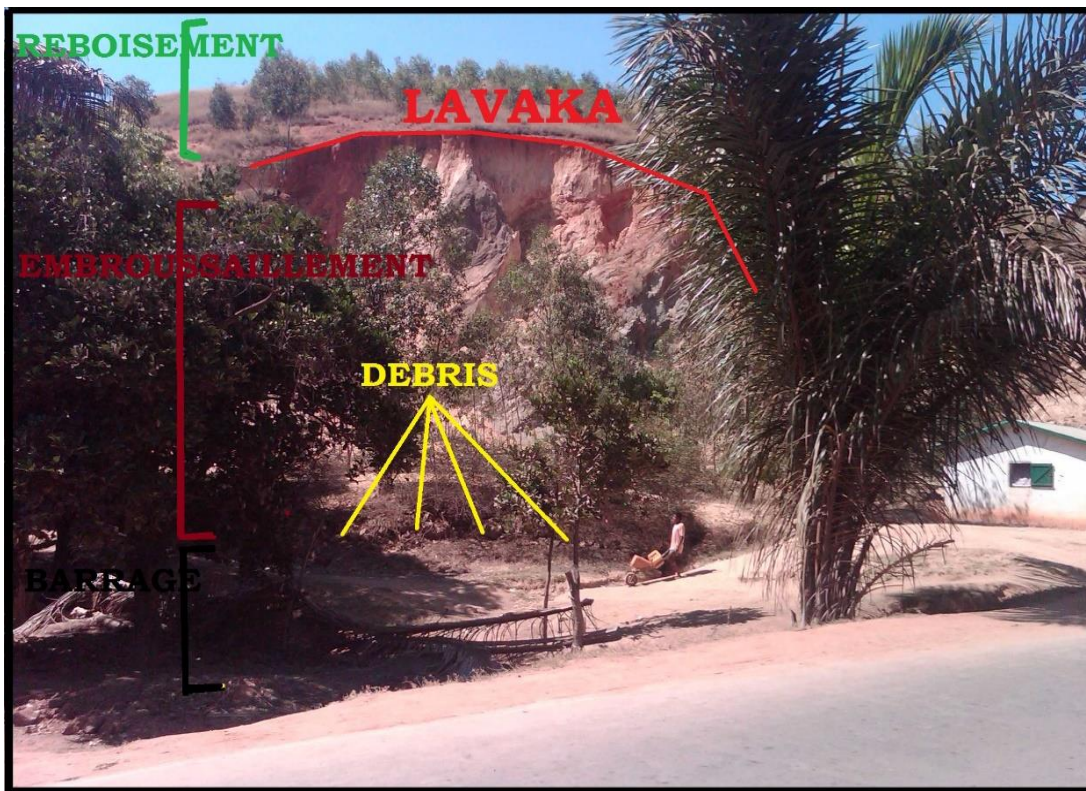


Photo 13 : la technique biologique pour empêcher l'extension du lavaka de la zone des collines du nord-est du sous bassin versant.



Photo 14 : extrait de barrage secondaire dans les versants nord-est.

5.1.3. La limitation de l'utilisation des feux

Les feux sont utilisés pour nettoyer les parcelles de culture contre les mauvaises herbes. Ils permettent également de minéraliser le sol, par combustion de la matière organique. Or, la diminution voir l'absence à plus long terme, de la matière organique déstructure le sol, facilitant l'action de l'érosion, il faudrait ainsi limiter l'utilisation des feux en laissant la possibilité au sol de se régénérer.

5.1.4. Le parcage des zébus

Cette technique consiste à améliorer la qualité de la savane herbeuse des collines en limitant la divagation des troupeaux (photo15). Les bétails peuvent être parqués aussi dans des enclos fabriqués en arbustes et en haies fourragères. Cette pratique a enrichi les espèces utiles au fourrage et à l'alimentation des animaux puis elle a procuré du bois source de l'amélioration de la biomasse. De plus, les haies peuvent être fertilisées par les déjections des animaux qui ruissellent latéralement vers eux. Le mieux serait de placer les parcs en amont des tanety où les sols sont les moins sensibles à l'érosion.



Photo 15 : Parcage de zébus en aval nord-ouest

5.2. Les diverses techniques pour ralentir la vitesse de ruissèlement

Quant aux eaux de ruissèlement, la technique pour briser leur vitesse est de mettre ou de créer des sortes de barrages sur les versants et en bas de pente. L'objectif est d'éviter l'agrandissement des ravins et la divagation brutale des débris sédimentaires emportés par l'eau de ruissèlement

5.2.1. Les sentiers de parcours profilés

Les sentiers souvent empruntés, constituent ainsi un chemin privilégié des eaux de ruissèlement, en favorisant la formation de ravines. C'est souvent le cas quand le tracé du sentier rectiligne. Pour éviter ce ravinement, le tracé de sentier peut être profilé pour orienter l'écoulement des eaux vers des exutoires aménagés pour limiter l'érosion.

5.2.2. Les prairies artificielles

La prairie artificielle convient à des zones assez dégradées surtout sur les pentes fortes où apparaît l'érosion en nappe. L'association des eucalyptus et de l'embroussaillage en herbes ont été adoptés par les paysans dans la zone élevée du bassin (photo16). En effet, elle a pour avantage d'améliorer le régime hydrique du sol, en augmentant l'infiltration et le drainage et en augmentant la rugosité du sol. Le ruissèlement et l'érosion sont tous deux diminués.



Photo 16 : les prairies artificielles

5.2.3. L'aménagement des courbes de niveau

L'aménagement de courbes de niveau par les paysans du Fokontany d'Ambalabako (photo17) est une mesure qui permet de rompre la pente, et de ce fait, réduire la vitesse et l'énergie de l'eau. La rupture de pente favorise la stagnation de l'eau ainsi que son infiltration. La diminution de l'effet du ruissellement préserve le sol de ses richesses en matières organiques et en éléments minéraux (SARRAILH, 2004). Ces courbes de niveau sont mises à profit pour les cultures pluviales sur tanety de type manioc en association avec *Brachiaria* ou maïs, en pratiquant le semi-direct sous couverture végétale (SCV) sur des parcelles de 10 m de large (photo17). Les courbes de niveau peuvent aussi détourner l'eau en créant des terrasses de diversion vers des exutoires enherbés sur sol argilo limoneux.



Photo17 : courbe de niveau sur les tanety sud-est du sous bassin versant

5.2.4. La mise en place de la terrasse

Basées sur le même principe que les courbes de niveau, les terrasses apportent les mêmes atouts, mais disposées dans un plan différent (photo19).

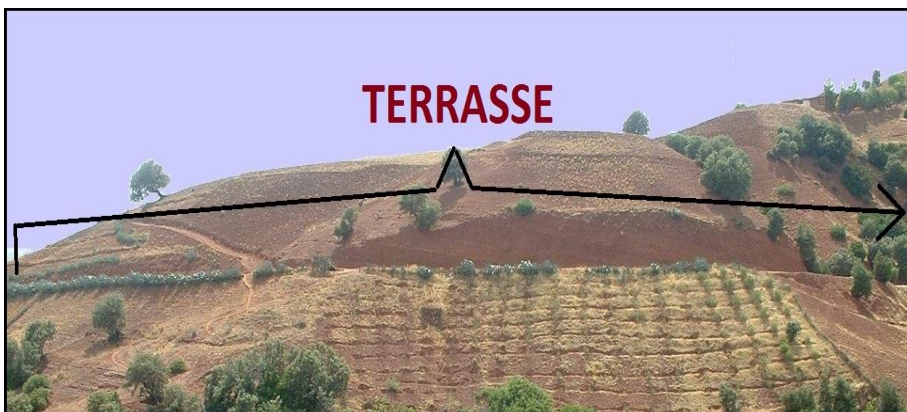


Photo 18: La terrasse au mi-versant sud-est

5.2.5. Les bandes enherbées

Quelques paysans ont placé des bandes enherbées perpendiculaires à la pente (photo19). La bande enherbée permet de ralentir la vitesse d'écoulement. Elle devient une zone d'absorption de l'eau et retient en partie les sédiments transportés par le ruissellement.



Photo 19 : Bande enherbée aux flancs du tanety sud-est

5.2.6. Les haies traditionnelles

Les haies traditionnelles sont constituées le plus souvent par de bananiers, manguiers, pignon d'Inde, de broussailles ou des plantes ligneuses. Elles jouent un rôle antiérosif en rompant la vitesse de ruissellement venant de l'amont. Dans le Fokotany d'Ambalabako, les haies traditionnelles ont été installées dans les bas de pentes (photo20). Elles sont utiles aussi bien pour délimiter les propriétés que pour protéger les cultures des zébus et peuvent apporter une ressource en bois de chauffe.



Photo 20:les haies traditionnelles dans les bas de pentes méridionales du bassin versant

Chapitre 6 : LES TECHNIQUES DE PROTECTION DES PLAINES ET DES BAS-FONDS

Les techniques de protection des plaines et des bas-fonds font défaut. Etant donné l'application des techniques précédentes pour protéger la zone basse contre l'ensablement, les paysans n'y apportent que quelques techniques antiersives telles que la préparation des sols avec « 0 labour » et la mise en place d'un couloir végétal en bas de pente. La création des petits canaux sur chaque parcelle de culture et l'enfouissement des résidus contribuent à diminuer des débris versés dans les rizières.

6.1. La mise en place d'un couloir végétal en bas de pente

Il s'agit en fait de planter des rangées d'arbres fruitiers tels que manguiers, avocatiers, bananiers, de canne à sucre et de plantes herbacées comme le vétiver, qui vont par la suite filtrer les sédiments, réduire l'envasement et l'ensablement des rizières ainsi que permettre la récupération des surfaces ensablées antérieurement pour la culture (photo21).



Photo 21 : le couloir végétal du bas de pente du sud-est du sous bassin versant

6.2. La préparation des terres à cultiver avec « 0 labour »

Concernant la préparation des terres à cultiver, quelques paysans du Fokontany appliquent le « 0 labour » (photo22). Cette technique possède différents effets physico-chimiques sur le sol, notamment de l'enrichir en humus de par la décomposition des matières organiques. En effet, on peut passer du sol brun rouge à celui marron foncé. La structure du sol se développe vers une tendance polyédrique fine et assez compact à l'issue de la première année. La surface du sol est alors difficile à éroder par l'eau de ruissellement. Cette technique a pour but d'augmenter l'épaisseur de la couche arable afin d'avoir des terres fertiles et réduire la quantité des sédiments versés dans les champs de cultures.



Photo 22 : le « 0 labour ».

6.3. La création des petits canaux

Actuellement, les exploitants du Fokontany délimitent leurs parcelles en créant des petits canaux (photo 23). Cette technique a pour but de dévier l'eau de ruissellement afin de réduire la quantité de sable et de vase versés dans les champs de culture.



Photo 23: les petits canaux sur les rizières, au sud-ouest de la RN44

6.4. L'enfouissement des résidus

L'extraction des résidus de culture augmente le ruissellement et l'érosion, sauf pour le labour de juin, puisque il s'agit là de la saison sèche. Pour ralentir ces effets, les paysans enfouissent ces résidus dans le sol.

En somme, si les paysans et les organismes arrivent à assimiler ces diverses techniques, ils pourraient endiguer l'ensablement des rizières au bout de 5 à 10ans de traitement. Ils ont pu récupérer ainsi quelques hectares de terrain juste en aval des lavaka pour la riziculture, ils ont aussi pu récupérer centaines hectares situées plus en aval des bassins versants. Ce qui démontre l'interdépendance entre les bassins versants et les périmètres rizicoles, en d'autres termes l'enchaînement érosion-ensablement.

CONCLUSION GENERALE :

Le sous bassin versant d'Ambalabako offre un atout aux activités agricoles aussi bien sur les baiboho que sur les rizières. Mais le phénomène d'érosion favorise la formation des ravins et des lavaka sur les versants et les collines, déclenchant ainsi l'ensablement des rizières de la zone basse.

Pour faire face aux problèmes d'érosion et d'ensablement, la population doit travailler avec les organismes tels que le CIRAD, le BVLac, le BRL. L'objectif des agriculteurs est de regagner leurs parcelles de culture ravagées par l'ensablement et les rendre fertiles. Leur principale technique pour lutter contre l'ensablement de la zone basse est de limiter ou stabiliser l'évolution des lavaka actifs dans les zones collinaires. Il semble que l'exploitation de diverses techniques pour ralentir la vitesse de ruissellement est un moyen important contre l'évolution des ravins sur les versants. Etant donné l'ensablement des baiboho, des plaines et des bas-fonds qui sont des unités principales en termes d'agriculture, la population locale tente d'endiguer ces problèmes par la mise en place des couloirs végétaux en bas de pente et la création des canaux d'évacuation d'eau dans les rizières.

Malgré les efforts menés par les paysans et les organismes, l'érosion et l'ensablement restent des problèmes tragiques du sous bassin versant d'Ambalabako et même au niveau du bassin versant du lac Alaotra. En contre parti, la situation économique du fokotany dépend particulièrement de l'agriculture, dont la dégradation des sols rend la population vulnérable. L'insécurité qui règne dans la région aggrave la précarité de la population.

La sécurisation foncière met également en péril les différents modes de lutte contre l'érosion, les métayers dont la proportion atteint 18% n'est pas motivée pour l'application de ces techniques.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Andriambolasoa B, 2001, « *La stabilisation de lavaka dans la Région du lac Alaotra Madagascar* », Ed Université d'Antananarivo, Antananarivo/Madagascar, 341p.
2. Andriamaniraka J.H, 2009, « *Etude et modélisation de la biodisponibilité du phosphore dans les sols cultivés de Madagascar : effets des pratiques culturales* », Ed Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo/Madagascar, 312p.
3. Andriamapianina N (FOFIFA/DRFP) (1997) : « *Bilan et Evaluation des travaux et réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar* », ONE/P.C.S/FOFIFA/ANAE/CIRAD, Antananarivo/Madagascar 316p.
4. ANGAP, ONE, PNUD, 1997, « *Monographie nationale sur la biodiversité*, 324p
5. Arabi M, 1991, *influence de quatre systèmes de production sur le ruissèlement* », ed Université d'Antananarivo, Antananarivo/Madagascar, 192p
6. CIRAD, GRET, MAE, 2002 : « *Le memento de l'agronome* », Cederom principal et Bibliothèque virtuelle.
7. Chabalier P.F, mars 1997, « *Etude des facteurs d'érosion, facteurs anthropiques: les feux de brousse, la mise en culture par abattis-brulis : le tavy* », Projet de conservation des sols, 162p
8. Colleta M, Rojot C., 2006, « *Caractéristiques agraires des deux zones du Lac Alaotra, conditions et impact de l'adoption des systèmes de culture à base de couverture végétale* », rapport de stage 2ème année INA-PG, CIRAD, 114p.
9. Claire D, Stéphane N, 2007 : « *Étude des dynamiques agraires et des stratégies paysannes dans un contexte de pression foncière Lac Alaotra Madagascar* », ed Université de Montpellier, France, 144p.
10. De Chaperon P., Danloux J. et Ferry L, 1993, « *Fleuves et rivières de Madagascar* », ORSTOM, Paris.
11. Deveze J.C, mai 2006, « *Réflexion sur l'avenir des Agriculture familiales du Lac Alaotra* », Document de travail provisoire, 37p.
12. FAO, 1979, « *conservation des sols : aménagement des bassins versants* », Rome, 356p.
13. Lemalade J.L, 1996, « *Dynamiques et stratégies des acteurs pour l'utilisation du terroir et de ses ressources : le fonctionnement des systèmes agraire du firaisampokotany de Didy, fivondronana d'Ambatondrazaka* », Mémoire de fin d'étude ESSA Forest, 182p.

14. Lucille A, Camille B, Florent B, Guillaume B, Margaux D, Joana F, Gatien F, Joseph F, Rada K, Etienne M, Marie M, Lise P, Bertrand R, Florie S, Mirjan T, Alejandra V.P, Robin. Mars 2010, « *Erosion et pratiques des agriculteurs du Lac Alaotra : Cas des communes d'Ilafy et de Feramanga* », Rapport de stage, 46p.
15. Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), 2004, « *Compte rendu de la visite au lac Alaotra du 06 et 07 juin 2004* », 50 p.
16. Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche (MAEP), « *Projet de mise en valeur et de protections des bassins versants du lac Alaotra, Situation du projet au 31 décembre 2004* », 46p.
17. Projet BV, 2013, « *Lac Cellule du Projet BV Lac* », termes de référence, 46p.
18. Peguy, 1961, « *Précis climatologie* », Masson, 2eme édition, Paris, 468 pages
19. Penot E, 2006, « *Appui au volet Professionnalisation des organisations de producteurs* », Rapport de mission BV lac, août 2006, projet BV Lac, 59p
20. Petit M, 1998, « *Présentation physique de la grande île Madagascar* », Agence de la Francophonie et FTM, Antananarivo/Madagascar, 192p.
21. Rakotoarindrazaka N. H., Penot E, 2009, « *Aménagement et gestion de l'espace: cas des 3 zones de gestion concertée dans le bassin versant Imamba-Ivakaka dans l'ouest de l'Alaotra, Madagascar, Dynamisme des aménagements et recommandations* », Ambatondrazaka/Madagascar, 32p.
22. Rabeson R, mars 1997, « *Etude des facteurs d'érosion, facteurs physiques : Climatologie, Hydrologie-hydrogéologie, Bilan et évaluation des travaux et réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar* », Projet de conservation des sols, 40p.
23. Rakoto H., mars 1997, « *Etude des facteurs d'érosion, facteurs anthropiques: Les migrations, Démographie et densité de la population, Bilan et évaluation des travaux et réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar* », Projet conservation des sols, 120p.
24. Ravalitera L et al, 1996, « *Bilan-Evaluation des projets de conservation des sols de la région de : Lac Alaotra* », ONE/FOFIFA/ANAE/CIRAD, Madagascar, 54p + annexes.
25. Raunet M, 1984, « *le milieu physique, Région du lac Alaotra Madagascar* », ministère de la production Agricole et de la réforme agraire, I.R.A.T Montpellier-France, 219p.
26. Raunet M, mars 1997, « *Etude des facteurs d'érosion, facteurs physiques : Les ensembles morpho pédologiques de Madagascar, Bilan et évaluation des travaux et*

réalisations en matière de conservation des sols à Madagascar, Projet conservation des sols », 105p.

27. Sarrailh J.M, 2004, «*Mission d'appui, en matière environnementale, au projet Mise en valeur et protection des bassins versants du Lac Alaotra* », Rapport de mission à Madagascar du 09 au 19 décembre 2003, Mission financée par l'AFD, Cellule de maîtrise d'œuvre déléguée : CIRAD/MAEP/BVLac/CIRAD/AFD, Ambatondrazaka/Madagascar, 28p.
28. Simone R, Georges S, Georges D.N, Eric R, mai 2007, «*Erosion et gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité du sol* », Ed scientifiques GB, 310p
29. TASSIN, 1995, «*La protection des bassins versants à Madagascar* », Bois et forêts des tropiques, revue n°246, CIRAD, Montpellier, France, 22p.
30. Teyssier A, 1994, «*Contrôle de l'espace et développement rural dans l'Ouest Alaotra. De l'analyse d'un système agraire à un projet de gestion de l'espace rural. (Bassinsversants d'Imamba et d'Ivakaka, Madagascar)* », Thèse de Géographie, Géographie et Pratique du Développement, Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne, 472p.
31. Vololonirainy R, 1990, «*contribution à l'étude géomorphologique de la région Mananasy : une zone de contact entre le massif volcanique de l'Itasy et le moyen-ouest* », Antananarivo Madagascar, 166p.

ANNEXES :

1. Questionnaire :

Les questions à poser auprès des ménages et des agriculteurs

I. Concernant l'agriculture proprement dit

A. unités de production

Unités de production	Taille (Ha ou m²)	Production (tonne/hectare)	Rendement
Rizières irriguées			
Cultures pluviales			
Reboisement			
autre			

B. Méthode de culture

Unités de production	Techniques culturales	Outils	Lieu de production
Rizières irriguées			
Cultures pluviales			
Reboisement			
Culture sur tanety			

C. Niveau d'équipement (chiffre) :

Site /nom du village	Charrette	Bœufs	Charrue	Sarcluse	Tracteur

D. Pouvez-vous nous donner des chiffres concernant le rendement de votre production (en tonne par hectare) ?

E. Si le rendement est faible, pouvez-vous nous partager le pourquoi de cet échec ?

- Facteurs climatiques ?
- Facteurs sociaux ?
- Facteurs politiques ?
- Facteurs physique : érosion, ensablement ?
- Autres, lesquels ?

II. Concernant les techniques adoptées pour lutter contre l'érosion et l'ensablement

A. Les techniques utilisées pour lutter contre l'érosion :

- Haies vives ?
- Curage des canaux de déviation des eaux de ruissellement ?
- Bandes enherbées ?
- Mode de cultures et d'occupation du sol, lesquels ?
- Autres, lesquels ?

B. Avez-vous des relations avec les Organismes de développement locaux tels que le CIRAD, BV Lac et les autres qui luttent contre l'érosion ? et si oui, quelles sont vos projets et vos activités déjà en cours ?

- Curage ?
- Désensablement des canaux d'irrigation ?
- Regroupement en association pour protéger les versants, les terres cultivables ; et lutter contre le feu de brousse ?
- Autres, lesquels ?

Les entretiens à faire auprès des personnes ayant des connaissances sur le sujet

A. L'érosion hydrique :

1. Quelles sont les causes et les facteurs provoquant l'érosion hydrique ?
2. Quelles sont les impacts de l'érosion hydrique sur l'environnement et surtout sur vos terres cultivables ?
3. Quelles sont ses impacts au niveau économique et social dans votre Fokotany ?
4. Est-ce que vous utilisez des techniques pour lutter contre l'érosion hydrique ? Oui ou non ? Oui, lesquelles ? Non, pourquoi

B. Le sol :

1. Quelles sont les caractéristiques d'une terre protégée ?
2. Quelles sont les caractéristiques d'une terre non protégée ?
3. Quelles les pratiques utilisées pour protéger la terre ?
4. Quelles sont les pratiques culturelles les plus fréquentes ici chez vous ?
5. Parmi ces pratiques, lesquelles utilisez-vous réellement
6. Pour les pratiques non utilisées, quelles sont les raisons ?
7. Que proposeriez-vous pour que le sol soit bien protégé ?

C. Le versant :

1. Comment protéger les versants ?

Pente

Altitude

Végétation

Sol

Mode d'utilisation

2. Quelles sont les caractéristiques d'un versant protégé ?
3. Quelles sont les caractéristiques d'un versant non protégé ?
4. Quelles sont les impacts d'un versant non protégé ?
5. Quelles sont les atouts d'un versant bien protégé ?
6. Quelles sont les techniques destinées à protéger le versant ?
7. Quelles sont les types de culture que vous avez plantés sur le versant ?
8. Parmi ces types de cultures, lesquels pratiquez-vous réellement ?
9. Pour les types de culture non pratiqués, quelles sont les raisons ?
10. Que proposeriez-vous pour que le versant soit bien protégé ?

D. L'agriculture :

1. Quels sont les types de cultures que vous pratiquez ?
2. Est-ce que vous pratiquez des cultures sur les versants ?
 - Si oui, lesquels ?
 - Si non, pourquoi ?
3. Votre terre est-elle productive ou pas ? si oui, pouvez-vous énumérer les techniques adoptées ? si non, savez-vous pourquoi ?
4. Les productions sont-elles fructueuses ou pas ?
5. Pratiquez-vous des cultures pendant la saison sèche ? si oui, lesquelles ? si non, pourquoi ?
6. Pouvez-vous énumérer les types de cultures les plus prospères que vous avez pratiqués pendant la saison de pluie ?

2. Données climatiques

Description de la condition climatique de la région Alaotra mangoro

Le climat de la région du lac Alaotra est marqué par une alternance de deux saisons contrastées :

- Une saison chaude et humide de 5 mois : allant du mois de Novembre jusqu'au mois de Mars, pendant laquelle des précipitations annuelles se concentrent plus de 80%, soit une pluviométrie moyenne de 930 mm et une température moyenne de 24°C.
- Une saison froide et sèche dure 7 mois : en commençant au mois d'Avril et se terminant au mois d'Octobre, avec une pluviométrie moyenne très faible, aux environs de 120 mm, et une température moyenne de 20°C.

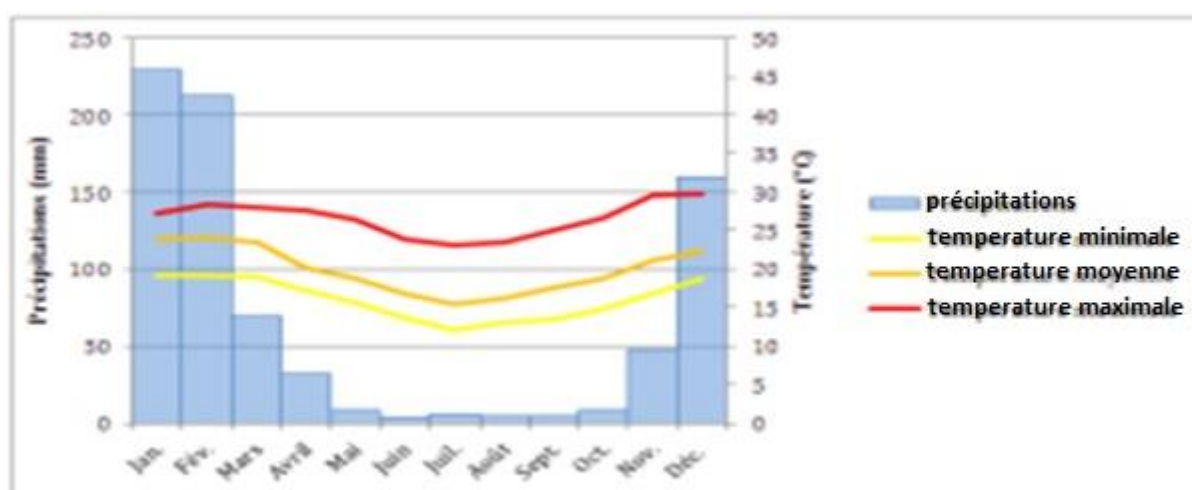


Figure 2 : Diagramme embrothermique d'Ambatondrazaka pour la période 2000-2013 (d'après Infoclimat).

Sur les 10 dernières années, les moyennes annuelles sont les suivantes : une pluviométrie de 1000-1 200mm et une température de 20°C, avec une amplitude thermique de 12°C

Auteur : ALAUX Emilie. Sources : Botoela, M.O. 2013, Raheriarijaona, R.M. 2009, Ramahatoraka H.A. 2011, Rasolofo L.I. 2001, Ravalisoa R.A. 2012

3. Donnée hydro-morpho-pédologie

Grands ensembles physiographiques		Subdivisions morpho-pédologiques		Classe	
Modèles de dissection	Reliefs très accidentés et pentus a érosion active généralisée	Ravinements profonds en "lavaka"		1	
		Reliefs polyédriques à grands versants rectilignes sur granite		2	
		Reliefs à évolution polyédrique à grands versants sur gneiss à amphibole		3	
		Anciens reliefs multiconvexes (demi-oranges) en cours de "rectification" sur gneiss à amphibole		4	
		Reliefs à grands versants bosselés sur gneiss et gabbros alternés		5	
		Reliefs à grands versants bosselés et ravines sur gabbro		6	
	Reliefs accidentés et pentus à érosion modérée non généralisée	Reliefs structuraux orientés, sur migmatites armées de lames de granite	Rides montagneuses très pentues		7
			Reliefs convexo-concaves à pentes moyennes		8
		Reliefs multiconvexes ("demi-oranges") sur gneiss et migmatite	À décapage assez important		9
			À décapage faible ou nul		10
	Reliefs collinaires peu pentus à érosion faible ou nulle	Reliefs structuraux orientés sur gneiss à amphibole et amphibolite		11	
		Collines sur gneiss à amphibole et amphibolite		12	
		Reste d'édifice volcanique basaltique		13	
		Replats sommitaux collinaires des massifs de gabbro		14	
		Versants de raccordement entre glacis-terrasses perchés et plaines de niveau de base actuel		15	
Niveaux de base anciens	Surfaces planes nettement perchées au-dessus des niveaux de base actuels	Plateaux sommitaux	Sans matériau stratifié alluvial	16	
			À matériau stratifié alluvial	17	
		Glacis-terrasses	Sans matériau stratifié alluvial	18	
			À matériau stratifié alluvial en aval	19	
Niveaux de base récents	Surfaces planes légèrement perchées au-dessus des niveaux de base actuels	Terrasse à sols argilo-sableux gris/jaune spécifique à la zone proche de l'exutoire du Maningory		20	
		Glacis-terrasses et bas-fonds non fonctionnels à sols argilo-sableux gris ou jaune		21	
		Terrasse à sables blancs "lavés"		22	
Niveaux de base actuels	Bas-fonds	À tourbe sableuse peu épaisse sur sables blancs "lavés"		23	
		À tourbe épaisse sur sables blancs "lavés"		24	
	Glacis-plaines de fluage a sols hydromorphes minéraux	À texture argilo-sableuse		25	
		À texture sableuse		26	
		À texture argilo-sableuse et à caractères vertiques		27	
	Plaines fluvio-lacustres à sols hydromorphes minéraux	À texture très argileuse		28	
		À texture très sableuse	Sur cordons littoraux	29	
			Sur levées alluviales peu marquées	30	
		À texture hétérogène (couches sableuses et argileuses imbriquées)		31	
Niveaux de base actuels	Plaines fluvio-lacustres à sols hydromorphes moyennement organiques	A texture très argileuse		32	
		À texture hétérogène (couches sableuses et argileuses imbriquées)		33	
		Frange de fluctuation saisonnière des eaux libres de la cuvette centrale à sols de texture indifférenciée		34	
	Plaines fluvio-lacustres à sols hydromorphes tourbeux	Zones aménagées et drainées à tourbe résiduelle peu épaisse	Sur matériau à texture très argileuse		35
			Sur matériau à texture hétérogène (sable ou argile)		36
		Zones aménagées et drainées à tourbe encore assez épaisse		37	
		Zones non aménagées à tourbe épaisse non flottante	Sur matériau à texture argileuse		38
			Sur matériau à texture hétérogène (sable ou argile)		39
		Tourbe flottante de la cuvette centrale		40	
	Plaines et vallées à épandages fluviaux ou colluviaux actuels	Épandages sablo-gravillonnaires		41	
		Alluvions des vallées amont — Baiboho —	À texture sableuse dominante		42
			À texture argileuse dominante		43
		Alluvions des vallées aval et des plaines	À texture argileuse dominante		44
			À texture variable sur levées bien drainées		45
			À texture limono-micacée dominante		46
			Épandages sableux fonctionnels		47
			— Susceptibles de déplacements interannuels —		48
			Épandages limoneux fonctionnels		49
		Cuvettes de décantation latérales à marécages		50	
		Colluvions de piémont	À texture argileuse		51
			À texture sableuse à argilo-sableuse		52
Plan d'eau				52	

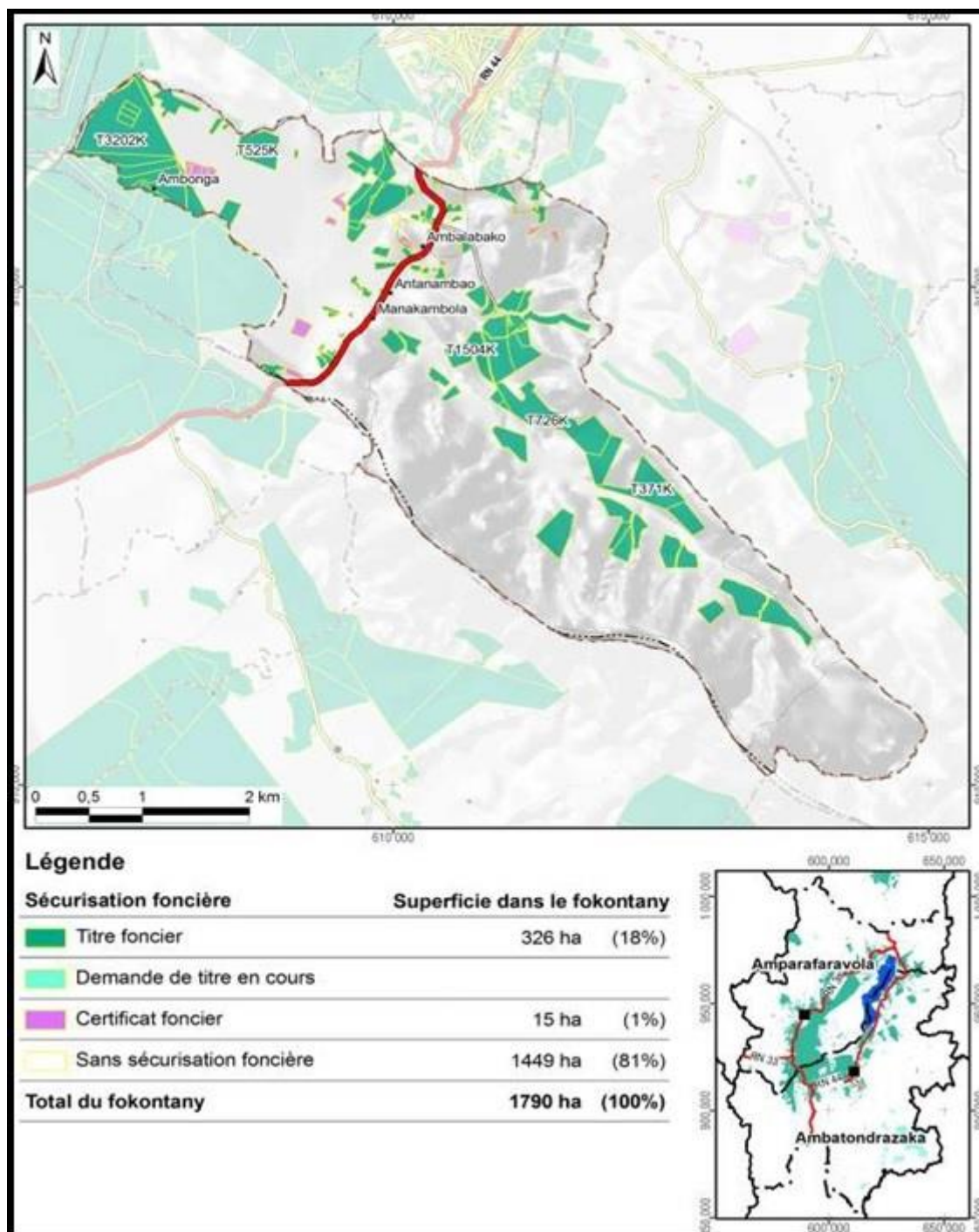
4. Données concernant l'érosion : des chiffres alarmants mais imprécis au niveau mondial

Les phénomènes de dégradation des terres, fréquemment évoqués dans les scénarios prédictifs tels « Agrimonde1 » (Dorin et al. 2010), et le « Millenium Assessment », et récemment par la Commission Européenne (2012) porteront-ils sur des superficies considérables de terres actuellement cultivées ? Les données, parfois alarmistes, fourmillent dans la littérature internationale. En 2008, l'International Assessment of Agriculture Knowledge, Service and Technology for Development (IAASTD) évoquait ainsi 1900 Mha déjà touchés par des niveaux très élevés de dégradation. D'autres sont un peu moins pessimistes. Le programme GLASOD estimait en 1990 que 910 Mha des terres de la planète étaient « modérément dégradées » et 306 « fortement dégradées ». En 2008, la FAO signalait que 20% de toutes les terres cultivées (310 Mha), 30% des forêts et 10% des pâturages étaient frappés par le phénomène de dégradation des sols.

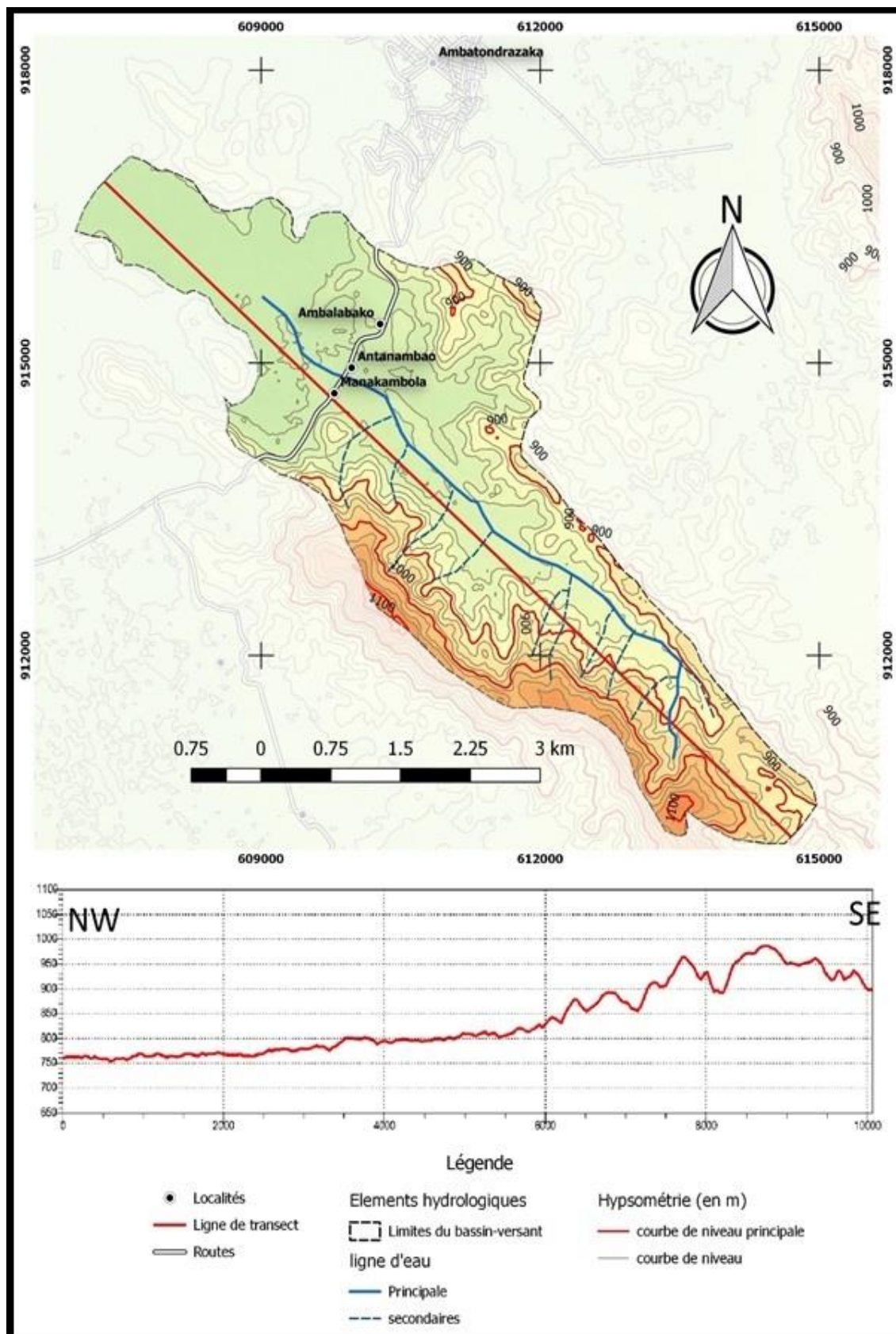
Le rythme annuel des dégradations auxquelles on peut s'attendre dans le futur fait lui aussi l'objet d'évaluations fortes diverses. Les pertes de terres liées à leur dégradation (hors changement d'usages tels l'urbanisation) évoquées par le rapporteur spécial des Nations Unies sont de 5 à 10 Mha/an. La plupart des experts s'appuyant sur des données de la FAO, proposent un rythme plus faible : 3,5 Mha perdus chaque année par suite d'une productivité devenue insuffisante. Le problème particulier des terres irriguées (couvrant aujourd'hui des superficies de l'ordre de 280 Mha) ne sera pas détaillé ici, mais les différences d'évaluation des superficies de terres dégradées chaque année, notamment par salinisation, varient-elles aussi fortement. Il serait donc prétentieux, sinon même contre-productif, d'afficher des évaluations précises. On peut seulement proposer, à titre indicatif, des ordres de grandeur :

- Lors des quarante prochaines années, la perte de terres cultivées par suite d'une détérioration de leur qualité (forte baisse de productivité) serait chaque année de l'ordre de 3,5 Mha, soit environ 0,25% du capital actuel de terres cultivées (1550 Mha).
- Si l'on ajoute les terres perdues par suite d'un changement d'usage et de toutes les formes de dégradation, la perte annuelle serait de l'ordre de 10 à 12 Mha, soit 0,7 à 1% du capital disponible.

5. Autres informations : des croquis



Croquis 7: la carte de la sécurisation foncière



Croquis 8 : la Carte de synthèse

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT :	i
RESUME :	ii
LES MOTS CLES :	iii
SOMMAIRE :	v
LISTE DES TABLEAUX :	vi
LISTE DES CARTES :	vi
LISTE DES PHOTOS ET DES FIGURES :	vii
LISTE DES ABREVIATIONS :	viii
INTRODUCTION.....	1
Partie 1 : LE CADRE THEORIQUE ET LA DEMARCHE DE RECHERCHE	3
Chapitre 1 : LES ACQUIS ANTERIEURS	4
1.1. L'érosion et la dégradation des sols au niveau mondial	4
1.2. La localisation et la délimitation de la zone de recherche	6
Chapitre 2 : LA DEMARCHE DE RECHERCHE	8
2.1. Les phases préliminaires.....	8
2.1.1. La phase de documentation.....	8
2.1.2. La phase d'élaboration de la problématique et la proposition des hypothèses de recherche	9
2.1.3. La phase de construction des outils de recherche	9
2.2. Le travail de terrain.....	11
2.2.1. La phase d'observation de la zone de recherche.....	11
2.2.2. Les enquêtes et les entretiens	12
• Les enquêtes	12
• Les entretiens	13
Partie2 : LES CONDTIONS PARTICULIERES LOCALES: FACTEURS FAVORABLES A L'EROSION.....	14
Chapitre 3 : LES CONDITIONS ECOLOGIQUES DU FOKOTANY AMBALABAKO .	15
3.1. L'agressivité du climat de la région : un facteur déclenchant de l'érosion	15
3.1.1. La température	16
3.1.2. Les variations interannuelles des précipitations comme agent chimique d'altération et agent de transport	17

• L'eau de pluie acide : agent chimique d'altération	17
• L'agressivité des pluies	18
3.2. L'organisation générale du relief.....	19
3.2.1. La zone élevée.....	21
3.2.2. La zone de moyenne altitude	21
3.2.3. La zone basse	23
3.3. Les caractères hydro-morpho-pédologiques du sous bassin versant	24
3.4. La région de l'Alaoira : Zone d'instabilité tectonique favorisant la multiplication du phénomène de lavakisation.....	26
Chapitre 4 : LES UNITES D'OCCUPATION DU SOL, SITES PREFERENTIELS DE L'EROSION	26
4.1. Le mode d'occupation du sol de la zone élevée	26
4.2. Le mode d'occupation du sol de la zone de moyenne altitude	28
4.3. Le mode d'occupation du sol de la zone basse.....	30
Partie 3 : LES STRATEGIES LOCALES DANS LA LUTTE CONTRE L'EROSION ET L'ENSABLEMENT.....	32
Chapitre 5 : LES TECHNIQUES ANTIEROSIVES APPLIQUEES DANS LES ZONES COLLINAIRES	33
5.1. La Lutte contre l'intensification du lavaka.....	33
5.1.1. Les opérations de reboisement.....	33
5.1.2. Les techniques de traitement de lavaka.....	34
5.1.3. La limitation de l'utilisation des feux de brousses.....	37
5.1.4. Le parcage des zébus.....	37
5.2. Les diverses techniques pour ralentir de la vitesse de ruissèlement.....	38
5.2.1. Les sentiers de parcours profilés	38
5.2.2. Les prairies artificielles.....	38
5.2.3. L'aménagement des courbes de niveau	39
5.2.4. La mise en place de la terrasse.....	39
5.2.6. Les haies traditionnelles.....	40
Chapitre 6 : LES TECHNIQUES DE PROTECTION DES PLAINES ET DES BAS-FONS	41
6.1. La mise en place d'un couloir végétal en bas de pente	41
6.2. La préparation des terres à cultiver avec « 0 labour »	41
6.3. La création des petits canaux.....	42

6.4. L'enfouissement des résidus.....	43
CONCLUSION GENERALE :.....	44
LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :.....	45
ANNEXES :	48
TABLE DES MATIERES	578