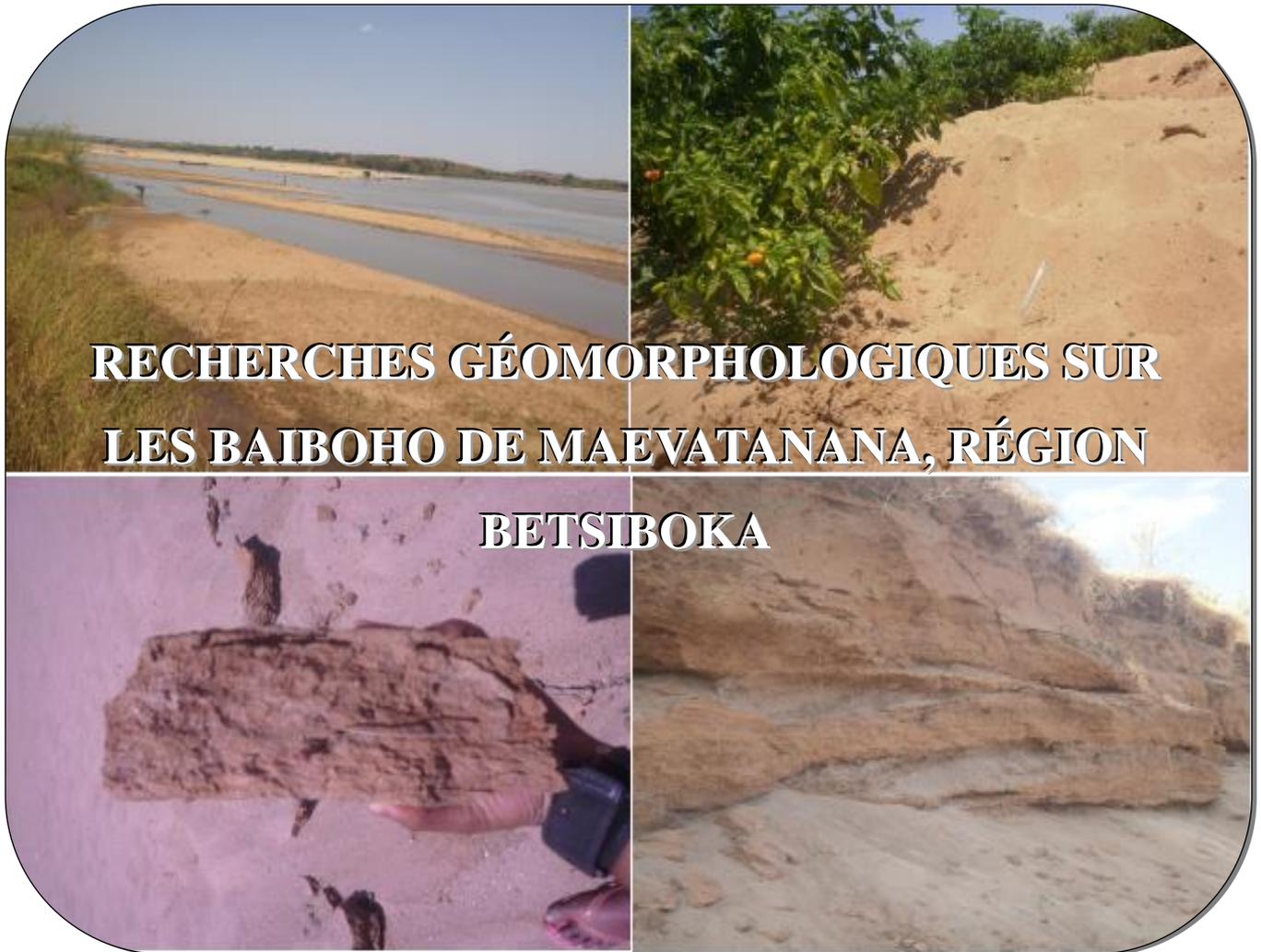




UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO  
DOMAINE ARTS, LETTRES ET SCIENCES HUMAINES  
MENTION GÉOGRAPHIE  
PARCOURS MILIEUX NATURELS ET SCIENCES DE LA TERRE



Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master,  
Présenté par Mademoiselle **Noro Notiavina RASAMIMANANA**

Sous la direction de Madame RAZAFIMAHEFA RASOANIMANANA, Maître de conférences.

Février 2018



UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO  
DOMAINE ARTS, LETTRES ET SCIENCES HUMAINES  
MENTION GÉOGRAPHIE  
PARCOURS MILIEUX NATURELS ET SCIENCES DE LA TERRE

# **RECHERCHES GÉOMORPHOLOGIQUES SUR LES BAIBOHO DE MAEVATANANA, RÉGION BETSIBOKA**

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master,  
Présenté par Mademoiselle **Noro Notiavina RASAMIMANANA**

Soutenu publiquement le lundi 12 février 2018

## **COMPOSITION DU JURY :**

**Président : Madame Josélyne RAMAMONJISOA**, Professeur émérite dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo

**Juge : Monsieur Gabriel RABEARIMANANA**, Maître de conférences dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo

**Rapporteur : Madame RAZAFIMAHEFA RASOANIMANANA**, Maître de conférences dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo

## REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pas pu être achevé sans la collaboration et l'aide d'un grand nombre de personnes.

L'expression de nos remerciements s'adresse particulièrement à :

- Madame Josélyne RAMAMONJISOA, Professeur émérite dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo pour le grand honneur qu'elle nous fait de présider la soutenance.
- Monsieur Gabriel RABEARIMANANA, Maître de conférences dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo qui a accepté d'être parmi les membres de jury.
- Madame RAZAFIMAHEFA RASOANIMANANA, maître de conférences dans la mention Géographie à l'Université d'Antananarivo, notre directeur de recherche qui malgré ses multiples activités, a donné des conseils et remarques, pour mener à bien ce mémoire.

Nous adressons également nos plus profonds remerciements à :

- Notre famille grâce à leur plus précieux soutien tout au long de notre étude
- Tous nos amis qui nous ont aidés et nous ont encouragé.
- Tous les enseignants de la mention géographie à l'Université d'Antananarivo qui nous ont donné le savoir nécessaire durant toutes ces années universitaires.
- la famille RANAIVOSOLO Georges pour nous avoir hébergés durant les travaux de terrain

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire

Merci infiniment !

## RÉSUMÉ

Les communes de Maevatanana I et II sont situées dans la partie Nord-Ouest Malgache, district de Maevatanana, région Betsiboka. La zone de Maevatanana possède environ 20 000 ha de plaines alluviales connues sous le nom local de « *Baiboho* », « *Baiboa* » ou encore « *Baibo* ». Elles sont caractérisées par une dynamique fluviale et un régime alluvionnaire changeants, expliqués par la succession de périodes de crue et d'étéage. La géomorphologie des baiboho est conditionnée par le climat plus précisément les précipitations et la température, parce que ce sont les quantités des pluies qui vont définir la quantité et la qualité des crues.

L'existence de ces vastes plaines alluviales est expliquée par le fait que la dépression de Maevatanana possède une hydrologie très dense formée par l'Ikopa, le plus grand affluent de la Betsiboka. L'Ikopa assure dans un premier lieu, l'arrachement des matériaux sur les Hautes Terres Centrales Malgache, et dans un second lieu, il prend en charge le transport et le dépôt dès que la compétence de la rivière commence à s'affaiblir. À part son hydrologie, Maevatanana fait partie du bassin de Mahajanga là où sont localisés la majorité des baiboho de Madagascar. C'est une dépression périphérique dont la majorité de la superficie appartient au milieu sédimentaire. Les alluvions qui sont principalement des argiles, des limons et des sables, forment un petit couloir tout au long de la vaste dépression.

L'action volontaire ou involontaire de l'homme a des impacts sur les caractéristiques géomorphologiques des baiboho. L'homme a modifié de manière profonde les conditions biologiques, pédologiques et climatiques ; ceci est expliqué par la destruction du couvert végétal naturel, la destruction des sols, et la mise en place des infrastructures dans le lit de la rivière qui a entraîné un autre régime fluvial ainsi qu'une nouvelle dynamique alluvionnaire dont le résultat est l'accentuation du phénomène d'ensablement dans le lit majeur de la rivière.

**Mots-clés : Maevatanana, Ikopa, baiboho, crue, étéage, alluvions, ensablement.**

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : CADRE GÉNÉRAL DE LA RECHERCHE ET DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA-----</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE I. LOCALISATION DE LA ZONE DE RECHERCHE, NOTIONS ET DÉFINITIONS -----</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE II. DÉMARCHE DE RECHERCHE-----</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE III. DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA---</b>	<b>17</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE : LES PRINCIPAUX FACTEURS DE FAÇONNEMENT DES BAIBOHO DE MAEVATANANA -----</b>	<b>30</b>
<b>CHAPITRE IV. QUANTITE ET QUALITE DES CRUES LIEES ETROITEMENT AUX CONDITIONS CLIMATIQUES-----</b>	<b>31</b>
<b>CHAPITRE V. LA RIVIÈRE IKOPA : ÉLÉMENT PHYSIQUE PRIMORDIAL ASSURANT LA SÉDIMENTATION DANS LES BAIBOHO -----</b>	<b>41</b>
<b>TROISIÈME PARTIE : CONDITIONS TOPOGRAPHIQUE DE LA SÉDIMENTATION ET LEURS CONSÉQUENCES-----</b>	<b>52</b>
<b>CHAPITRES VI. DEPRESSION PERIPHERIQUE FAVORABLE A L'ACCUMULATION DES SEDIMENTS -----</b>	<b>53</b>
<b>CHAPITRE VI. ENSABLEMENTS DES BAIBOHO DEVENUS DE PLUS EN PLUS FRÉQUENTS-----</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>71</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<b>Liste des figures</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1.</b> Carte de localisation de la zone de recherche.....	5
<b>Figure 2.</b> Image satellite de la zone de recherche.....	6
<b>Figure 3.</b> Représentation des différents secteurs liés d'un cours d'eau et de sa plaine alluviale.....	8
<b>Figure 4.</b> Disposition latérale des alluvions sur baiboho.....	10
<b>Figure 5.</b> Carte des itinéraires pendant les travaux sur terrain.....	13
<b>Figure 6.</b> Étapes suivies pour l'observation et l'interprétation des coupes lithostratigraphiques.....	14
<b>Figure 7.</b> Schéma récapitulatif de la démarche de recherche.....	15
<b>Figure 8.</b> Composition ethnique de la population de Maevatanana.....	18
<b>Figure 9.</b> Courbe des moyennes mensuelles des températures de Maevatanana (1982-2012).....	32
<b>Figure 10.</b> Diagramme ombrothermique de Maevatanana (1982-2012).....	33
<b>Figure 11.</b> Types de crues.....	37
<b>Figure 12.</b> Bassin versant de l'Ikopa.....	43
<b>Figure 13.</b> Composition géologique du bassin versant de l'Ikopa.....	45
<b>Figure 14.</b> Transport en suspension et par charge de fond dans une rivière.....	47
<b>Figure 15.</b> Ordre de dépôt des sédiments.....	48
<b>Figure 16.</b> Profil topographique de Madagascar d'Ouest en Est.....	49
<b>Figure 17.</b> Profil topographique de Madagascar du Nord-Ouest au Sud-Est.....	49
<b>Figure 18.</b> Carte hydrologique de Maevatanana.....	50
<b>Figure 19.</b> Dépression périphérique.....	53
<b>Figure 20.</b> Profil topographique de la zone de recherche.....	55
<b>Figure 21.</b> Carte pédologique de Maevatanana.....	57
<b>Figure 22.</b> Dépôt d'alluvions provoqué par un barrage.....	67

<b>Liste des tableaux</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 1.</b> Nombres des paysans enquêtés par fokontany.....	14
<b>Tableau 2.</b> Les grandes zones de baiboho dans la partie occidentale Malgache.....	17
<b>Tableau 3.</b> Moyennes des températures et des précipitations entre 1982 et 2012.....	31
<b>Tableau 4.</b> Classement des matériaux en fonction de leurs diamètres.....	46
<b>Tableau 5.</b> Les cycles de cultures en fonction de la topographie.....	61

<b>Listes des photographies</b>	<b>Pages</b>
<b>Photo 1.</b> Plaine alluviale de Maevatanana drainée par la rivière Ikopa.....	7
<b>Photo 2.</b> Bacs de sable du lit mineur émergeant pendant l'étiage.....	19
<b>Photo 3.</b> Les grandes unités morphologiques des baiboho de Maevatanana liées à la rivière Ikopa.....	20
<b>Photo 4.</b> Matsabory en cours d'assèchement.....	21
<b>Photo 5.</b> Matsabory complètement à sec.....	21
<b>Photo 6.</b> Coupe lithostratigraphique d'une cuvette de décantation.....	22
<b>Photo 7.</b> Coupe lithostratigraphique de la rive droite de l'Ikopa, fokontany Ambodimany.....	23
<b>Photo 8.</b> Coupe lithostratigraphique des alluvions anciennes dans le fokontany Ambatofotsy.....	25
<b>Photo 9.</b> Coupe lithostratigraphique d'un trou de prélèvement de sédiment pour la fabrication des briques.....	26
<b>Photo 10.</b> Banc de sable et de limon du lit moyen.....	28
<b>Photo 11.</b> Dépôt de sédiments pendant une crue normale.....	34
<b>Photo 12.</b> Inondation causée par le cyclone Chedza dans le fokontany Ambatofotsy, commune urbaine de Maevatanana.....	35
<b>Photo 13.</b> Dépôt de galets observé dans le lit majeur de l'Ikopa.....	36
<b>Photo 14.</b> Baiboho de Maevatanana pendant la période de crue.....	38
<b>Photo 15.</b> La rivière Ikopa kely complètement à sec.....	39
<b>Photo 16.</b> Terrain de culture abandonné dans le fokontany Antaninandro.....	40
<b>Photo 17.</b> Les différentes cultures pendant la période sèche dans les baiboho de Maevatanana.....	60
<b>Photo 18.</b> Terrain de culture ensablé.....	65

<b>Photo 19 et 20.</b> Érosions de berge sur la rive gauche de l'Ikopa.....	66
<b>Photo 21.</b> Cypéracées brûlées entraînant la dégradation des berges.....	66
<b>Photo 22.</b> Culture de cypéracée sur la berge contre l'érosion.....	69
<b>Photo 23.</b> Bandes d'alluvions fixées par les cypéracées autour de la parcelle de cultures.....	69
<b>Photo 24.</b> Cultures sur sable.....	70

## **Listes des annexes**

## **Page**

<b>Annexe 1.</b> Carte de repérage des baiboho.....	77
<b>Annexe 2.</b> Fiches questionnaires auprès des paysans.....	78
<b>Annexe 3.</b> Fiches questionnaires auprès des Maires.....	82
<b>Annexe 4.</b> Fiches questionnaires auprès des chefs fokontany.....	83
<b>Annexe 5.</b> Référence des coupes.....	84
<b>Annexe 6.</b> Carte géomorphologique de Maevatanana.....	85

## GLOSSAIRE

**Alluvions** : Ensemble des sédiments déposés par les eaux courantes. Il s'agit souvent de cailloux, de sables, de limons et d'argiles transportés et déposés souvent selon la compétence du cours d'eau.

**Altération** : c'est l'ensemble des processus qui décomposent et désagrègent les roches produisant les grains sédimentaires et des constituants dissouts.

**Anthropique**: dû directement ou indirectement à l'action de l'homme.

**Bassin versant** : Un bassin versant est défini comme la totalité de la surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents de l'amont vers l'exutoire et limité par les lignes de partage des eaux.

**Cours d'eau** : tout chenal dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. C'est un terme général pour désigner un fleuve, une rivière, un ruisseau, un torrent, un oued.

**Érosion hydrique** : L'érosion hydrique est composée d'un ensemble de processus complexes et interdépendants qui provoquent le détachement et le transport des particules du sol. Elle se définit comme la perte de sol due à l'eau qui arrache et transporte la terre vers un lieu de dépôt.

**Fleuve** : cours d'eau important, long et au débit élevé, comptant de nombreux affluents et se jetant dans la mer.

**Fokontany** : constitue la subdivision administrative de base de l'Etat Malagasy au niveau des communes.

**Lit**: espace qui peut être occupé par les eaux d'un cours d'eau.

**Métayage**: Mode d'exploitation agricole par lequel un propriétaire donne à bail son domaine à un métayer qui s'engage à l'exploiter moyennant le partage des fruits et des pertes.

**Rivière** : cours d'eau moyennement important, à écoulement continu ou intermittent, suivant un tracé défini et se jetant dans un autre cours d'eau, un lac, une mer.

**Saltation** : Désigne des mouvements irréguliers de sauts d'un point à un autre, il s'agit du processus de transport de sédiment par l'eau ou par le vent.

**Sédimentation**: particules arrachées aux terres qui se déposent entre le lieu d'origine et les mers en fonction : de leur dimension, de leur densité et de la capacité de transport du ruissèlement ou de la rivière.

**Sol**: C'est un agrégat naturel de grains minéraux, séparables par une action mécanique légère. Le sol est le résultat d'une altération naturelle physique ou chimique des roches.

**Splash** : c'est le détachement des particules de terre causé par le choc de gouttes de pluie.

**Transport solide** : déplacement vers l'aval d'une partie des alluvions selon un processus de charriage ou de suspension.

## ACRONYMES

**APIPA** : Autorité pour la Protection contre les Inondations de la Plaine d'Antananarivo

**BD**: Base de Données

**BNGRC**: Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes

**CIDST** : Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique

**DGM** : Direction Générale de la Météorologie

**FOFIFA**: Foibe Fikarohana momban'ny Fambolena

**FTM** : Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara

**HTC**: Hautes Terres Centrales

**GPS**: Global Positioning System

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

**JIRAMA**: Jiro sy Rano Malagasy

**MNT** : Modèle Numérique du Terrain

**P**: Précipitations

**PRD**: Plan Régional du Développement

**RN**: Route Nationale

**ZCIT** : Zone de Convergence Intertropicale

## INTRODUCTION

Les plaines alluviales sont très intéressantes sur le plan scientifique surtout géomorphologique et hydrogéomorphologique. Elles ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs comme les géomorphologues, les hydrologues, les géologues, les agronomes et les géographes.

À la surface du globe, les plaines alluviales occupent des surfaces importantes. Elles ont des caractéristiques physiques et dynamiques qui leur sont propres. Elles présentent une dynamique fluviale et un régime d'alluvionnement changeant dont le principal moteur de fonctionnement est la dynamique de crue. La plaine alluviale de la Loire qui se situe au Sud-Ouest du bassin Parisien appelée aussi « Varennes » <sup>(1)</sup> de la Loire fait partie des plus grandes plaines alluviales d'Europe. Le fleuve Loire et ses affluents ont du mal à l'alimenter à cause de la faible altitude de cette plaine qui est comprise majoritairement entre 0 à 5 m. Seules les très fortes crues comme celle de 1910 avec un débit de 6 400 m<sup>3</sup>/s sont capables d'évacuer et de renouveler les alluvions dans cette plaine.

Les plaines alluviales se sont formées à l'échelle de milliers d'années par les dépôts d'alluvions fluviales ou lacustres dans les fonds de vallée. Ces alluvions se sont mises en place suite à une érosion latérale puis au transport sur de longues distances, enfin à une sédimentation en milieux aqueux. Elle peut présenter plusieurs niveaux emboîtés : un niveau contemporain encore soumis aux inondations qu'on appelle plaine alluviale moderne confondue avec le lit majeur ; et des niveaux anciens généralement quaternaires qualifiés de « terrasses », qui ne sont plus inondés, mais sont des témoins de la dynamique passée de la rivière.

Les plaines alluviales sont très fréquentes dans la zone intertropicale à cause des conditions climatiques qui présentent deux saisons bien distinctes : l'une sèche et l'autre pluvieuse avec un minima et un maxima. La saison pluvieuse y est longue donc la plaine bénéficie d'un temps d'alluvionnement long.

Madagascar fait partie de la zone intertropicale. Les deux tiers de sa superficie sont constitués d'un socle cristallin précambrien qui est le témoin du Gondwana et le reste est composé de sédimentaire qui est une synclise <sup>(2)</sup> envahie par la mer au cours de la transgression marine. La formation des plaines alluviales à Madagascar est expliquée par les travaux d'érosions considérables durant les diverses phases orogènes précambriennes. D'énormes quantités de produits (sable, limon, mica) se sont évacuées et déposées dans la dépression (couloir) périphérique de l'Ouest à cause de la rupture brutale de pente de direction NNE-SSW ou NNW-SSE. Ce sont les

---

1 Source: [www.loire-estuaire.org](http://www.loire-estuaire.org)

2 Source: Dr SORO, 2013

fleuves qui descendent des Hautes Terres qui assurent l'alimentation de la plaine (érosion, transport et dépôt).

Ces plaines alluviales sont connues sous le nom de "Baiboho" ou "Baibo" ou encore "Baiboa". Elles se développent particulièrement dans la partie occidentale de l'île entre les contacts socle / sédimentaire. L'érosion a une part très importante dans leur formation, car ce sont les matériaux arrachés sur les Hautes Terres qui vont être déposés et approvisionner la plaine pendant les périodes de crues. C'est le renouvellement périodique des alluvions qui rend ces plaines très fertiles ; surtout si l'année est pluvieuse, car plus une crue est importante plus le stock d'eau est suffisant pour les cultures en période sèche.

Parmi les 350 000 ha <sup>(3)</sup> de baiboho à Madagascar, les baiboho de Maevatanana occupent une superficie de 20 000 ha (17,5 %) et se situent dans le bassin de Mahajanga. Ils sont alimentés en alluvions par la rivière Ikopa, le plus grand affluent de la Betsiboka. C'est elle qui assure l'alimentation en alluvions de la grande plaine alluviale à chaque arrivée de crue qui commence vers le mois de Décembre jusqu'au mois de Mars. L'Ikopa est caractérisée par un régime annuel simple avec un seul minima et un seul maxima. Ce qui amène à des crues généralement très fortes liées aux précipitations orageuses.

#### **PROBLÉMATIQUE, OBJECTIFS, ET HYPOTHÈSES**

Nombreux sont les facteurs du milieu naturel qui entrent en jeu dans le façonnement de la géomorphologie des plaines alluviales ou des baiboho. Ils influencent leur fonctionnement ainsi que leurs caractéristiques. Ce qui amène à poser la problématique suivante : « **Dans quelle mesure les facteurs du milieu naturel peuvent-ils expliquer les caractéristiques géomorphologiques des baiboho de Maevatanana, région Betsiboka ?** »

Cette problématique sera éclaircie à l'aide des questions secondaires suivantes :

- Quelles sont les différentes conditions du milieu naturel qui influencent la mise en place des baiboho?
- Comment se présentent les impacts de l'évolution du milieu naturel sur les baiboho de Maevatanana?
- À part les facteurs du milieu naturel, les actions anthropiques ont-elles leur part sur la géomorphologie des baiboho de Maevatanana?

L'objectif de ce mémoire est de connaître les facteurs physiques influençant la géomorphologie des baiboho de Maevatanana, c'est-à-dire connaître toutes les conditions physiques qui influencent l'existence, comprendre leurs impacts sur la géomorphologie des baiboho et voir si à part les conditions du milieu naturel d'autres facteurs ont aussi leur part.

---

3 Source: RAUNET, 1997

Afin d'éclairer la problématique, deux hypothèses de recherche sont proposées :

H1: Les conditions physiques de Maevatanana sont favorables à l'existence d'une plaine alluviale ou baiboho expliquées par le fait que c'est une dépression périphérique favorable à l'accumulation des sédiments, par des conditions climatiques tropicales (saison sèche et saison pluvieuse) favorisant les phénomènes de crue et de décrue et aussi par la présence d'une hydrologie dense qui est l'Ikopa. Ce dernier alimente les baiboho par les sédiments qu'elle transporte, elle a un rôle important sur la géomorphologie des baiboho de Maevatanana.

H2: La fertilité des baiboho dépend des conditions climatiques surtout les précipitations qui déterminent la quantité et la qualité des crues. La qualité est importante, car si les crues sont trop violentes, elles apportent des sédiments trop grossiers comme les graviers et les sables et donc ne favorisent pas du tout l'apport de sédiments fertiles.

### **CHOIX DU SUJET**

Le présent sujet de recherche s'est porté sur les baiboho de Maevatanana pour diverses raisons :

- Nombreux lectures et travaux sur internet ont été faits, rares sont les livres, les mémoires, et les thèses qui parlent de la géomorphologie des baiboho de Madagascar alors que c'est un thème très intéressant qui mérite d'être étudié. Les baiboho sont certainement l'un des sols les plus riches de Madagascar qui, non seulement, offrent des potentialités spécifiquement agronomiques et occupent une vaste étendue, mais aussi présentent des mécanismes assez particuliers.
- Le choix des baiboho de Maevatanana s'explique également par le fait que premièrement, Maevatanana se situe dans la partie Nord-Ouest malgache où sont localisés 58 % des baiboho de Madagascar. La deuxième raison est la proximité de la zone par rapport à la capitale et par rapport aux autres zones de baiboho de la partie occidentale comme Port Bergé par exemple. Enfin, le voyage d'études effectué dans la partie Nord-Ouest malgache a permis d'observer pour la première fois les baiboho de Maevatanana, un paysage intéressant marqué par des régimes hydrologiques et alluvionnaires qui se modifient périodiquement.

Ce travail est divisé en trois parties :

- ◇ La première partie est intitulée cadre général de la recherche et présentation des baiboho de Maevatanana
- ◇ La deuxième partie présente les facteurs de mise en place des baiboho de Maevatanana
- ◇ la dernière partie traite les conditions topographiques de la sédimentation et leurs conséquences.

# **PREMIÈRE PARTIE**

## **CADRE GÉNÉRAL DE LA RECHERCHE ET DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA**

Cette première partie comprend trois chapitres dont le premier parle de la localisation de la zone de recherche, et aussi des concepts et définitions sur la plaine alluviale afin de comprendre les notions de base ainsi que leurs caractéristiques générales. Le deuxième chapitre se concentre sur la démarche adoptée pour ce travail de recherche. Enfin le troisième chapitre sera consacré à la description des baiboho de Maevatanana. C'est dans ce chapitre que les unités morphologiques des baiboho ainsi que les coupes lithostratigraphiques observées sur terrain seront interprétées.

## CHAPITRE I. LOCALISATION DE LA ZONE DE RECHERCHE, NOTIONS ET DEFINITIONS

La carte de localisation a été réalisée dans le but de bien délimiter la zone de recherche au bord de la rivière Ikopa dans les baïboho de Maevatanana .

### I.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE RECHERCHE

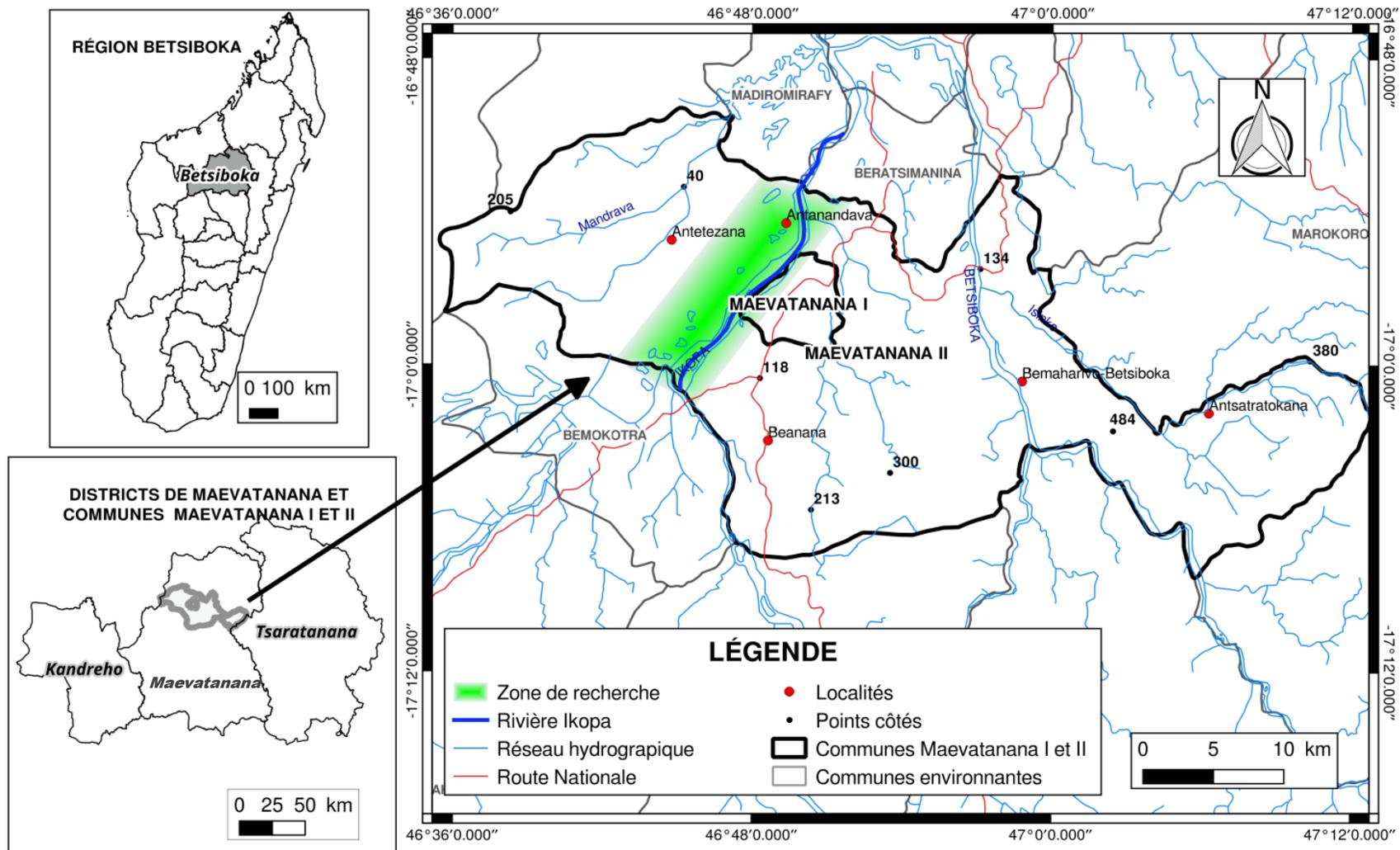


Figure 1. Localisation de la zone de recherche

Source : BD FTM, BD BNGRC avec arrangement de l'auteur, novembre 2017

La ville de Maevatanana se situe dans la partie Nord-Ouest malgache, elle fait partie des trois districts de la région Betsiboka dont elle est le chef-lieu. Le district de Maevatanana se trouve à environ 342 km de la capitale sur la RN4 et comprise entre 16°57'00" de latitude Sud et 46°50'00" de longitude Est avec une superficie de 12 413 km<sup>2</sup>, soit 5 % du territoire national et possède 17 communes avec 169 fokontany. Elle est limitée : à l'Est par le District de Tsaratanàna, à l'Ouest par celui de Kandreho; au Nord par le District d'Ambato-Boeny, Région de Boeny; au Sud par les deux Districts, District d'Ankazobe, Région Analamanga et celui de Fenoarivo Afovoany, Région de Bongolava.

La zone de recherche qui est encadrée en blanc sur l'image satellite (Cf. Figure 2) et est comprise entre 16°52'34.24" et 17°01'48.77" de latitude Sud et entre 46°42'15.06" et 46°52'02.51" de longitude Est. Elle a une superficie de 113 km<sup>2</sup> et se situe dans la commune de Maevatanana I (qui est la seule commune urbaine dans le district de Maevatanana) et celle de Maevatanana II. Les deux zones sont séparées par la rivière Ikopa: Maevatanana I se trouve sur la rive droite et Maevatanana II sur la rive gauche.



**Figure 2 : Image satellite de la zone de recherche**

Source: google Earth 2017 avec arrangement de l'auteur, septembre 2017

## I.2. DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE PLAINE ALLUVIALE

Définir ce que signifie plaine alluviale est intéressant étant donné que c'est le cœur de la recherche. À part la définition il est aussi utile de comprendre ses caractéristiques (dynamique alluvionnaire, unités morphologiques).

### I.2.1. Définition et caractéristiques

La plaine alluviale (ou lit majeur d'un cours d'eau) est comme son nom l'indique (plaine vient du latin *planus, plana* : plat, plan) caractérisée par une surface topographique plane à peine vallonnée avec de très faibles pentes. Elle est constituée par des alluvions déposées lors des crues du cours d'eau, ces alluvions se renouvèlent tous les ans à chaque arrivée des crues. Les plaines alluviales se caractérisent par de fortes variations de niveau d'eau : périodes successives d'étiages (décrues) et de crues provoquant une alternance entre dépôts et transports des sédiments (qui sont surtout des limons, des argiles, des micas et des sables).



**Photo 1. Plaine alluviale de Maevatanana drainée par la rivière Ikopa**

Cliché de l'auteur septembre 2017. Coordonnées : 16°56'56.55"S et 46°48'38.48"E

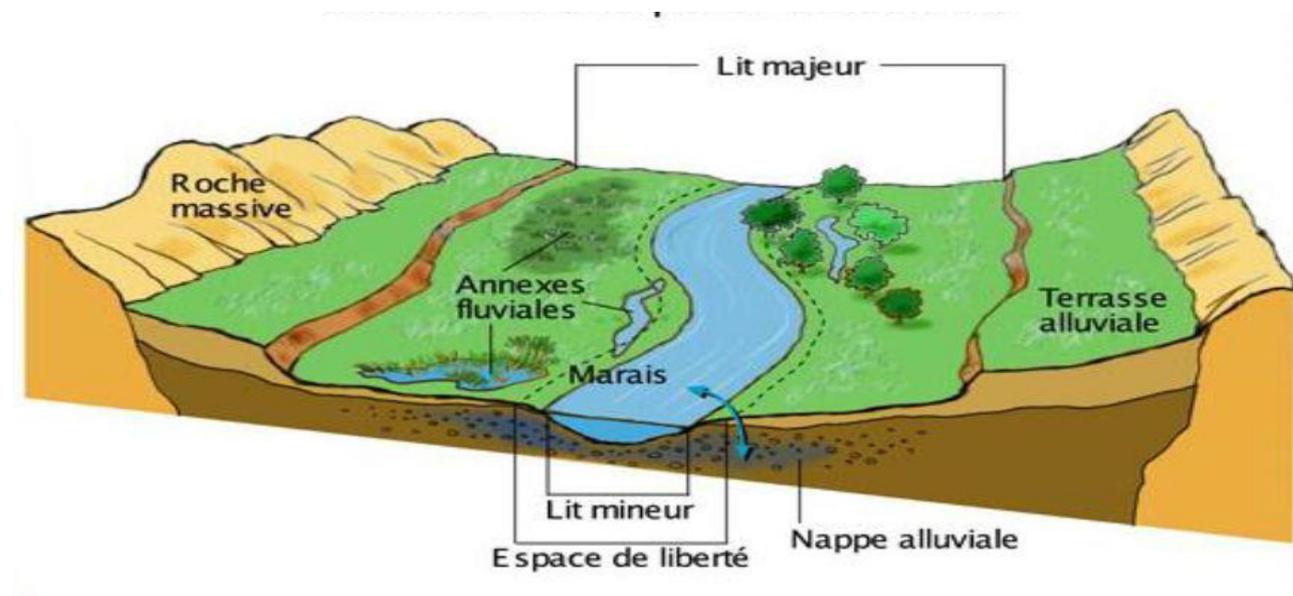
À cause des conditions physiques et climatiques optimales : absence de reliefs, présence d'eau, sols fertiles (riche et bien alimentée en eau) les plaines alluviales ont une influence sur l'implantation humaine, elles sont fortement mises en valeur par différents types de cultures qui varient en fonction des saisons.

Les grandes plaines alluviales correspondent toujours à des affaissements, fossés d'effondrement (plaine d'Alsace-Badel), gouttières synclinales (Rhône inférieur), bassin de subsidence (Rhône moyen). Elles sont en relation étroite avec le réseau hydrographique, le transport fluvial est le principal mécanisme capable de fournir assez de débris pour composer l'affaissement et empêcher que celui-ci n'aboutisse à la formation de lacs. Ces affaissements déclenchent automatiquement l'accumulation alluviale en réduisant la pente du cours d'eau, la vitesse de l'écoulement. Plus l'affaissement est fort, plus le freinage est violent et efficace. (TRICART.J, 1977).

### I.2.2. Les unités hydrogéomorphologiques des plaines alluviales

La délimitation et l'identification des unités hydrogéomorphologiques des plaines alluviales se basent sur deux principaux critères : la morphologie et la sédimentologie. Pour celle de la morphologie, il s'agit de la reconnaissance des talus, et des ruptures de pente. Celle de la sédimentologie s'intéresse à l'analyse de la granulométrie, de la nature et de la couleur des formations superficielles. Mais il y a aussi d'autres indices comme l'occupation du sol, car la végétation diffère en fonction de la nature du sol et de ses caractéristiques hydriques.

Une plaine alluviale est composée d'un lit mineur qui est le chenal principal d'un cours d'eau, il est toujours en eaux. Le lit moyen se situe à proximité du lit mineur, il est inondé par les crues fréquentes à moyennement fréquentes. Le lit majeur est formé d'un niveau topographique plan, parfois mobilisé par les crues plus fréquentes, mais reste moins submergé que le lit moyen.



**Figure 3. Représentation des différents secteurs liés d'un cours d'eau et de sa plaine alluviale**

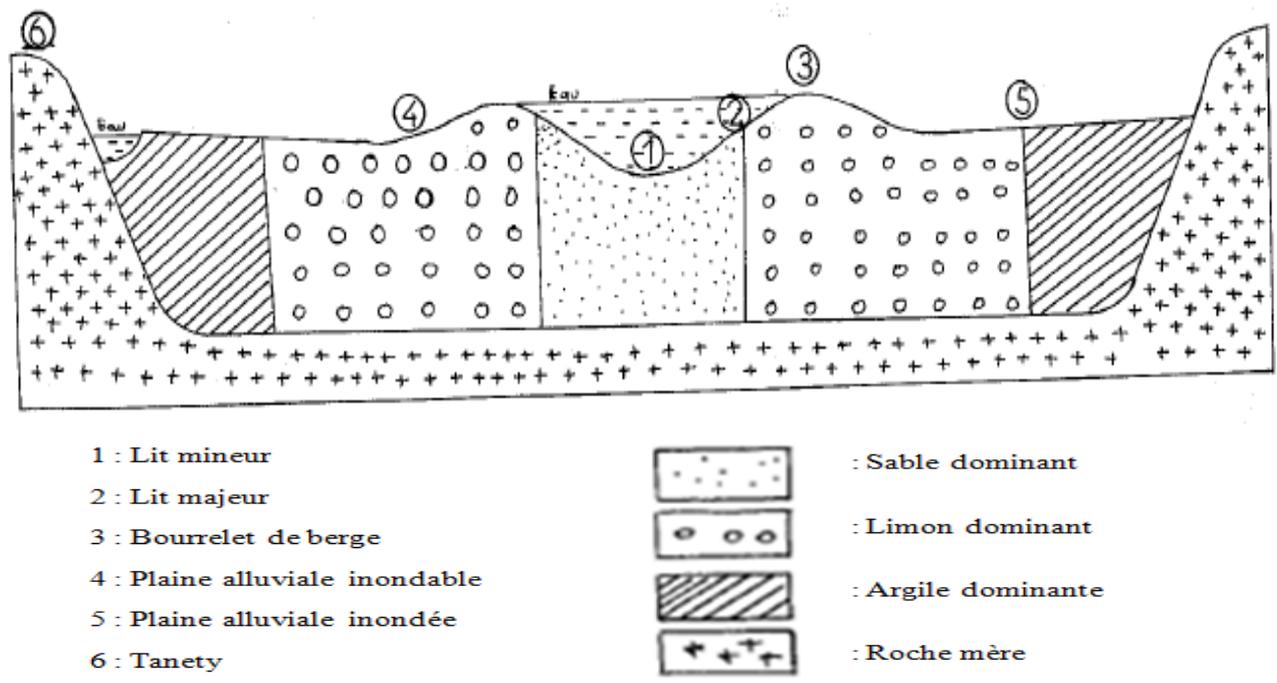
Source: PEINADO.J et BOSCH.V in « Amélioration des connaissances sur les zones alluviales de Corse et porté à connaissance »

### **I.2.3. Dynamique alluvionnaire sur les plaines alluviales**

Les alluvions sont des particules plus ou moins fines (telle que les galets, les sables, les argiles, les limons) transportées et déposées le plus souvent par l'eau. Sa quantité dépend de la vitesse du cours d'eau et aussi du type du sol.

La dynamique des alluvions se passe comme suit : les pluies qui tombent en amont lors de l'impact des gouttes provoquent un détachement des matières et une destruction des agrégats lors de la conversion de l'énergie cinétique en efforts de cisaillement. Cette première phase s'accompagne d'un déplacement de particules et d'un tassement du sol. Puis la couche superficielle s'humidifie, et l'on assiste au développement quasi simultané de trois processus : la désagrégation de la structure, la formation d'une pellicule de battance et l'érosion par "splasch" ou érosion par rejaillissement (BENKHADRA, 1997). Jusqu'à ce stade, on ne peut parler de transport proprement dit. Il faut que le ruissèlement commence pour qu'il y ait une prise en charge des particules détachées par mise en suspension ou par charriage. Le ruissèlement apparaît dès que l'intensité d'une pluie devient supérieure à la vitesse d'infiltration du sol. Il est nettement plus élevé sur sol nu que sous cultures. Les plus faibles ruissellements proviennent des pluies qui tombent après une période sèche. Par contre, les ruissellements et les pertes en terres les plus élevées ont lieu à une époque où le sol est déjà très humide et dans le cas de pluies exceptionnelles et des orages d'automne et de printemps (CHEBBANI et al, 1999). Le dépôt commence dès que la force du courant commence à s'affaiblir, il dépose en premier les éléments grossiers, après les éléments fins. C'est pour cela que la disposition des alluvions dans les plaines alluviales devient de plus en plus petite du lit mineur vers le lit majeur :

- Les éléments grossiers se déposent sur les berges ou les bourrelets de rive (bourrelets de berges) : Limons sableux, limons très sableux, sables limoneux et sables.
- Les éléments moyens au centre de la plaine alluviale : limons argilo-sableux, limons, limons fins, limons très fins
- les éléments fins se déposent sur les périphéries là où le niveau est inférieur à celui du bourrelet alluvionnaire bordant le lit du fleuve, cette dénivellation empêche l'eau de se retirer et favorise leur stagnation d'où la formation des cuvettes de décantations qui occupent environ 3 m de profondeur. Ces alluvions sont surtout des argiles fines, argiles, argiles limoneuses, argiles sableuses, limons argileux, limons argileux fins. (KILLIAN.J, 1994)



**Figure 4. Disposition latérale des alluvions sur baiboho**

Source : ANDRIANANTOANDRO.R, 1994

Après la définition et les caractéristiques des plaines alluviales, il serait important de parler de la démarche de recherche parce qu'elle montre la façon dont la recherche s'est déroulée.

## **CHAPITRE II. DEMARCHE DE RECHERCHE**

La démarche déductive a été adoptée pour ce travail de recherche ; c'est-à-dire que la première phase va être consacrée à la documentation puis la deuxième phase sera pour les travaux de terrain, enfin la rédaction finale.

### **II.1. TRAVAUX DE DOCUMENTATION**

Les travaux de documentation ont été faits en premier lieu pour capitaliser les informations concernant la zone de recherche et les baiboho afin de dégager les grandes pistes de problématique et des hypothèses de recherche.

#### **II.1.1. Documentation bibliographique**

Tout d'abord, la consultation d'ouvrages dans diverses bibliothèques, que ce soit à l'Université d'Antananarivo comme dans la bibliothèque de la Mention Géographie, la Bibliothèque et Archives Universitaires, et la bibliothèque de l'ESSA ou dans d'autres bibliothèques comme l'IRD, la CIDST et le FOFIFA, a été vraiment nécessaire. À part les livres, une grande partie de la recherche bibliographique s'est faite sur internet pour compléter les informations manquantes à cause de la rareté des documents.

La lecture des ouvrages généraux a été faite en premier pour connaître les notions de base en géomorphologie, pour cerner toutes les notions sur les plaines alluviales ou les baiboho ainsi que les caractéristiques morphopédologiques du Nord-Ouest Malgache là où se trouve la zone de recherche. Après la lecture des ouvrages généraux, la lecture des ouvrages spécifiques qui sont plus détaillés offre une explication proche du thème. Cela a permis d'approfondir les connaissances sur les plaines alluviales ou les baiboho c'est-à-dire sa formation, ses mécanismes, ses caractéristiques enfin les facteurs physiques qui influencent sa géomorphologie et son évolution spatio-temporelle.

#### **II.1.2. Documentation cartographique**

Après la lecture et les consultations des données bibliographiques que ce soit visuel ou virtuel (internet). Différents types de cartes ont été consultés :

- Carte pédologique de Maevatanana, feuille N°19, 1/200 000, 1951-1952, élaborée par MOUREAUX.C et TERCINIER.G à l'institut de recherche scientifique de Madagascar.
- Carte de repérage des Baiboho, 1/1 000 000, 1961, BDPA agence de Madagascar.
- Carte géologique de Madagascar, 1/5 000 000, 1972, élaborée par BESAIRIE.H. (source : RAUNET.M, 1997 ensemble morpho-pédologique de Madagascar).
- Carte de réseau hydrographique et principaux bassins fluviaux Malgache, 1/50 000 ,1993 élaborée par CHAPERON.P.

Par ailleurs, la consultation des images satellites anciennes a été nécessaire pour effectuer des comparaisons avec d'autres cartes afin de proposer une éventuelle révision. Les images

satellites de Google Earth ont été consultées pour voir à plusieurs échelles tous les éléments qui se trouvent en surface.

Après avoir consulté ces différents types de cartes ainsi que ces diverses images satellites, l'étape suivante a été l'élaboration des cartes dont principalement : la carte de localisation (région, district, commune, fokontany), la carte pédologique, la carte hydrologique, la carte topographique de la zone de recherche et aussi la carte du bassin versant de l'Ikopa et de sa composition géologique.

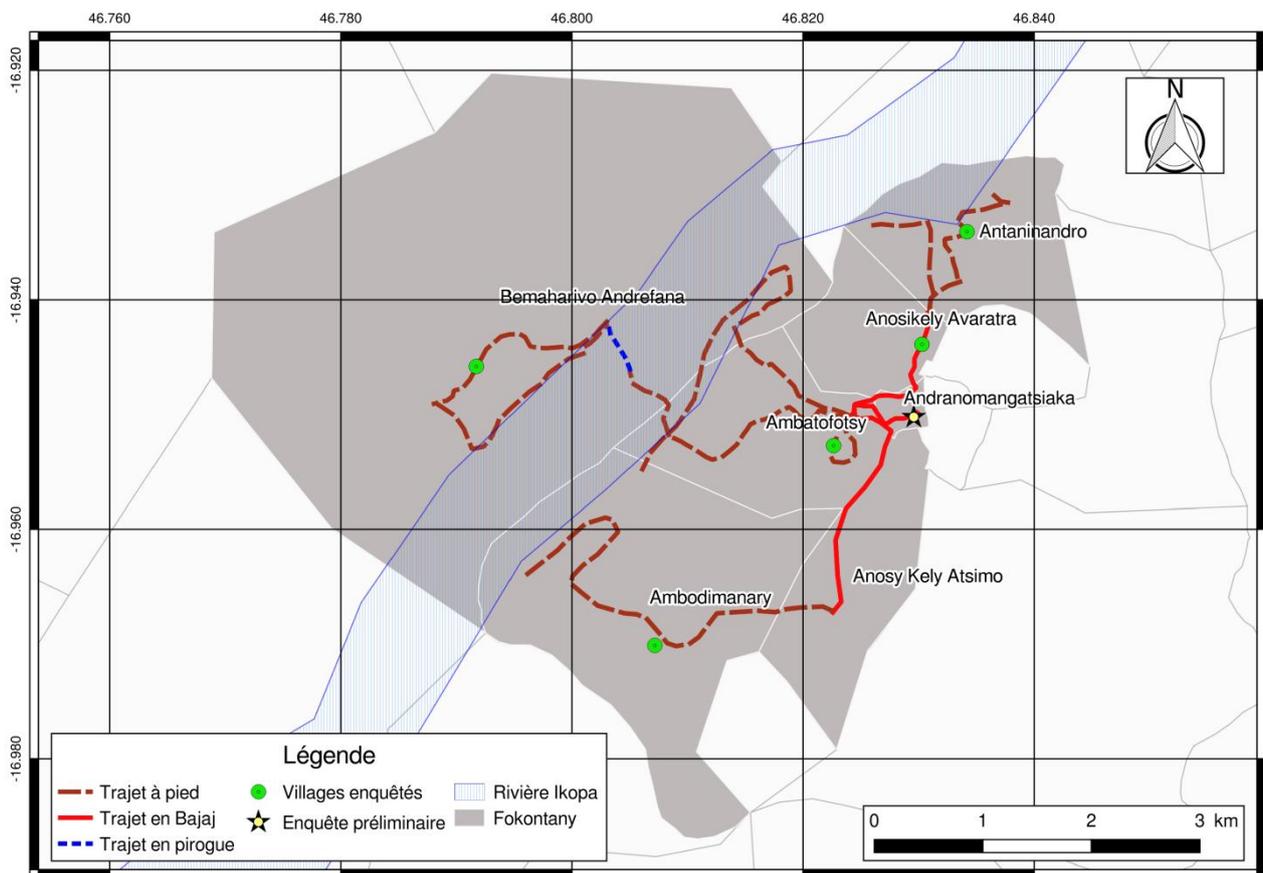
QGIS a été le logiciel utilisé pour l'élaboration de toutes ces cartes citées ci-dessus. Les bases de données utilisées sont les BD 500 de la FTM, le MNT 30 m téléchargés sur le site officiel de l'ASTER GDM, et les limites administratives de la BNGRC.

## **II.2. LES TRAVAUX DE TERRAIN**

Des travaux de terrain ont été vraiment nécessaires pour vérifier les hypothèses à l'aide des enquêtes et aussi des observations du paysage. Cinq fokontany ont été choisis à cause de la vaste superficie des baibofo qui les composent : Fokontany de Bemaharivo Ouest sur la rive gauche, Antaninandro, Anosikely avaratra, Ambatofotsy et Ambodimany sur la rive droite.

Quelques matériels ont été utilisés pour effectuer les travaux sur terrain :

- un marteau pour casser des roches et les dépôts durs afin de connaître leur nature et leur composant
- une bêche pour nettoyer des coupes afin de voir les profils lithostratigraphiques
- des cartes qui ont servi à la fois de repère et d'indice pour vérifier les hypothèses
- un GPS pour se positionner et pour avoir des coordonnées précises
- un mètre-ruban pour mesurer les horizons, l'épaisseur des alluvions ou encore pour mesurer la distance entre deux endroits.
- Des sacs en plastiques pour conserver les échantillons
- un cahier pour noter les informations utiles
- un appareil photo



**Figure 5. Carte des itinéraires pendant les travaux sur terrain.**

Source : Google earth 2016, BD 500 BNGRC, avec arrangement de l'auteur, octobre 2017

### II.2.1 Les enquêtes sur terrain

Les enquêtes ont été divisées en deux parties : il s'agissait, en premier lieu, de faire des enquêtes préliminaires auprès des différentes personnalités publiques comme les responsables de la circonscription topographique de Maevatanana, le service des eaux de Maevatanana, le service météorologique de la ville, ainsi que les deux Maires (Cf. annexe 3 et 4). Faire des enquêtes auprès de ces personnalités publiques a aidé à obtenir des informations sur les baibo (les problèmes fonciers, les données climatiques, etc.).

En second lieu, le travail a été concentré sur les enquêtes auprès des paysans. Pour chaque fokontany, les enquêtes ont commencé par le chef fokontany pour avoir des informations maximales concernant le fokontany : pour se renseigner sur les interdits ou "fady", et pour demander s'il y a un paysan qui connaît bien la zone de recherche qui pouvait servir de guide.

Pour les enquêtes proprement dites, les personnes ciblées sont celles qui possèdent des parcelles de cultures sur les baibo ou qui exercent du travail en relation avec les baibo comme les pêcheurs, les éleveurs, les fabricants de briques et les conducteurs de pirogues.

Ces enquêtes ont été orientées plus particulièrement sur les crues, les décrues, les cultures, l'ensablement ainsi que les problèmes fonciers pour capitaliser des informations concernant la

dynamique des baibofo à Maevatanana (Cf. annexes 2). Au total, 52 paysans choisis au hasard ont été enquêtés. Le taux d'échantillonnage total est de 4,14 %. Nous avons arrêté sur ce nombre, car les réponses obtenues sont presque identiques (98 %). De plus, à cause de l'insuffisance des pluies ces derniers temps la majorité des paysans cessent de cultiver et ne restent plus chez eux pendant la journée, mais partent tôt pour trouver de l'or à Antanimbary, un village situé à environ 20 km de Maevatanana.

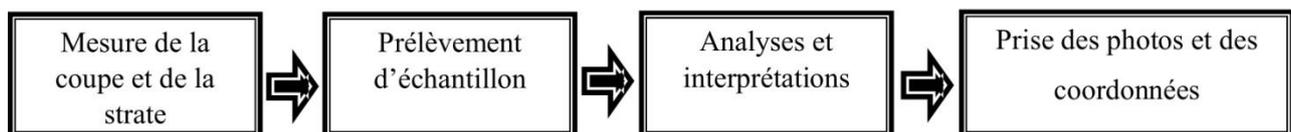
**Tableau 1. Nombres des paysans enquêtés par fokontany**

FOKONTANY	Bemaharivo Ouest	Antaninandro	Anosikely avaratra	Ambatofotsy	Ambodimany
NOMBRE DE MÉNAGES	160	192	424	933	194
NOMBRE DES PAYSANS ENQUÊTÉS	11	9	10	11	11
TAUX D'ÉCHANTILLONNAGE	6,86	4,68	2,35	1,17	5,65

Source : auteur, octobre 2017

### II.2.2. Observations et interprétations

Après les enquêtes, le travail a été centralisé sur les observations et les interprétations des baibofo. Des descentes le long de la rive droite et de la rive gauche de l'Ikopa ont été effectuées pour trouver des coupes naturelles.



**Figure 6 : Étapes suivies pour l'observation et l'interprétation des coupes lithostratigraphiques**

Source : auteur, octobre 2017

Les observations du paysage (dans les cinq fokontany étudiés) ont été faites tout en se référant sur nos hypothèses de recherche. Il s'agit de voir les différents types de sédiments visibles sur place, de voir aussi les différentes cultures sur les baibofo et les parcelles de cultures ensablées sans oublier de prendre des notes et aussi des photos. Quelques coupes lithostratigraphiques ont été visibles dans les trous où les terres pour la fabrication des briques ont été prélevées et elles ont été observées et interprétées.

### II.3. REDACTION ET SYNTHESE

La dernière étape a été concentrée sur la rédaction. Il s'agit de faire des synthèses de tous les éléments recueillis pendant les deux étapes précédentes.

La figure 7 montre la récapitulation de la démarche de recherche suivie.

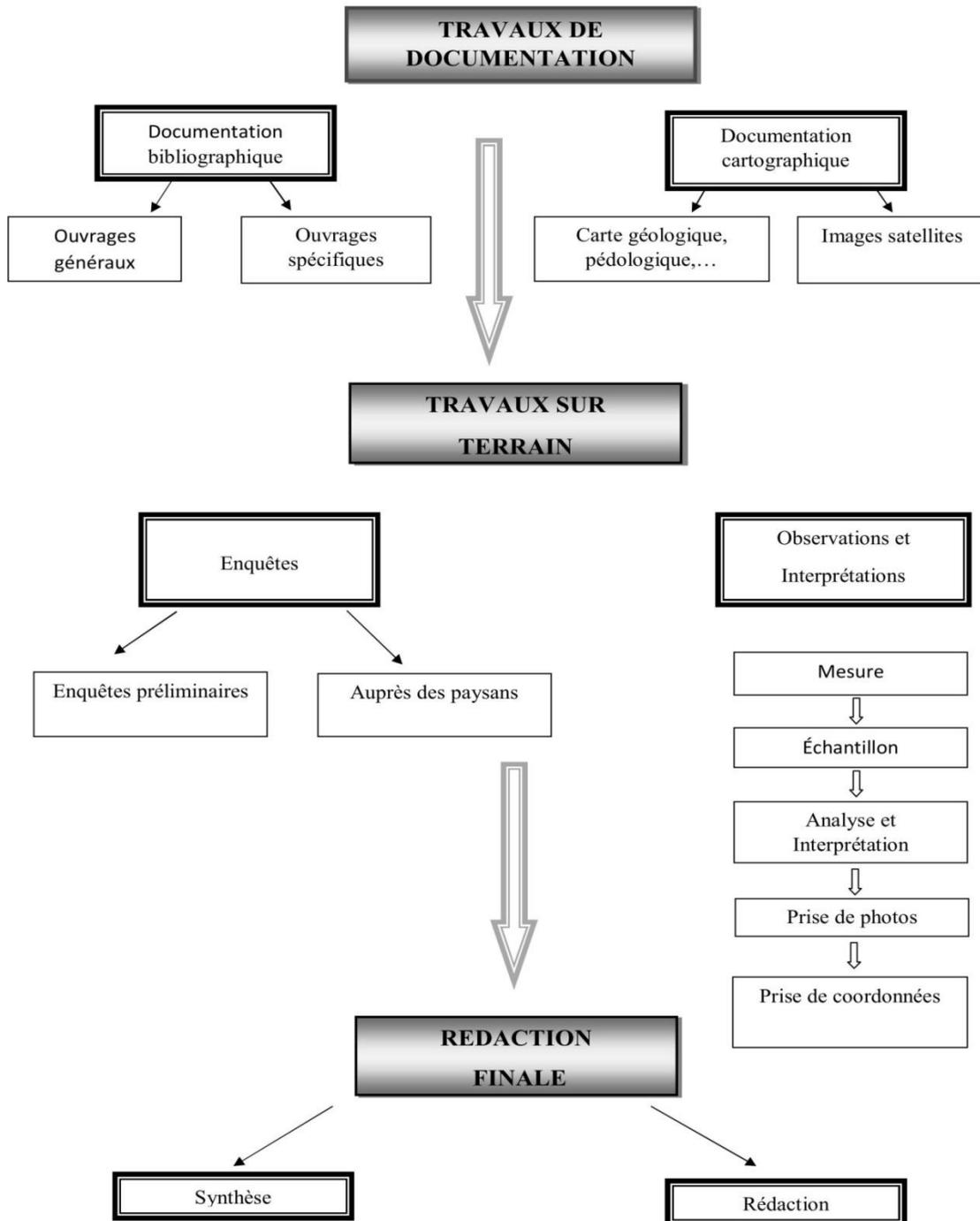


Figure 7. Schéma récapitulatif de la démarche de recherche

Source : Auteur, octobre 2017

*Les problèmes rencontrés* lors de la recherche sont tout d'abord le nombre limité des documents qui parlent de la géomorphologie des baiboho à Madagascar et encore plus sur la zone de recherche. Par ailleurs, pendant les travaux de terrain, à cause de l'insécurité, il n'a pas été possible de voir de près le barrage d'orpaillage d'Antanimbary pour voir son état et ses impacts sur la dynamique de l'Ikopa. En effet, il semble que ce barrage constitue l'un des facteurs qui accentuent l'ensablement dans les vastes baiboho de Maevatanana. L'observation a été faite de loin et il a été impossible d'avoir des photos. Enfin, à cause des conditions climatiques de Maevatanana marquées par des températures très élevées, aller sur terrain était difficile entre 10 heures et 14 heures, par conséquent, il fallait partir très tôt le matin, et arrêter vers 11 heures pour reprendre vers 15 heures tous les jours.

La description des baiboho de Maevatanana c'est-à-dire les grandes unités morphologiques qui les composent ainsi que l'interprétation des coupes lithostratigraphiques observées pendant les travaux de terrain constitue les éléments du chapitre suivant.

### CHAPITRE III. DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA

Le terme baiboho désigne de façon générale à Madagascar « *Terre destinée à la culture* » (ANDRIANANTOANDRO.R, 1994). Baiboho ou baibo a été le nom utilisé par les chercheurs comme SAIDO (1996), RAUNET.M (1997), KILLIAN.J (1964), etc. Mais il est connu localement sous le nom de Baiboa. Les principales zones de baihofo de Madagascar se situent dans la partie occidentale Malgache dans les dépressions périphériques dont Maevatanana fait partie. Leurs superficies ne sont pas encore précises, plusieurs auteurs ont donné leur estimation, mais c'est celle de RAUNET.M qui est la plus récente (1997).

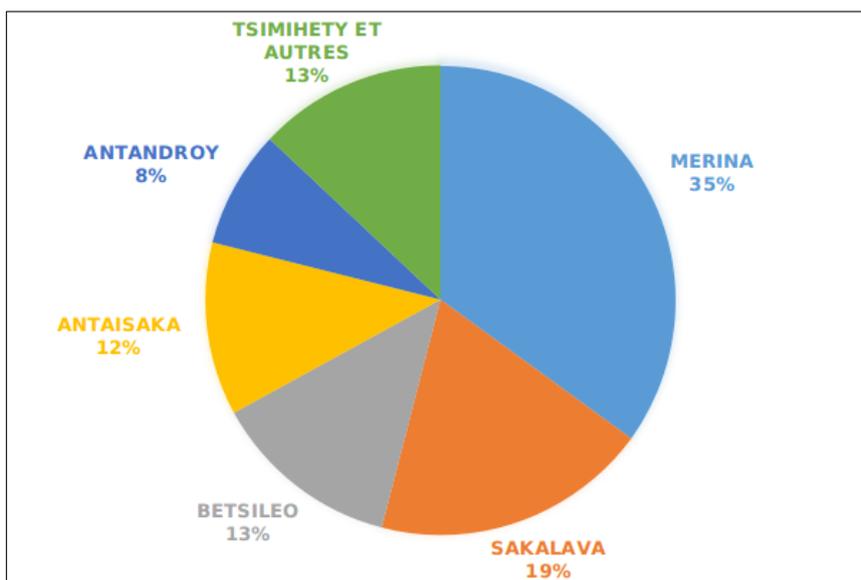
**Tableau 2. Les grandes zones de baiboho dans la partie occidentale Malgache**

<b>Zone de Baiboho</b>	<b>Superficie</b>
Kamoro (Ambatoboeny)	65 000 ha
Kimangoro (Mitsinjo)	15 000 ha
Bemarivo (Port bergé)	45 000 ha
Sofia	15 000 ha
Mampikony	30 000 ha
Mahajamba	25 000 ha
Maevatanana	20 000 ha
<b>TOTAL</b>	<b>215 000 ha</b>

Source : RAUNET.M, 1997

Mais à part ceux qui se situent dans la partie Nord-Ouest, les baiboho du Miandrivazo et les baihofo de Mangoky font aussi partie des grandes plaines alluviales importantes.

L'existence de ces vastes étendues de surfaces cultivables a une influence sur l'immigration. La population de Maevatanana est de ce fait très mélangée avec une majorité de Merina puis de Sakalava, de Betsileo, de Tsimihety et d'Antandroy. Mais à part les baiboho, la zone recèle dans son sous-sol des richesses en particulier l'or, qui attire aussi les migrants.



**Figure 8. Composition ethnique de la population de Maevatanana**

Source: PRD Betsiboka avec arrangement de l'auteur

En général, ce sont les Sakalava, les Betsileo et les Antandroy qui cultivent les baibofo. Ils les ont obtenus soit par héritage soit par achat, mais rares sont les agriculteurs qui font du métayage et de demande de terrain domaniale. Chaque agriculteur possède en moyenne trois parcelles de cultures soit environ 3ha (source : enquêtes sur terrain, septembre 2017).

### III.1. LES GRANDES UNITES MORPHOLOGIQUES QUI COMPOSENT LES BAIBOHO DE MAEVATANANA

Topographiquement, les baibofo sont composés de divers éléments qui ont leurs propres fonctionnements (Cf. Photo 3). Les lits d'une rivière ont été façonnés par les eaux écoulées ainsi ses caractéristiques, ses délimitations, ses dimensions sont étroitement liées au régime hydrique de la rivière.

- *Le lit mineur* correspond au chenal principal du cours d'eau, il est emprunté par la crue annuelle, mais n'inondant que les parties les plus basses et les plus proches du lit. Il est écologiquement très poissonneux, peu ou pas coloniser par la végétation aérienne. Il est composé par des sols à structures limoneux, mais peut transporter des éléments lourds à cause des courants relativement rapides qui suggèrent une compétence très élevée.

Des bancs de sable sont fréquent de part et d'autre du lit mineur, ils ont été déposés lors de la saison des pluies et émergent pendant la saison sèche. Sa répartition et sa morphologie se modifient après chaque saison de pluies, leurs limites ne peuvent donc être précises.



**Photo 2. Bancs de sable du lit mineur émergeant pendant l'été**

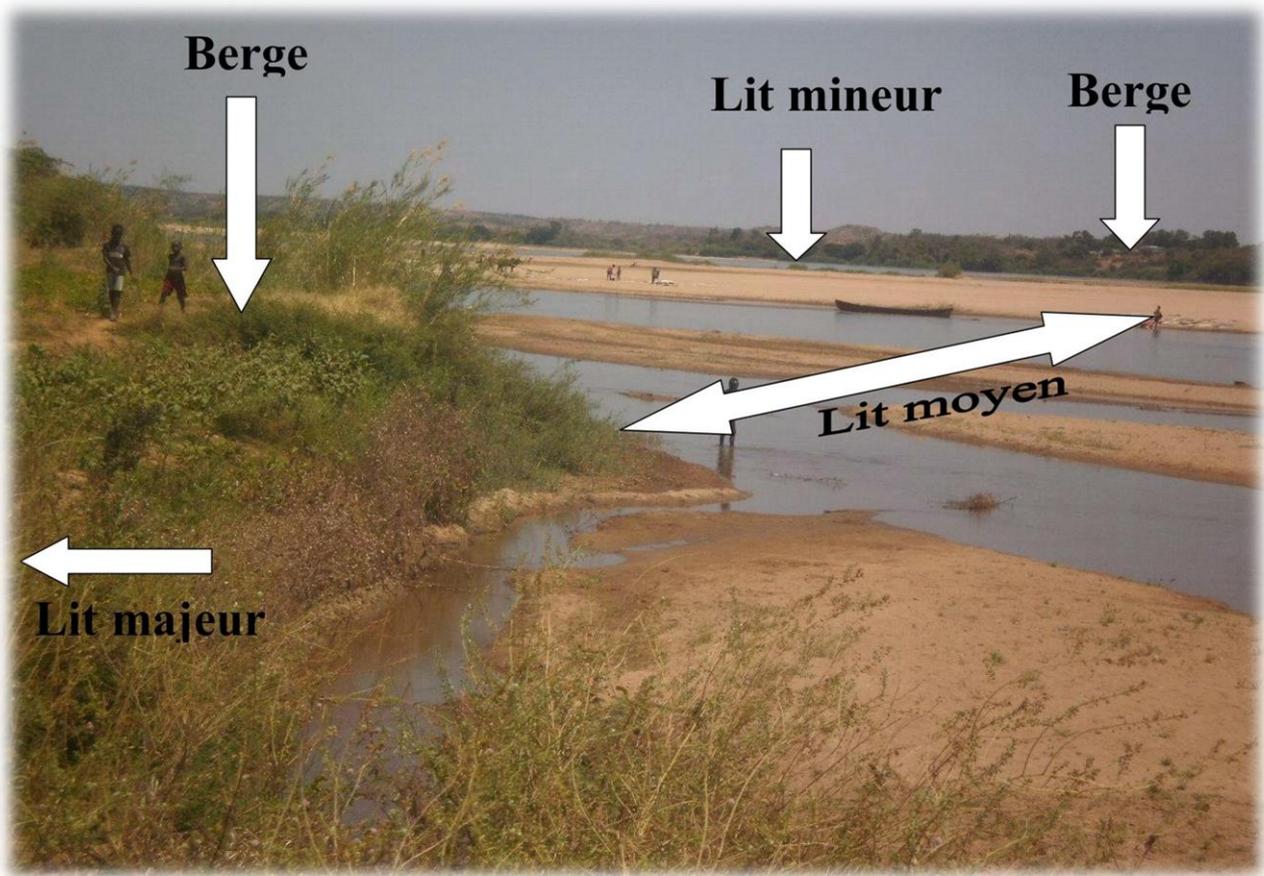
Source : cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'39.49"S et 46°48'5.01"E

- *Le lit moyen* est occupé par les crues fréquentes et moyennes qui reçoivent une charge solide importante. Il peut rester en eau pendant très longtemps. En général, il présente une surface horizontale ou subhorizontale.
- *Le lit majeur*<sup>4</sup> est limité par les terrasses, il correspond au lit occupé par les crues rares à exceptionnelles ; caractérisées par des hauteurs et des vitesses d'eau généralement modérées. Parfois cette zone est touchée par des phénomènes violents comme l'érosion des sols, et des talus. Les alluvions qui composent le lit majeur sont en général très fertiles à cause de sa morphologie très simple par rapport au lit mineur, car les courants qui l'atteignent sont en général faibles et les lames d'eau sont moins importantes. Mais quand il s'agit des crues trop violentes, les alluvions déposées par l'Ikopa sont de très mauvaises qualités, ce sont surtout des sables grossiers, des galets et des graviers qui dominent.
- *La berge*<sup>5</sup>: c'est le bord relevé d'une rivière (un à 4 m de hauteur), elle se présente sous forme d'un bombement de part et d'autre de la rivière ou du fleuve. Elle est composée par des sables et des limons micacés légèrement hydromorphes cultivés de vergers et aussi de maraichages.

---

4 Dit aussi lit exceptionnel, plaine alluviale, lit d'inondation, plaine d'inondation

5 Dit aussi bourrelets de berge ou bourrelets alluviaux



**Photo 3 : Les grandes unités morphologiques d'une plaine alluviale liées au cours d'eau**

Source : cliché et arrangement de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'38.08"S et 46°48'41.85"E

- *Les cuvettes de débordement*<sup>6</sup>: ce sont des zones déprimées d'une plaine alluviale où l'eau de débordement (crues moyennes ou fortes crues) stagne et laisse se déposer des alluvions très argileuses avec des sols hydromorphes non tourbeux. Elles sont de dimensions diverses (relativement étroites) et ont le plus souvent une forme allongée, remplie d'eau pendant les saisons de pluies et baissent au fur et à mesure pendant la saison sèche. Mais en cas de sécheresse exceptionnelle, comme celle de cette année (2017), elle peut se tarir (Cf. photo 5).

<sup>6</sup> Dit aussi cuvette de décantation, Matsabory ou encore Ranovory



**Photo 4: Matsabory en cours d'assèchement**

Cliché de l'auteur septembre 2017, coordonnées 16°56'48.39"S et 46°49'13.24"E



**Photo 5 : Matsabory complètement à sec**

Cliché de l'auteur septembre 2017

La photo 4 a été prise dans le fokontany d'Ambatofotsy à une distance de 935 m de la rivière Ikopa avec une profondeur de 2,39 m, elle montre une cuvette de décantation plus ou moins à sec où les alluvions qui se sont accumulées commencent à apparaître. Ce sont des limons et des argiles.

La photo 5 a été prise à environ 970 m de la rivière Ikopa, à 35 m de la photo 4, elle a une profondeur de 1,30 m. Cette cuvette de décantation est complètement à sec, toutes les alluvions sont visibles : ce sont surtout des argiles qui dominent, mais il y a aussi des limons et des sables.

### **III.2. DESCRIPTIONS DES COUCHES LITHOSTRATIGRAPHIQUES**

Selon la classification d'AUBERT.G (1963), les baiboho appartiennent à la classe des sols peu évolués. En général les profils sont caractérisés par une succession de strates limoneuses et sableuses avec des épaisseurs très variables. L'horizon supérieur est souvent constitué de limons.

## COUPE 1



**Photo 6. Coupe lithostratigraphique d'une cuvette de décantation**

Cliché et arrangement de l'auteur septembre 2017

### **Description :**

Coordonnées: 16°56'48.39"S et 46°49'13.24"E

Altitude relative : 33m

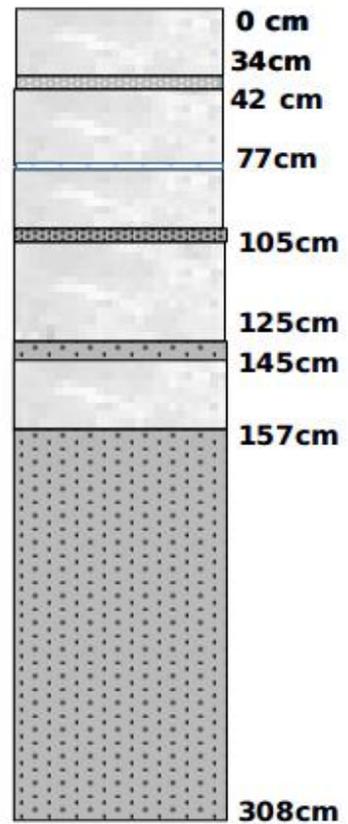
Épaisseur : 239 cm :

- 0 à 219 cm : argile limoneuse, couleur brune-jaune, cohésion moyenne
- 219 cm à 239 cm : argile humide, couleur brune foncée, cohésion moyenne

### **Interprétations :**

Cette coupe montre une prédominance des argiles sur les berges d'une cuvette de décantation, ce sont des sédiments qui se sont accumulés pendant les crues qui se sont succédées. Elles sont très friables parce que les argiles font partie des dépôts sédimentaires les plus fins. Les alluvions grossières comme les galets et les sables grossiers sont absentes, mais il y a un peu de sable fin. Du haut vers le bas, on constate une épaisse couche d'argile limoneuse de couleur brun-jaunâtre qui n'est plus touchée par l'eau que pendant la période de crue. Puis une couche d'argile plus ou moins épaisse de couleur brune à cause de la remontée de l'eau.

**COUPE 2**



**Photo 7. Coupe lithostratigraphique de la rive droite de l'Ikopa, fokontany Ambodimany**  
 Cliché avec arrangement de l'auteur septembre 2017

## **Description**

Coordonnées : 16°57'06,2" S et 46°48'30,7 E

Altitude relative : 23 m

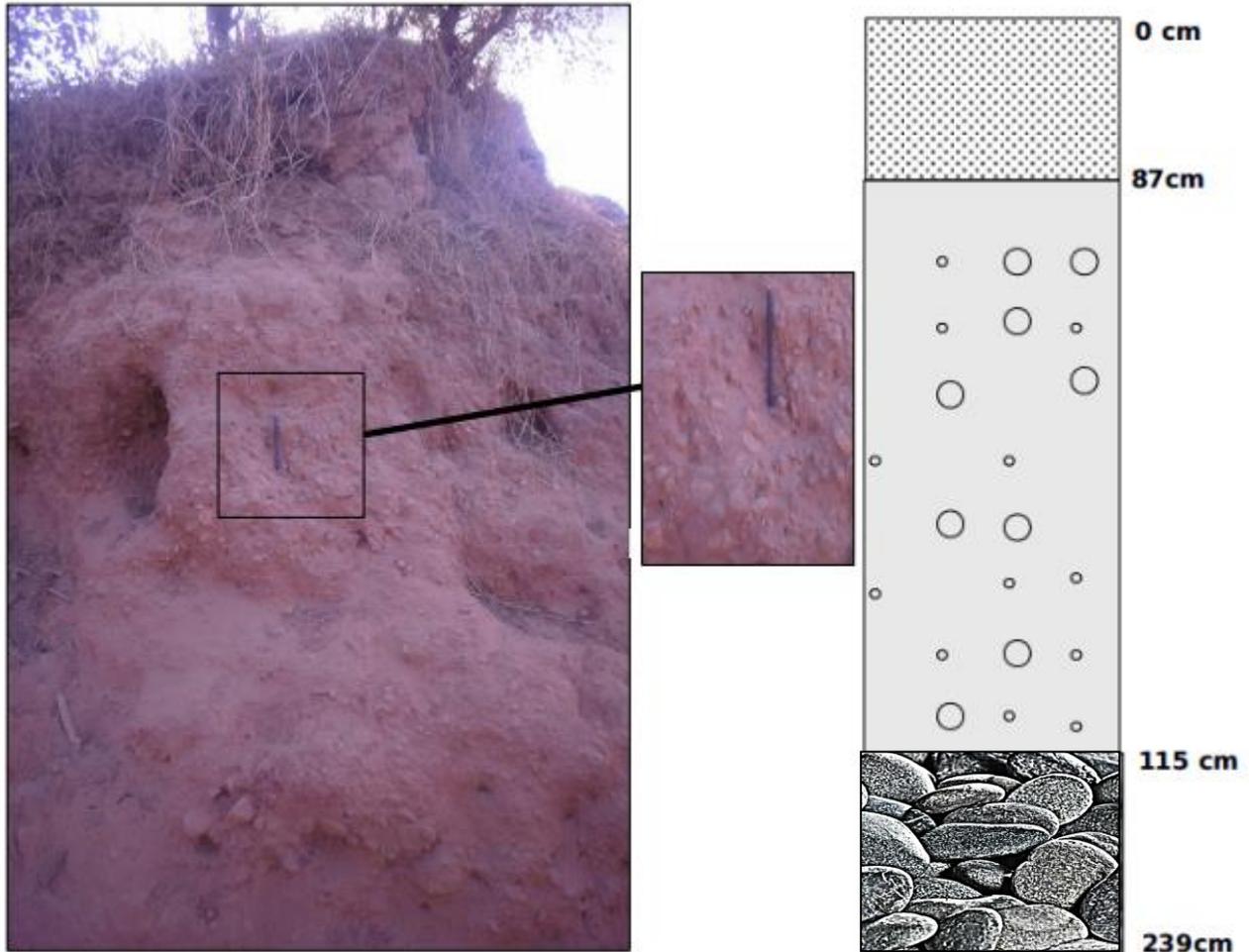
Hauteur : 308 cm :

- 0 cm 34 cm : argile limoneuse, couleur jaune clair, cohésion moyenne
- 34 cm à 42 cm : argile sableuse, couleur plus ou moins rouillée, cohésion moyenne
- 42 cm à 77 cm : argile limoneuse, couleur rouille, cohésion moyenne
- 77 cm à 80 cm : sable, couleur grise, cohésion faible
- 80 cm à 105 cm: argile limoneuse, couleur rouille, cohésion moyenne
- 105 cm à 145 cm : sable, couleur grise, cohésion faible
- 145 cm à 157 cm: argile limoneuse, couleur rouille, cohésion moyenne
- 157 à 308 cm: sable grossier, couleur grise, cohésion très faible

## **Interprétation**

Cette coupe se trouve sur la rive droite de l'Ikopa dans le fokontany Ambodimanary. On a des successions de sable et d'argile limoneuse qui sont aussi très friables et s'écroulent facilement surtout les sables. Une succession de sable et d'argile limoneuse est le témoin d'une période de crue pendant laquelle les sables qui sont plus lourds que les argiles et les limons se sont déposés en premier lieu. À chaque fin de période de crue l'eau se retire c'est pour cela qu'il y a une sorte de vide au-dessus des sables. L'épaisse couche de sable à la base de la coupe est le témoin de l'existence d'une crue très violente dans le passé : le courant a été très fort alors les éléments qui se sont déposés sont surtout des éléments grossiers avec une épaisseur de 154 cm.

### COUPE 3



**Photo 8. Coupe lithostratigraphique des alluvions anciennes dans le fokontany Ambatofotsy**

Cliché et arrangement de l'auteur, septembre 2017

### Description

Coordonnées : 16°57'02,6" S et 46°49'10,8" E

Altitude relative : 15 m

Hauteur : 239 cm

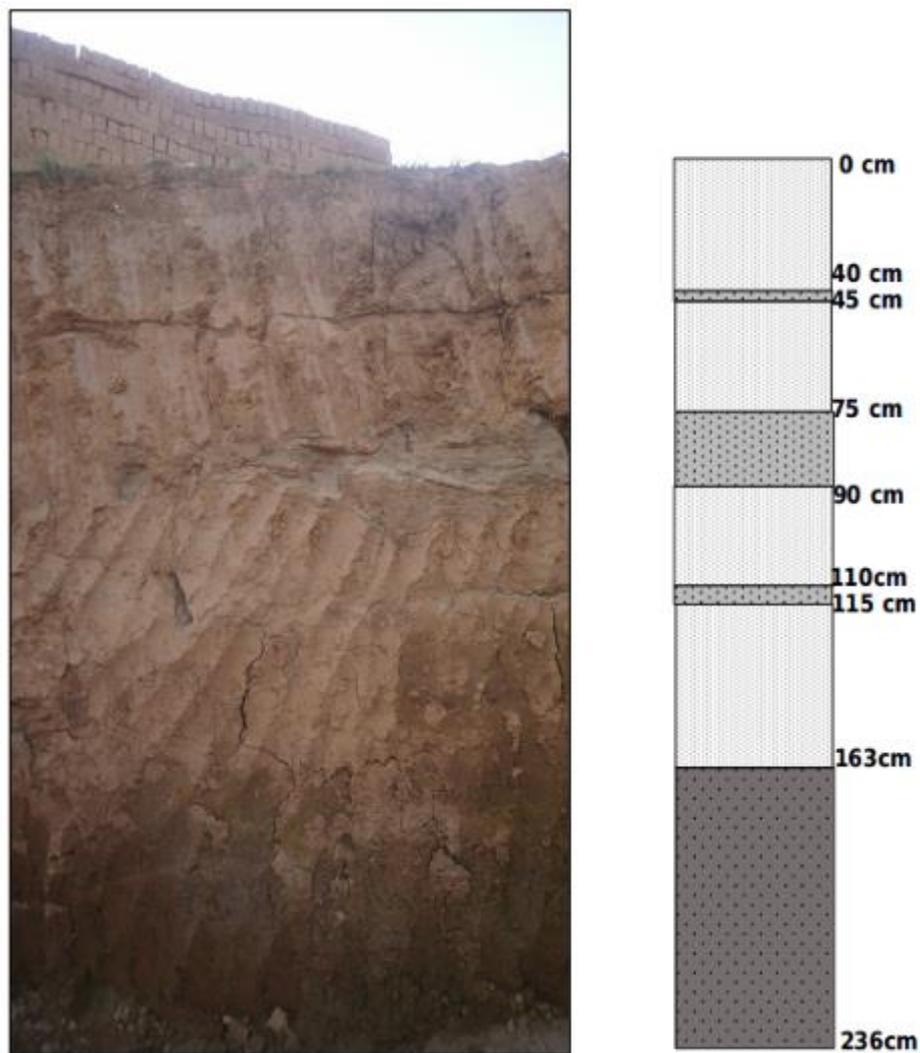
- 0 cm à 87 cm : limon, couleur rouille, cohésion forte
- 87 cm à 115 cm : limon endurci mélangé avec des galets de moyennes et petites tailles, cohésion forte
- 115 cm à 239 cm : limon endurci mélangé avec des gros galets, cohésion forte

### Interprétation

Cette coupe est très différente de toutes les coupes observées. La présence de galet pourrait être expliquée par l'existence d'une crue très violente qui les avait déposés à cet endroit il y a très

longtemps. Elles sont restées en place parce qu'aucune des crues qui se sont succédées n'avaient pas un courant assez fort pour les remblayer ou les emporter. Toutes les couches sont très cohérentes, la taille des galets augmente du haut vers le bas. Il est à noter que cette couche se situe à 1,2 km de la rivière Ikopa, cela peut être le témoin d'une ancienne dynamique de la rivière Ikopa et constitue ainsi probablement une terrasse ancienne formée pendant une très forte crue ou pendant une période pluviale qui a entraîné une surélévation du niveau de la rivière à une certaine période (témoin d'une période pluviale). D'après la croyance locale, cet endroit est sacré, c'est la raison pour laquelle toutes les coupes sont encore conservées.

#### COUPE 4



**Photo 9. Coupe lithostratigraphique d'un trou de prélèvement de sédiment pour la fabrication des briques**

Cliché et arrangement de l'auteur, septembre 2017

#### Description

Coordonnées : 16°57'02,5" S et 46°49'14,3" E

Altitude relative:63 m

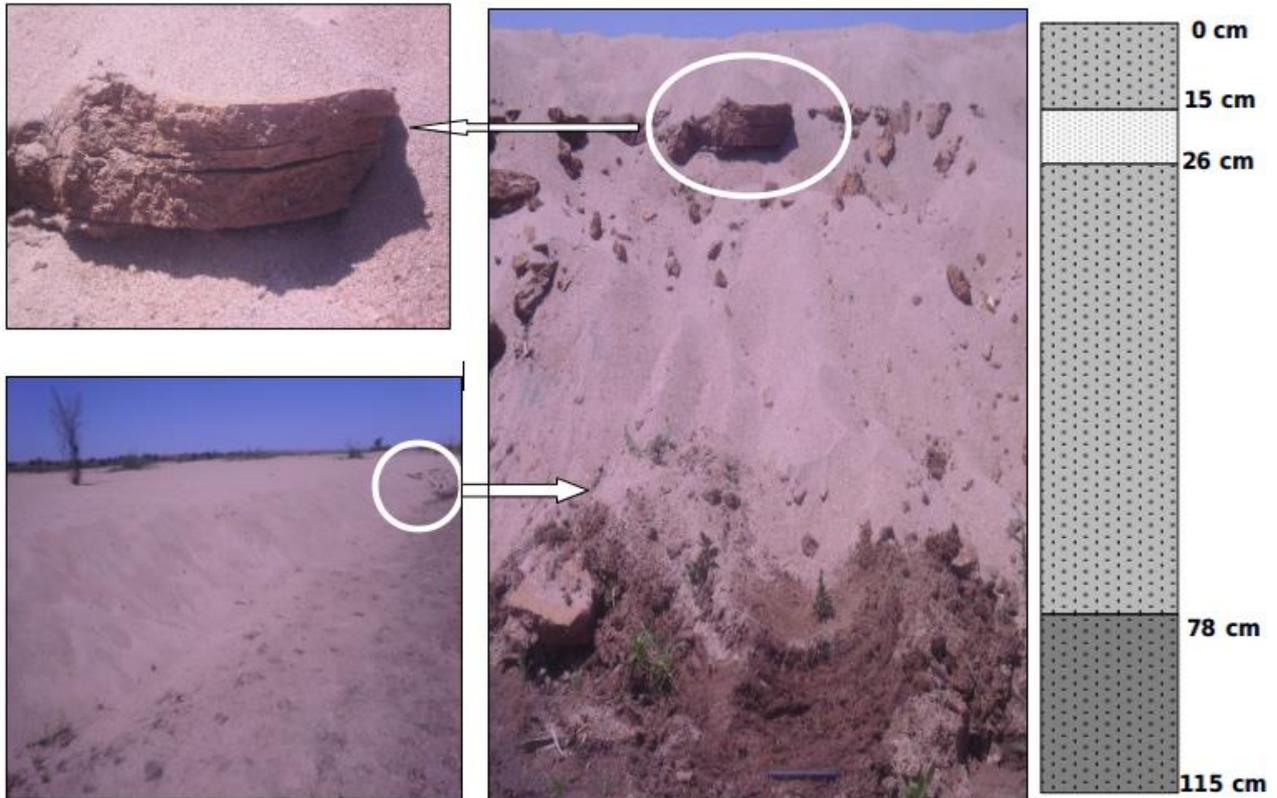
Hauteur: 236 cm:

- 0 à 40cm : Limon, couleur brune, cohésion moyenne
- 40 à 45cm : Sables grossiers, couleur grise, cohésion faible
- 45cm à 75cm : Limon, couleur brune, cohésion moyenne
- 75cm à 90cm : Sables de différentes textures, mais les grossiers dominant, couleur grise, cohésion faible
- 90cm à 110cm : Limon, couleur brune, cohésion moyenne
- 110cm à 115cm : Sables grossiers, couleur grise, cohésion faible
- 115cm à 163cm : Limon, couleur brune, cohésion moyenne
- 163cm à 236cm : Limon, couleur vert sombre, cohésion forte,

### **Interprétation**

Cette coupe se trouve dans un trou où les sédiments pour la fabrication des briques ont été prélevés. Les alluvions qui la composent sont surtout des limons et des sables avec différentes textures. Ces derniers ne sont pas cohérents parce que ce sont des sables totalement purs. Les limons sont les plus dominants dans cette coupe, elles sont épaisses et moins friables, la couche qui se trouve à la base est de couleur vert sombre à cause de l'existence d'une végétation de mousse expliquée par la remontée de la nappe phréatique qui se trouve à environ 50 cm du sol.

## COUPE 5



**Photo 10. Banc de sable et de limon du lit moyen**

Cliché avec arrangement de l'auteur septembre 2017

### **Description:**

Coordonnées: 16°56'47.97"S et 46°48'54.61"E

Altitude relative: 22 m

Hauteur: 105 cm :

- 0 à 15cm : Sables de différentes tailles, couleur grise, cohésion faible
- 15 cm à 26cm: Limons, couleur brune, cohésion moyenne
- 26cm à 78cm: épaisse couche de sable, couleur grise, cohésion faible
- 78cm à 115cm: Limon sableux humide de couleur noirâtre, cohésion faible

### **Interprétation**

Cette coupe a été observée dans le lit moyen de l'Ikopa en période d'étiage. C'est une coupe très fragile qui s'écroule facilement. Du haut vers le bas on constate la prédominance des sables qui sont en général des sables grossiers de couleur grise suivit d'une épaisse couche de limon qui se dispose en feuillet déposé pendant la dernière période de crue. La couche la plus basse est essentiellement composée par le mélange de limon et de sable, mais la plus dominante est le limon, la couleur noirâtre est expliquée par le fait qu'il s'agit ici du lit moyen et donc l'eau se trouve à

quelques centimètres du sol et elle peut pénétrer facilement dans les couches étant donné que les sables sont très perméables.

Il est à noter pour la coupe lithostratigraphique numéro 3 que d'autres recherches restent à faire et même des datations absolues, si possible, pour pouvoir donner une date à cette période pluviale ancienne. Après avoir vu dans cette première partie le cadre général de la recherche, la démarche adoptée ainsi que la description des baiho de Maevatanana ; il est important de voir dans la partie suivante les principaux facteurs de façonnements des baiho de Maevatanana : car ce sont les caractéristiques des facteurs du milieu naturel qui différencient les baiho des autres plaines alluviales.

## **DEUXIÈME PARTIE**

### **LES PRINCIPAUX FACTEURS DE MISE EN PLACE DES BAIBOHO DE MAEVATANANA**

Cette partie traite les principaux facteurs du milieu naturel qui influencent la morphologie des baiboho de Maevatanana. Il s'agit des conditions climatiques et hydrologiques. Pour bien connaître les baiboho, il est important d'étudier les conditions climatiques dans la zone de recherche c'est-à-dire les températures et les précipitations, car elles sont liées étroitement aux mécanismes des baiboho. À part les conditions climatiques, il y a aussi la part de l'hydrologie sur le façonnement de la morphologie des baiboho parce que les cours d'eau qui alimentent les plaines alluviales conditionnent leur évolution dans le temps et dans l'espace, expliquée par les crues et les décrues.

## CHAPITRE IV. QUANTITE ET QUALITE DES CRUES LIEES ETROITEMENT AUX CONDITIONS CLIMATIQUES

Le climat joue un rôle important sur le régime hydrique de l'Ikopa qui est le principal système hydrographique assurant l'alimentation en alluvions des baiboho de Maevatanana (arrachement des matériaux, transports puis dépôts). C'est l'intensité des pluies qui tombent sur les Hautes terres qui vont déterminer la quantité et la qualité des crues sur les baiboho de Maevatanana.

La zone de Maevatanana a un climat chaud et sec en général : elle a deux saisons bien distinctes caractérisées par des précipitations très abondantes pendant les saisons pluvieuses (du mois de novembre jusqu'au mois de mars) et par des pluies quasiment nulles pendant les saisons sèches (mai jusqu'à octobre).

### IV.1. TEMPERATURES LES PLUS ELEVEES DE MADAGASCAR

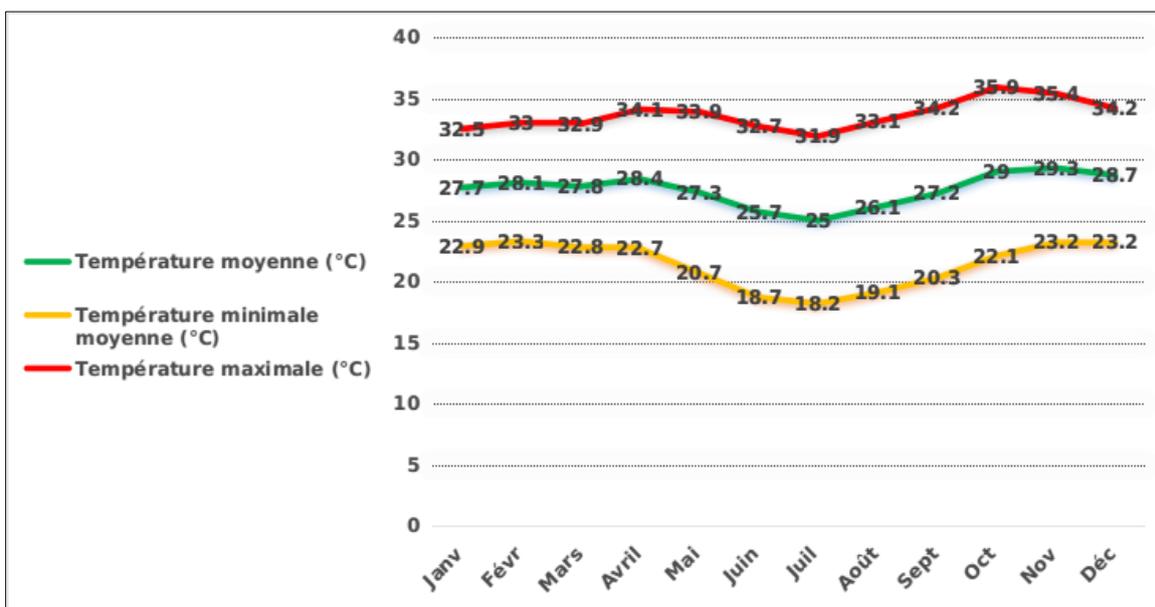
La zone de Maevatanana se trouve dans la dépression périphérique occidentale de Madagascar. Sa situation topographique a une influence sur les températures.

**Tableau 3. Moyennes des températures et des précipitations de la ville de Maevatanana entre 1982 et 2012**

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Température moyenne (°C)	27.7	28.1	27.8	28.4	27.3	25.7	25	26.1	27.2	29	29.3	28.7
Température minimale moyenne (°C)	22.9	23.3	22.8	22.7	20.7	18.7	18.2	19.1	20.3	22.1	23.2	23.2
Température maximale (°C)	32.5	33	32.9	34.1	33.9	32.7	31.9	33.1	34.2	35.9	35.4	34.2
Précipitations (mm)	443	403	290	59	5	0	3	3	2	39	117	274

Source : climat-data.org avec arrangement de l'auteur, août 2017

Selon le tableau 3, Maevatanana a une température moyenne annuelle de 27,5 °C. La hausse de température durant le mois de novembre est expliquée par le passage du soleil au zénith sur les zones situées au Nord du tropique du capricorne y compris Maevatanana (MASSAT, 2000). La température la plus chaude se trouve donc au mois de novembre avec une moyenne de 29,3 °C ; elle peut atteindre 42 °C dans les basses altitudes et de 38 °C en altitude. 25 °C fait du mois de juillet le mois le plus froid.



**Figure 9. Courbes des moyennes mensuelles des températures de Maevatanana (1982-2012)**

Source : climat-data.org avec arrangement de l'auteur, août 2017

La figure 9 montre qu'il n'y a pas de grandes variations annuelles de température à Maevatanana parce que les trois courbes restent presque constantes. La température moyenne au cours de l'année varie seulement de 3,8 °C.

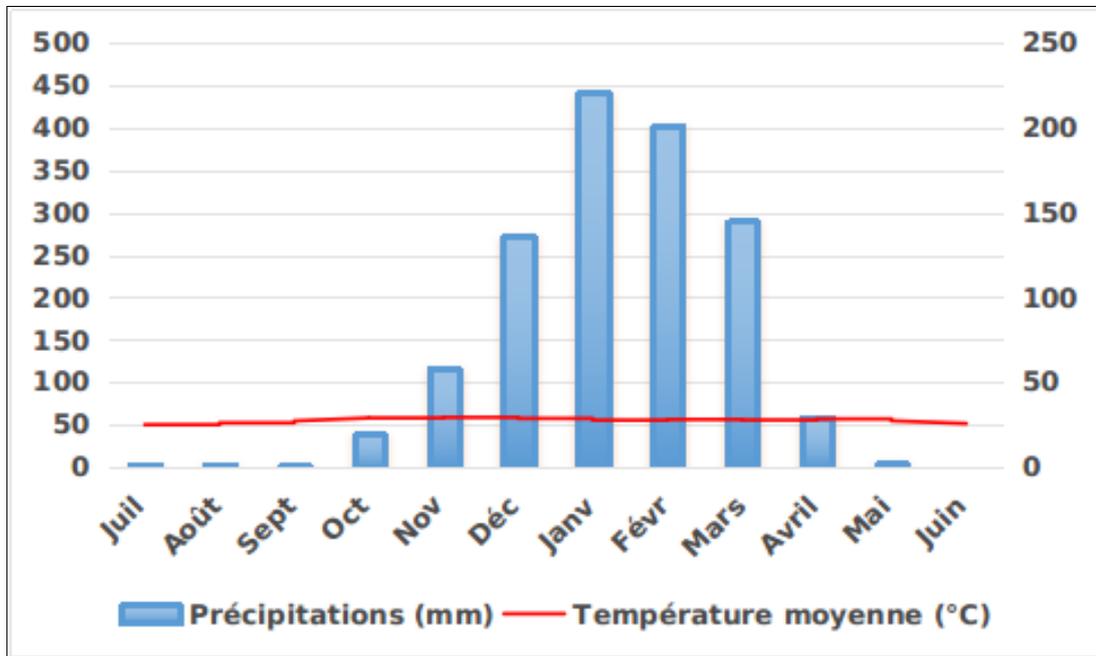
#### IV.2. DES PRECIPITATIONS TRES CONTRASTEES

La quantité et la qualité des alluvions dépendent de la quantité des crues, car plus une crue est importante plus les alluvions qui se déposent dans la plaine alluviale sont abondantes et très fertiles ; par contre une crue trop violente entraîne les dépôts des matériaux grossiers qui ne sont pas bénéfiques pour les cultures.

Les précipitations de Maevatanana sont très mal réparties : elles sont très abondantes pendant la saison humide et presque nulles pendant la saison sèche. Les moyennes de précipitations annuelles sont de 136,5 mm. La saison de pluie dure du mois de novembre jusqu'au mois de mars (Cf. figure 10). Le maximum de précipitations se situe au mois de janvier avec une moyenne de 443 mm. C'est pendant ces cinq mois que les baibocho de Maevatanana sont en pleine crue et reçoivent les nouvelles alluvions arrachées et transportées par l'Ikopa en provenance des Hautes Terres.

La zone de convergence intertropicale est en activité intense entre le mois de février et mars, car il y a contact entre les alizés du Nord et du Sud qui apporte des fortes pluies pendant au moins une semaine, mais peut se prolonger jusqu'à 15 jours quelquefois, ce phénomène indique la fin de la période de pluies. (MASSAT, 2000)

La saison sèche commence vers le mois d'Avril et se termine en octobre. On constate une baisse rapide des précipitations, la valeur est comprise entre 0 à 5 mm sauf pour le mois d'avril qui est encore plus au moins humide avec une précipitation moyenne de 58 mm. La rivière est donc en étiage pendant ce temps-là, il n'y a pas d'alluvionnement, la plaine reste plus ou moins sèche.



**Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Maevatanana (1982-2012)**

Source : climat-data.org avec arrangement de l'auteur, août 2017

Dans le cadre de cette étude descriptive, le diagramme ombrothermique a été retenu en raison de sa simplicité et son tracé selon les principes définis par GAUSSEN.H :  $P = 2T$ . Si les courbes des températures se situent au-dessus des courbes des précipitations il y a donc un déficit hydrique.

#### **IV.2.1. Précipitations normales : qualité et quantité de crue normale**

La quantité des crues dépend de la vitesse et de la hauteur d'eau. Une crue est dite normale si elle n'est pas accompagnée par de très forts courants. L'accumulation des sédiments est donc normale : il n'y a pas d'alluvions grossières sur le lit majeur. Les alluvions qui se déposent sur les baiboho sont dans ce cas des alluvions fines qui sont bénéfiques pour les cultures. La photo 11 montre une épaisse couche d'alluvions qui a été déposée par la rivière Ikopa pendant la dernière crue (2016). Elle a une épaisseur de 11 cm et est composée surtout par des limons fins qui sont très friables.



**Photo 11 : Dépôt de sédiments pendant une crue normale**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées: 16°56'47.97"S et 46°48'54.61"E

#### **IV.2.2.Période cyclonique : crue de mauvaise quantité et qualité**

Concernant les passages cycloniques, Maevatanana n'est pas une zone cyclonique. En effet, la plupart des cyclones qui touchent Madagascar viennent de l'Océan Indien. Ils arrivent sur la côte occidentale déjà affaiblie par la traversée d'une partie de l'île, apportant de fortes précipitations, mais ne sont plus accompagnés de vents violents dévastateurs. Mais des destructions considérables peuvent être occasionnées par les cyclones qui se forment dans le canal de Mozambique (cas du cyclone Cynthia en 1991 et Kamisy en 1984).

Toutefois, les cyclones arrivant sur les Hautes Terres Centrales ont des impacts sur les baiboho de Maevatanana, parce que la rivière Ikopa prend sa source sur les Hautes Terres Centrales et va inonder les baiboho et aussi la ville de Maevatanana même. Comme le cas du cyclone de Chedza en 2015 avec une forte intensité. Les dégâts enregistrés dans le secteur agricole dépassaient les 8 000 Ha de champs de culture endommagés à Madagascar (source: Lakroan'i Madagasikara en ligne, 27 janvier 2015).

Les impacts de ce cyclone ont été bien visibles à Maevatanana, car tous les baiboho ont été inondés avec une hauteur d'eau d'environ 6 m, l'inondation a même touché la ville (Cf. photo 12). Plusieurs personnes se sont réfugiées dans les écoles et dans les églises, car leurs maisons ont été complètement inondées et la majorité des parcelles de cultures ont été ensablées. Les alluvions qui se sont déposées dans les baiboho ont été de très mauvaise qualité. À cause de la force et la vitesse des courants, ils ont pu transporter des alluvions de grande taille composées surtout de galets et de

sables grossiers qui ont recouvert tout l'ensemble de la plaine y compris le lit majeur qui est d'habitude une zone d'accumulation des particules fines comme les argiles et les sables fins.(source: enquêtes sur terrain, septembre 2017).



**Photo 12 : Inondation causée par le cyclone Chedza dans le fokontany Ambatofotsy, commune urbaine de Maevatanana**

Source: Felana T, 2015

La photo 13 montre l'accumulation des galets dans le lit majeur lors d'une très forte crue, il y a très longtemps. Ces galets sont la preuve de la dynamique ancienne de la rivière Ikopa marquée par un régime hydrique très puissant par rapport à l'actuel parce que topographiquement Maevatanana est une zone plane donc seule une très violente crue est capable de déposer des galets sur de longues distances (à 1,2 km de la rivière Ikopa) et seule une très forte crue est capable de les retransporter à nouveau.



**Photo 13 : Dépôt de galets observé sur le lit majeur de l'Ikopa**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'52,8" E et 46°49'19,9" S

Selon les paysans enquêtés, ces galets sont toujours restés en place malgré toutes les périodes de crue qui se sont succédées, leur taille varie de 5 à 8 cm de diamètre.

### **IV.3. LE REGIME HYDRIQUE DE L'IKOPA ET SON INFLUENCE SUR LA MORPHOLOGIE DES BAIBOHO DE MAEVATANANA**

Les plaines alluviales sont caractérisées par des variations saisonnières du régime: une crue qui dure 4 mois et un étiage pendant 8 mois. Ces derniers influencent la morphologie des baiboho : dynamique de sédimentation.

#### **IV.3.1. Les variations saisonnières du régime**

Les cours d'eau sont marqués par des alternances entre les périodes de crue et d'étiage. Une alternance permettant l'auto-curage des lits, la régénération des espèces végétales et animales et joue un rôle d'enrichissement de la plaine en matières organiques, grâce au dépôt des matières en suspension charriées par les eaux. La rivière Ikopa est caractérisée par un régime simple avec un seul minima et un seul maxima c'est pour cela que les baiboho de Maevatanana bénéficient d'un temps d'alluvionnement long.

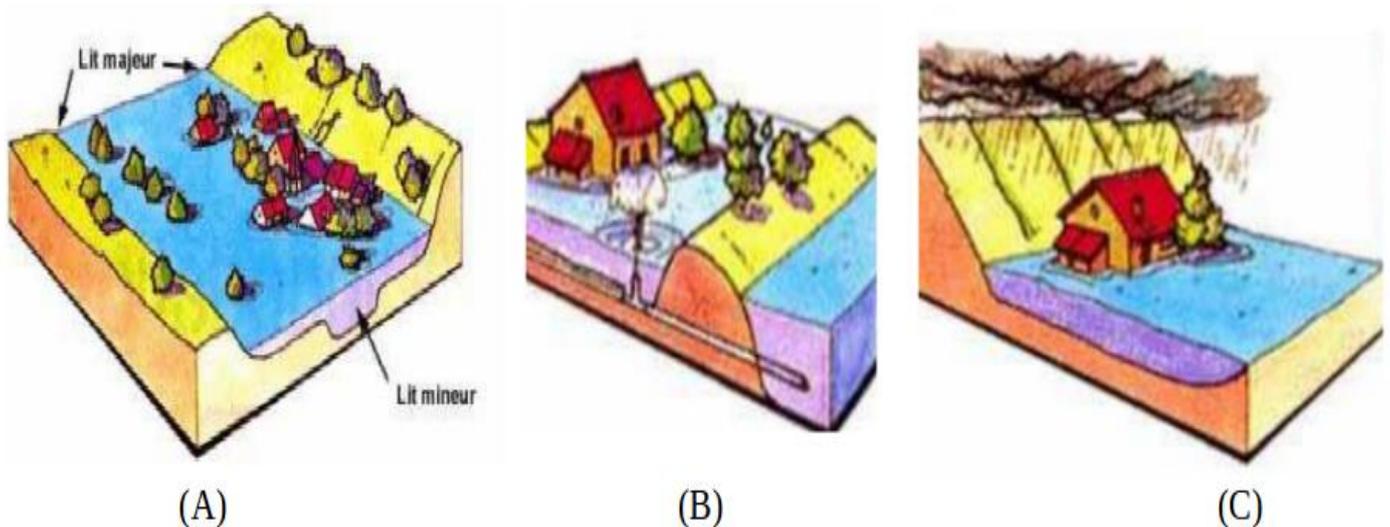
##### ***-les crues***

Une crue se forme lorsqu'une forte quantité de pluies tombe sur le bassin versant : l'eau monte rapidement en fonction de la topographie, de l'intensité des pluies, de sa durée et aussi de la saturation des sols. Les pluies dépassent la berge et arrivent sur le lit majeur. Elles sont dites crues

fréquentes lorsque le temps de retour est compris entre un et deux ans. Elles sont moyennes si la période de retour est comprise entre dix à vingt ans. Crues exceptionnelles ou centennales si la période de retour est de cent ans.

En général, il existe quatre types de crues : crues lentes ou crues de plaine, crues rapides ou torrentielles, crues par remontée de nappe et enfin crues rapides des bassins périurbains (Source: CHALUMEAU, 2005) :

- Les crues lentes ou crues de plaine sont observées sur les fleuves et les grands cours d'eau où il y a apports importants étalés d'eau et remontée de nappe comme le fleuve du Rhône, la Seine et de la Loire.
- Les crues par remontée de la nappe touchent particulièrement les terrains bas et mal drainés, elles arrivent après une ou plusieurs années, la nappe affleure et inonde la plaine pendant plusieurs semaines.
- Les crues rapides ou torrentielles sont marquées par des temps de montée des eaux très rapide de 8 à 10 m en quelques heures (100 à 200 mm en une heure sur 50 à 200 km<sup>2</sup>) à cause des précipitations très intenses apportées par des averses violentes. Le cours d'eau transporte d'énormes quantités de sédiments et de flottants (comme les bois morts) ce qui se traduit par une forte érosion et aussi des dépôts de matériaux grossiers importants comme des sables et des galets. Ces derniers peuvent former des barrages appelés embâcles.
- Les crues rapides des bassins périurbains sont marquées par l'imperméabilité des sols qui provoque la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales lors des épisodes pluvieux intenses.



**Figure 11 : Types de crues : (A) Crues de plaine (B) crue par remontée de nappe (C) crue torrentielle**

Source : consultant météo France, page 4

À Maevatanana, il s'agit soit de crues torrentielles soit de crues de plaine. Pour les crues de plaine, elles durent 4 mois (Mois de décembre jusqu'en mars). L'apport des sédiments arrivant sur les baiboho et aussi de la montée du niveau d'eau dépend des conditions climatiques des Hautes Terres Centrales : plus la pluie est abondante, plus les quantités des alluvions arrivant sur les baiboho sont importantes. Une des plus fortes crues enregistrées a été celle du 10 février 1932 à Bevomanga<sup>7</sup> avec un débit de 600m<sup>3</sup>/s avant la mise en place du réservoir de Mantasoa<sup>8</sup>.

**Photo 14. Baiboho de Maevatanana pendant la période de crue**



Cliché de l'auteur, 2015

***-les étiages***

Les étiages sont marqués par des débits exceptionnellement faibles des cours d'eau, ils sont dus à des sècheresses prolongées qui sont aggravées par des températures élevées. La rivière Ikopa est en étiage entre le mois d'avril jusqu'en octobre/novembre, pendant ce temps-là ce sont les remontées de la nappe phréatique, favorisée par les fortes températures, qui donnent de l'humidité aux baiboho, car la nappe n'est pas très profonde par rapport à la surface de baiboho.

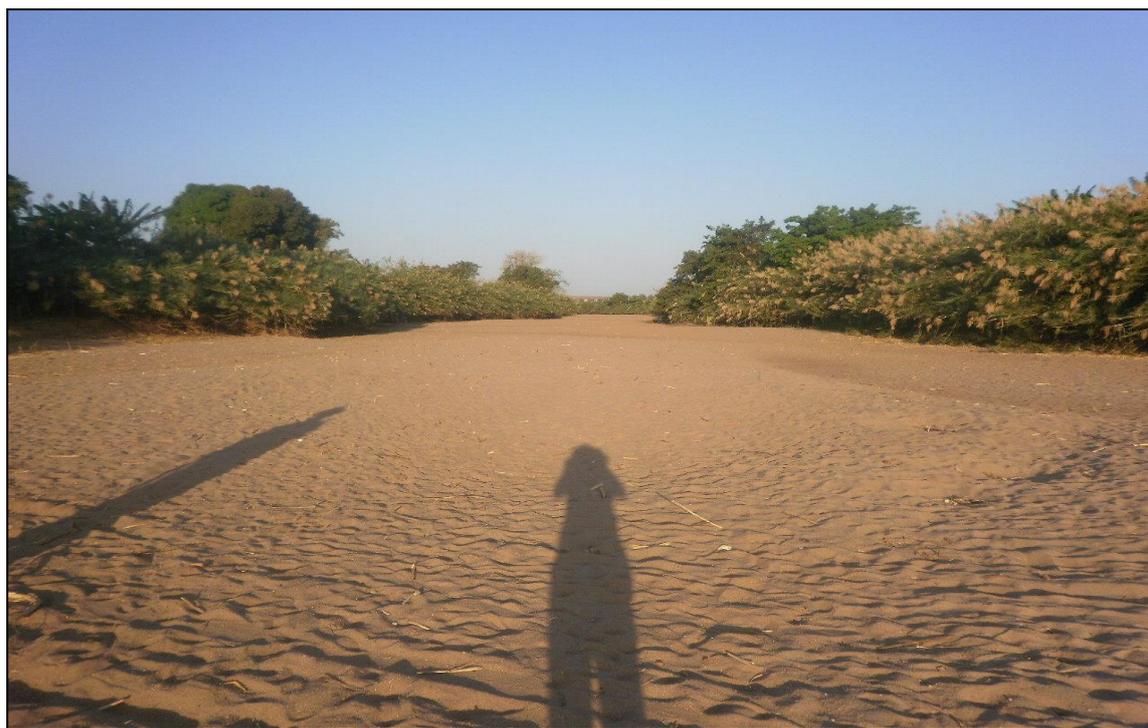
Durant l'année 2017, l'étiage était très sévère: la rivière Ikopa Kely qui est un affluent de la rivière Ikopa a été complètement à sec pendant la période d'étiage (Cf. photo 15), alors que d'habitude cette rivière, même pendant les périodes d'étiage, garde encore un peu d'écoulement. Cet assèchement a un impact négatif non seulement sur l'agriculture, mais aussi sur la vie

---

7 Bevomanga est la limite de l'Ikopa supérieure. Elle est comprise entre 18°48'30" S et 47°19'12"E et se trouve à la sortie de Mahitsy à l'entrée du seuil de Bevomanga-Farahantsana.

8 Mantasoa se trouve à environ 60km d'Antananarivo se trouve sur le rebord Nord-ouest du bassin de l'Ikopa.

quotidienne de la population parce que c'est l'eau de la rivière que la JIRAMA utilise pour approvisionner en eau potable la commune urbaine de Maevatanana. L'eau et l'électricité sont soumises à des coupures fréquentes (parfois pendant 2 jours et le prix d'un bidon d'eau peut aller jusqu'à 500 ar) et à cause de la présence élevée de limons, l'eau est en général impropre à la consommation (couleur rougeâtre) et pour y remédier, la population doit la faire bouillir avant de la boire ou doit utiliser un produit de désinfection comme le « *sur'eau* ».



Par conséquent, beaucoup de parcelles de cultures dans les baiboho ont été abandonnées. Dans le Fokontany de Bemaharivo Andrefana par exemple, le chef fokontany affirme qu'auparavant 100 % des populations cultivaient dans les baiboho, mais à cause de l'absence de pluie, ils ont abandonné leur parcelle de cultures. Un grand nombre de paysans a dû changer de travail pour trouver de l'argent afin de nourrir leur famille. Ils travaillent alors dans le domaine de l'orpaillage à Antanimbary, un grand village qui se situe à 20 km de Maevatanana. (Source : enquêtes octobre 2017).



**Photo 16 : Terrain de culture abandonné dans le fokontany Antaninandro**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°55'54,8" S et 46°49'55,4" E

Après avoir insisté sur les conditions climatiques et son influence sur la morphologie des baihofo de Maevatanana, le chapitre suivant traite l'hydrologie qui joue un rôle important surtout dans la dynamique de sédimentation. Il s'agit de la rivière Ikopa.

## **CHAPITRE V. LA RIVIERE IKOPA : ELEMENT PHYSIQUE PRIMORDIAL ASSURANT LA SEDIMENTATION DANS LES BAIBOHO**

Il est nécessaire de savoir particulièrement la dynamique des fleuves et des rivières qui alimentent les plaines alluviales, car ils conditionnent leur évolution dans le temps et dans l'espace : et donc expliquer par les crues et les décrues. Ici, il s'agit de la rivière Ikopa qui joue trois rôles importants sur la géomorphologie des baibofo : d'abord, il assure l'arrachement des matériaux sur les Hautes Terres. Ensuite, il les transporte et enfin les dépose dans les vastes plaines alluviales.

### **V.1. L'IKOPA: UNE RIVIERE NEE SUR LES HAUTES TERRES CENTRALES MALGACHES**

L'Ikopa fait partie des cinq plus grandes rivières de Madagascar, elle est aussi le plus grand affluent du fleuve Betsiboka ; ils se rejoignent à 179 km en amont de Mahajanga. Elle prend sa source sur les Hautes Terres centrales Malgaches, avec la réunion de la Mamba, de la Sisaony et de l'Andromba.

#### **V.1.1. Origine et dynamique de la rivière Ikopa**

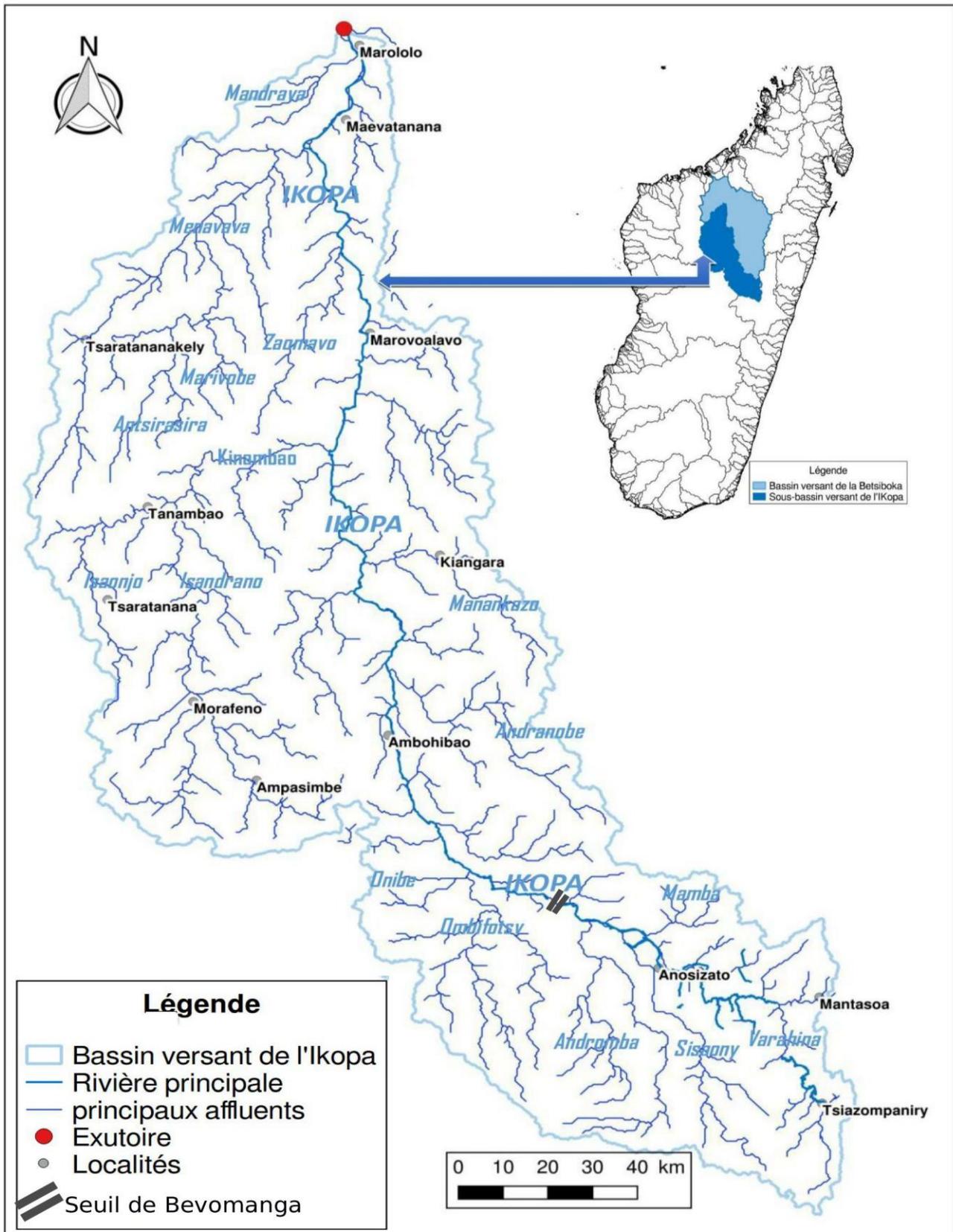
L'Ikopa est formée, sur le rebord de la falaise orientale au Sud-Est d'Antananarivo, par la confluence du Varahina Nord et du Varahina Sud à 6 km en amont de la chute d'Antelomita, elle a une longueur totale de 465 km, avec un bassin versant de 24 000 km<sup>2</sup> jusqu'à ce qu'elle rejoigne le fleuve Betsiboka.

L'affluent Varahina Nord vient de la partie de Manjakandriana et Ambatoloana en passant par le lac Mantasoa. Elle a une longueur d'environ 14 km de direction Est-Ouest avec une pente moyenne de 3,5 m/km. Pour le Varahina Sud, descendant de Fihaonana en passant par le lac de Tsiazompaniry, la rivière mesure 90 km avec une surface de bassin de 791 km<sup>2</sup>, et s'écoule du Sud vers l'Ouest avec une pente de 4,35 m/km.

À partir de là, l'Ikopa prend une direction d'Est en Ouest sur 20 km dans un lit relativement encaissé, avec une pente moyenne de 2 m/km jusqu'à Ambohimambola. Puis l'Ikopa entre dans la plaine d'Antananarivo à la pente très faible de l'ordre de 0,25 à 0,13 m/km et continue pendant 45 km jusqu'à la station de Bevomanga. (ANDRIANANANTANY.N, 2002).

Arrivée dans la plaine d'Antananarivo, elle reçoit la Sisaony et l'Andromba en rive gauche et la Mamba en rive droite, ce sont les trois principaux affluents de l'Ikopa. Mamba s'écoule avec une pente assez faible de 0,13 m/km et un sous-bassin versant de 282 km<sup>2</sup>. La Sisaony a une longueur de 100 km environ avec une pente moyenne de 1,34 m/km. Et son sous-bassin versant mesure 827 km<sup>2</sup> et se trouve à une altitude de 1500 m. Enfin, l'Andromba et la Katsaoka se rejoignent pour donner la rivière Andromba de 102 km de longueur jusqu'à sa confluence avec l'Ikopa, et le sous-bassin versant a une superficie de 1200 km<sup>2</sup> avec une pente de 2,88 m/km.

La rivière Ikopa constitue un grand fournisseur de sédiments non seulement dans la plaine d'Antananarivo, mais également dans les baiboho de Maevatanana. En fait elle transporte en permanence des matières solides qui se déposent pendant la traversée de la plaine d'Antananarivo : le 12 Mars 1949, une mesure de matières en suspension a été faite au pont de Mahitsy ; un litre d'eau est composé de 80 milligrammes avec un débit de 128 m<sup>3</sup>/s. Elle offre aussi d'immenses sédiments de différentes tailles et natures dans les baiboho de Maevatanana étant donné qu'elle est non seulement vaste, mais aussi traverse un long parcours avant d'arriver sur les baiboho. L'Ikopa, à part son rôle de fournisseur et de transporteur de sédiment, est aussi une de plus grandes ressources hydroélectriques de Madagascar (environ 15milliards de KWH /an).



**Figure 12. Bassin versant de l'Ikopa**

Source: BD 100 FTM, ASTER GDM 30 m, BNGRC avec arrangement de l'auteur, septembre 2017

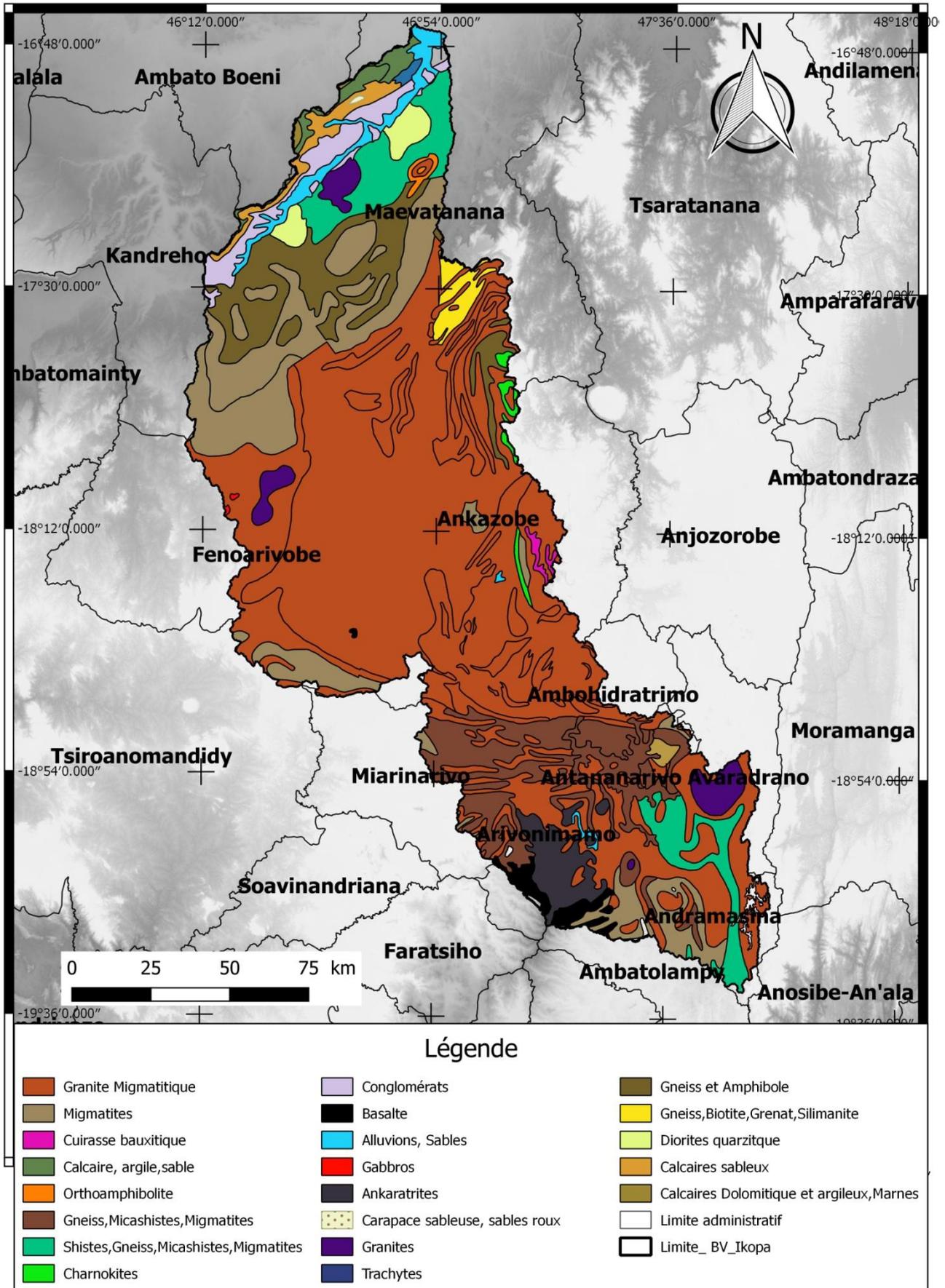
Après avoir vu l'origine et la dynamique de la rivière Ikopa. Il serait intéressant de continuer par le substratum géologique de son bassin versant (Cf. figure 13).

### **V.1.2. Le substratum géologique de la rivière Ikopa**

L'Ikopa prend sa source sur les Hautes Terres qui sont dominées par des reliefs résiduels composés de roches dures du socle cristallin<sup>9</sup>. Elles sont constituées par des roches ferrallitiques à plusieurs variantes fonction de la roche mère (ROEDERER, 1971). Une couche latéritique à épaisseur variable recouvre la majorité de la surface (NOIZET.G, 1970). Ce sont surtout des migmatites (orthogneiss), des granites migmatitiques, des gneiss et granites d'anatexie rose, des faciès amphiboliques supérieurs aux faciès granulitiques.

---

<sup>9</sup> Date du Précambrien et constitue le substratum. Il est formé par des roches métamorphiques et éruptives. Ayant subi successivement des métamorphismes accompagnés d'orogènes différentes, il est très plissé et très complexe. Ce vieux socle couvre toute la partie centrale et presque toute la partie orientale et affleure sur une surface de 400 000 km<sup>2</sup> (environ 2/3 de l'île). Ces formations cristallines ne renferment pas de fossiles à part les stromatolites (formes minérales créées par l'activité biologique des algues) que l'on rencontre dans les cipolins de la région d'Ambatofinandrahana



**Figure 13. Carte géologique du bassin versant de l'Ikopa**

Source: MNT 90m, BD 500, FTM avec arrangement de l'auteur novembre 2017

## V.2. LA RIVIERE IKOPA : PRINCIPAL MOTEUR DE LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE DANS LES BAIBOHO DE MAEVATANANA

La rivière est le principal moteur de fonctionnement de la sédimentation dans les baiboho de Maevatanana. Elle est le fournisseur de matériaux, elle assure le transport des matières solides arrachées sur les Hautes Terres et les déposent ensuite dans les baiboho.

### V.2.1. L'Ikopa, fournisseur de matériaux

Les pluies qui tombent sur les HTC accompagnées par des courants forts favorisent le détachement des particules : les matériaux les plus sensibles à l'arrachement ont une texture proche des sables fins de 100 $\mu$ . Les matières plus lourdes ne se détachent que si la vitesse d'écoulement est supérieure à celle du ruissèlement.

L'arrachement de matériaux est néfaste pour les régions hautes, mais peut être bénéfique pour les régions basses (baiboho) à cause des inondations fertilisantes. En général tous ces matériaux arrachés arrivent à rejoindre le réseau hydrographique sauf dans le cas d'un relief particulièrement dégradé où l'exoréisme sévit à l'échelle microgéographique, sur de petites surfaces : les matériaux restent alors sur place, ou, s'ils sont suffisamment légers, sont emportés par le vent.

La dimension des matériaux est définie par son diamètre apparent qui est mesuré au tamis pour les particules de diamètre supérieur à 0,1 mm jusqu'à 4 $\mu$  environ, le diamètre est mesuré au microscope ou évalué par la formule de Stokes au moyen de la vitesse de sédimentation (diamètre de sédimentation). Le classement le plus connu est celui de l'American Geophysical Union (Sous-Comité de Sediment Terminology du Comité de dynamique des cours d'eau).

**Tableau 4. Classement des matériaux en fonction de leur diamètre :**

<b>Galets</b>	64 à 4000 mm
<b>Graviers</b>	2 à 64 mm
<b>Sables</b>	62 à 2000 $\mu$
<b>Limons</b>	4 à 62 $\mu$
<b>Argiles</b>	0,24 à 4 $\mu$

Source : ROCHE.M, 1963

## V.2.2. La rivière Ikopa assure le transport des sédiments

Transport veut dire mobilisation des produits de l'altération. Le transport commence dès que la vitesse de l'infiltration du sol est inférieure à celle du ruissèlement. Les sédiments sont amenés par les eaux de ruissèlement dans les fleuves ou les rivières et sont transportés ensuite sur de longues distances avant de se déposer.

Pour la rivière Ikopa, l'arrachement se fait sur les HTC et les dépôts se passent dans des surfaces plus ou moins planes (plaines alluviales). Ce ne sont pas tous les matériaux arrachés qui arrivent en aval, car pour un grand bassin versant comme celui de l'Ikopa, les pertes de terres arrivant en aval n'est que de 10 % pas comme ceux des petits bassins versants où les pertes en terre en amont arrivent à 100 % en aval (Source : RAKOTOARISON.H, 2002).

Le transport des sédiments par les cours d'eau qui est communément appelé transport solide ou transit sédimentaire est fait par suspension dans l'eau pour les alluvions fines, elles ne « font que passer », elles se déposent éventuellement dans les zones les plus calmes (débordements, végétation, retenues). Par déplacement sur le fond du lit, pour les alluvions grossières, elles sont dépendantes des conditions hydrodynamiques, directement liées à la qualité des matériaux du fond. Concernant le transport des sables qui sont des matériaux de granulométrie intermédiaire, il varie en fonction de la pente, il est fait soit en suspension soit par charriage.

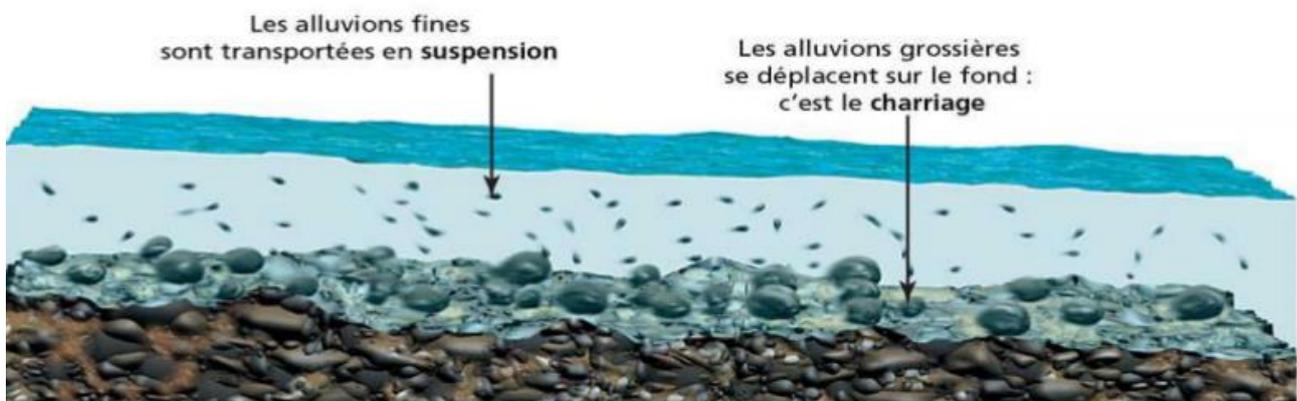


Figure 14 .Transport en suspension et par charriage de fond dans une rivière

Source :www.prim.net

Le transport prolongé conduit généralement à une réduction de la taille des grains et à une augmentation de l'arrondi des particules. Les galets par exemple, sont rapidement arrondis lors d'un transport fluvial : 10 km pour un galet calcaire, 300 km pour un galet siliceux.

## V.2.3. Sédimentations remarquables expliquées par une hydrologie très dense

Les matières transportées par l'eau, parfois sur de grandes distances, finissent par se déposer et s'accumuler. L'épaisseur des sédiments dépend de la vitesse du courant : l'eau commence à

déposer dès que le courant commence à s'affaiblir : plus le courant est faible, plus les sédiments sont épais. Par contre, un courant fort avec une vitesse  $> 0,5$  m/s, amène des sédiments de grande taille comme le sable, le gravier et le galet.

Les particules solides se déposent dans l'ordre suivant : les éléments grossiers se déposent en premier lieu, les argiles sont généralement transportées jusqu'à l'embouchure du cours d'eau où ils se déposent soit après évaporation de l'eau, soit après floculation.



**Figure 15. Ordre de dépôt des sédiments**

Source : auteur, novembre 2017

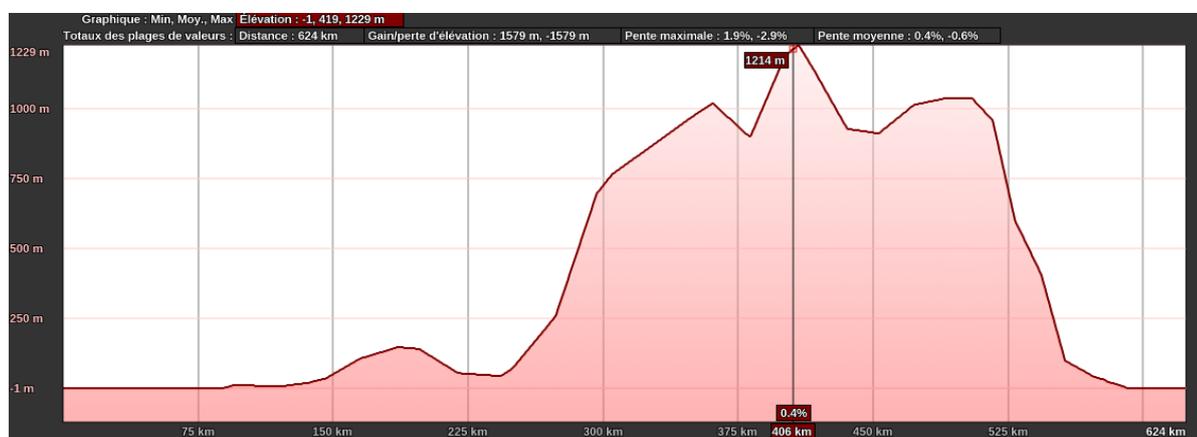
*L'influence de la dissymétrie du versant occidental et oriental sur le réseau hydrographique et les dépôts alluviaux:*

La géomorphologie de Madagascar présente une dissymétrie entre l'Est et l'Ouest, par conséquent elle conditionne les régimes hydriques de Madagascar : « *Le versant occidental s'étale doucement vers le canal de Mozambique, tandis que la pente du versant oriental est toujours très forte, la ligne de partage des eaux étant toujours à moins de 100 km en moyenne de l'Océan Indien. Ce caractère du relief aura donc une conséquence directe sur le tracé du réseau hydrographique : les fleuves les plus longs seront ceux du versant occidental, tandis que sur le versant oriental, les fleuves plus courts auront un profil très accentué avec de nombreuses chutes parfois très importantes* » (CHAPERON.P et Al, 1995).

Ainsi, les fleuves et les cours d'eau de la partie occidentale Malgache ont tendance à remblayer et à divaguer latéralement à cause de leur altitude relativement faible. D'Ouest en Est, on rencontre une plaine sédimentaire, un plateau montagneux et une pente abrupte (Cf. figure 16 et 17).



**Figure 16. Profil topographique de Madagascar d'Ouest en Est**



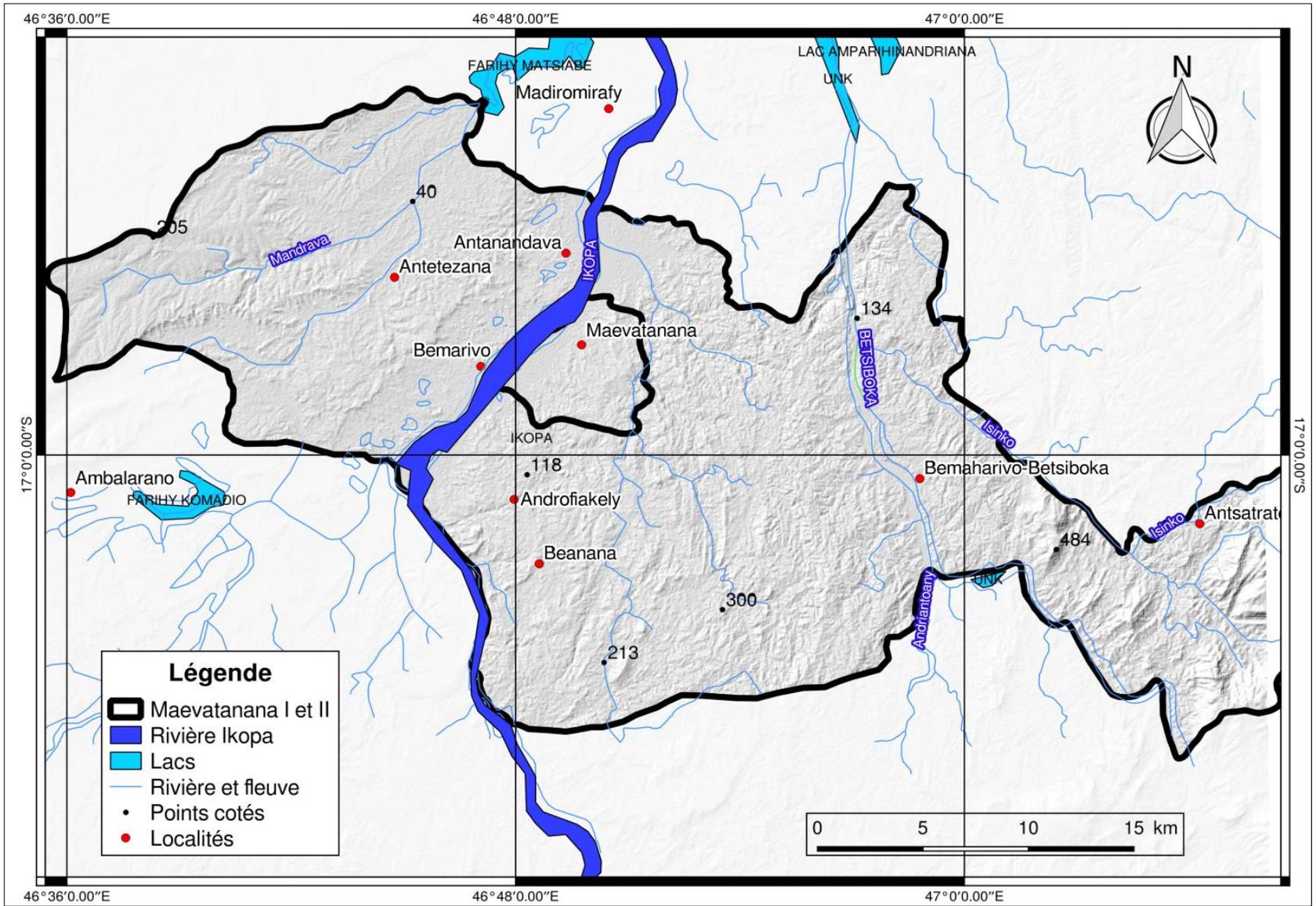
**Figure 17. Profil topographique de Madagascar Du Nord-ouest au Sud-est**

Source : Google earth, avec arrangement de l'auteur, novembre 2017

À part la dissymétrie Est-Ouest, l'agressivité morphoclimatique est aussi l'un des facteurs du milieu qui fait de la partie occidentale malgache, une zone à dépôts alluviaux très intenses. En fait, le phénomène d'érosion y est très actif à cause du climat à saison sèche et aussi des végétations dégradées. (HERVIEU.J, 1966)

Par ailleurs, la zone de Maevatanana étant située dans la partie occidentale de Madagascar dispose, donc de réseaux hydrographiques très importants (Cf. figure 18). Elle est drainée en général par le fleuve Betsiboka à l'Ouest et son affluent Ikopa à l'Est. Mais il y a d'autres cours d'eau comme Isinko, Mandrava ; Andriantoany et quelques lacs comme Kapingo, Mangabe, Kamotro, Anjahabe et Ambondro.

À part son hydrologie dense, la rupture de pente des fleuves en descendant des HTC vers la dépression de Maevatanana est aussi l'un des facteurs qui font de Maevatanana une zone avec des vastes superficies de baiboho. En fait, la rupture brusque oblige les cours d'eau à déposer une grande partie des sédiments dans les dépressions, car la compétence de la rivière diminue.



**Figure 18. Carte hydrologique de Maevatanana**

Source : BD 500 FTM, BD BNGRC, avec arrangement de l'auteur, septembre 2017

Cette hydrologie engendre plusieurs phénomènes observables dans les baiboho. Des phénomènes qui peuvent être des atouts ou des contraintes pour l'agriculture. Après avoir étudié la part des conditions climatiques et hydrologiques qui influencent la morphologie des baiboho, la dernière partie du travail se focalisera sur les conditions topographiques de sédimentations et leurs conséquences.

## **TROISIÈME PARTIE**

# **CONDITIONS TOPOGRAPHIQUES DE LA SÉDIMENTATION ET LEURS CONSÉQUENCES**

Cette dernière partie traite en premier lieu des caractéristiques topographiques de la zone de Maevatanana qui est l'une des conditions du milieu naturel faisant d'elle une zone à vaste superficie de baiboho. En effet, cette zone constitue une dépression périphérique avec des altitudes relativement faibles. À part la topographie c'est aussi dans ce chapitre que les conséquences de la dynamique alluvionnaire seront évoquées : tout d'abord à cause des alluvions qui se renouvèlent annuellement, les baiboho sont des sols à vocation agricoles, ensuite les crues qui sont des phénomènes naturels ne sont pas forcements bénéfiques, elles sont l'une des causes des conflits fonciers à chaque fin de période de crue.

En second lieu, le travail va s'orienter sur le phénomène d'ensablement qui est devenu très fréquent ces derniers temps, à cause de deux facteurs : d'une part, le facteur du milieu et d'autre part le facteur des actions anthropiques.

## CHAPITRES VI. DEPRESSION PERIPHERIQUE FAVORABLE A L'ACCUMULATION DES SEDIMENTS

La zone de Maevatanana se localise dans le bassin de Majunga sur la zone de contact entre socle et sédimentaire, mais la majorité de sa superficie appartient à la zone sédimentaire<sup>10</sup>. Le fait qu'elle soit une dépression périphérique fait de Maevatanana une zone dominée par des vastes plaines alluviales. La principale explication est que le socle ne descend pas en pente douce régulière sous la couverture sédimentaire, mais est affecté par une série de fractures NNE-SSW ou NNW-SSE délimitant horsts, grabens, fossés de subsidence et môles. À certains endroits on trouve jusqu'à 10 000 mètres de sédiments. (RAUNET.M, 1997)

À cause de cette rupture brutale de pente, les rivières et les fleuves sont obligés à déposer et à divaguer avec beaucoup de méandres parce que leur compétence diminue fortement en traversant une zone à surface plane. Par ailleurs, à part cette rupture de pente, il y a l'existence des cuetas vers l'Ouest, des calcaires durs difficiles à creuser. Ainsi, l'érosion a pu en venir à bout facilement et développer une véritable plaine de déplacement récent : la dépression périphérique (DERRUAU M, 2008). Son altitude est inférieure à celle des régions voisines et les pentes se convergent entre elles.

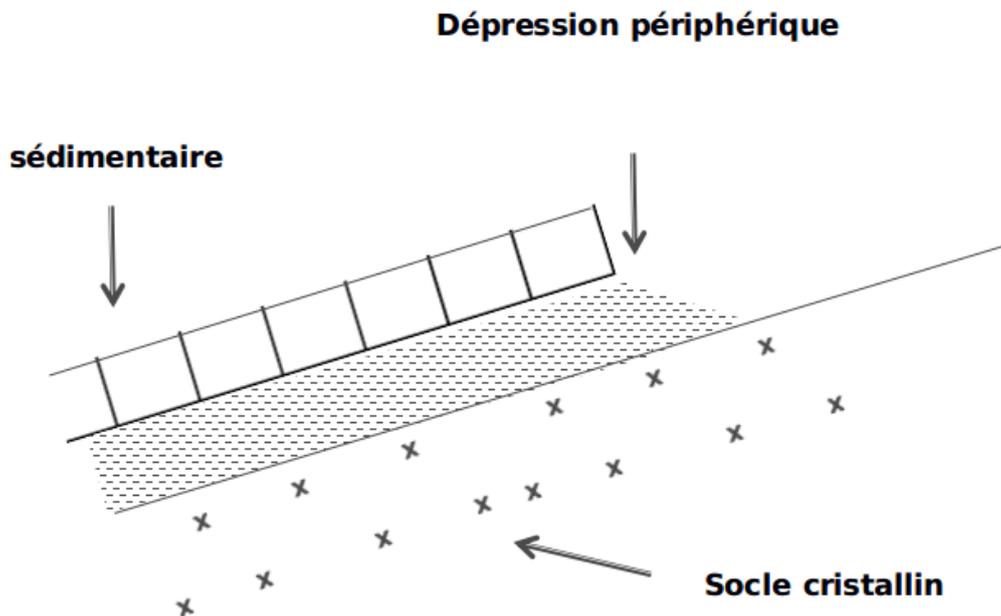


Figure 19 : Dépression périphérique

Source: DERRUAU, avec arrangement de l'auteur décembre 2017

<sup>10</sup> Les fossiles qu'elle renferme indiquent son âge, allant du Carbonifère au Quaternaire. Ces formations sédimentaires longent la côte Ouest sur une bande large de 250km, soit 1/3 de l'île. Elle est formée de couches non plissées plongeant doucement avec une pente d'environ 10° vers le canal de Mozambique. Cette couverture sédimentaire se rencontre aussi, sous forme d'une petite frange très étroite, le long de la côte Est.

## **VI.1. ZONE A PENTES TRES FAIBLES FAVORISANT L'ACCUMULATION DES SEDIMENTS ET LES CRUES**

Les baibofo comme la plupart des plaines à la surface du globe se trouvent toujours sur des superficies avec une topographie plus ou moins plane. Mais à la différence des autres plaines, les baibofo sont toujours à des altitudes <100 m (RAUNET, M 1997).

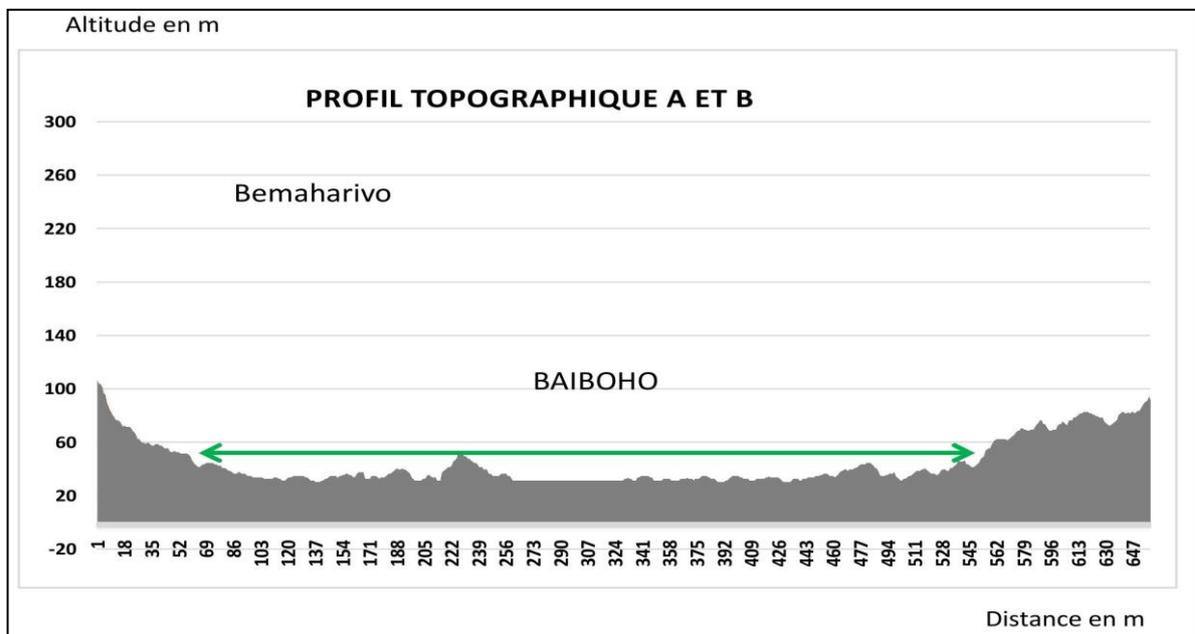
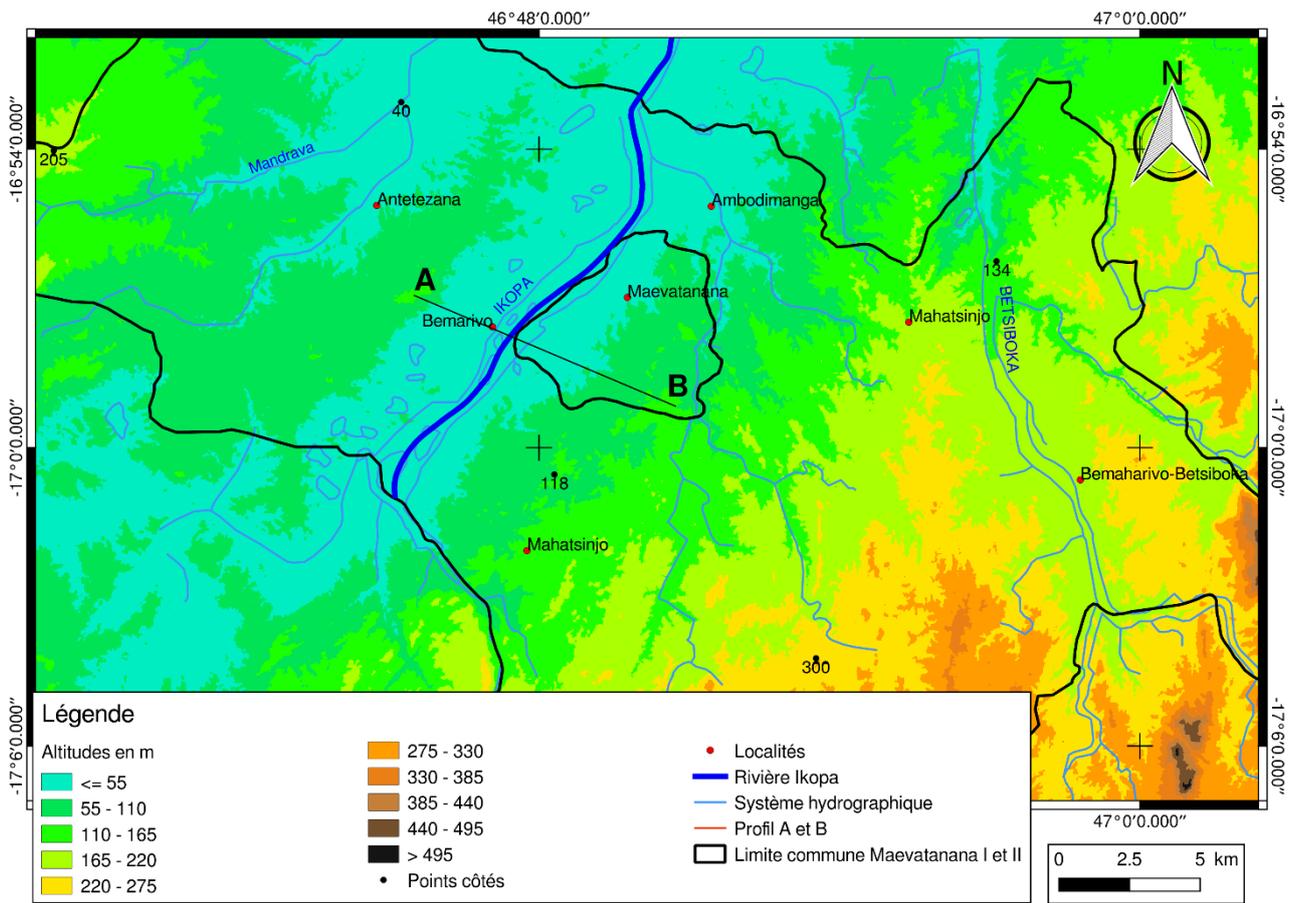
### **VI.1.1. Platitude généralisée avec des altitudes relativement faibles**

La carte topographique (Cf. figure 20) montre que l'altitude de la zone de Maevatanana diminue de l'Est vers l'Ouest. On remarque que l'altitude des baibofo ne dépasse pas 50m et elle est inférieure à celle des zones voisines comme Bemarivo. A l'Est, l'altitude est beaucoup plus élevée par rapport à celle de l'Ouest. Ceci est expliqué par le fait qu'une partie de Maevatanana repose sur le socle cristallin (zone à altitude élevée à l'Est) et une autre sur le sédimentaire<sup>11</sup> (zone à faible altitude à l'Ouest).

Les matériaux qui sont arrachés par la rivière Ikopa sur les HTC forment une sorte de couloir tout au long de la dépression périphérique parce que l'Ikopa, en traversant une surface relativement plane avec une pente faible, connaît une diminution de sa compétence et est obligée de commencer à déposer.

---

11 La zone de Maevatanana occupe la partie Nord-Ouest du socle précambrien malgache, elle est limitée à l'Ouest par les formations sédimentaires du Phanérozoïque du bassin de Mahajanga et repose sur socle granito-gneissique du domaine d'Antananarivo qui la borde à l'Est et vers le Sud. (RAJAABELISON.M)



## 20. Profil Topographique de la zone de recherche

Source: MNT 90 m, BD 500, FTM avec arrangement de l'auteur octobre 2017

### **VI.1.2. Pédologie riche et variée**

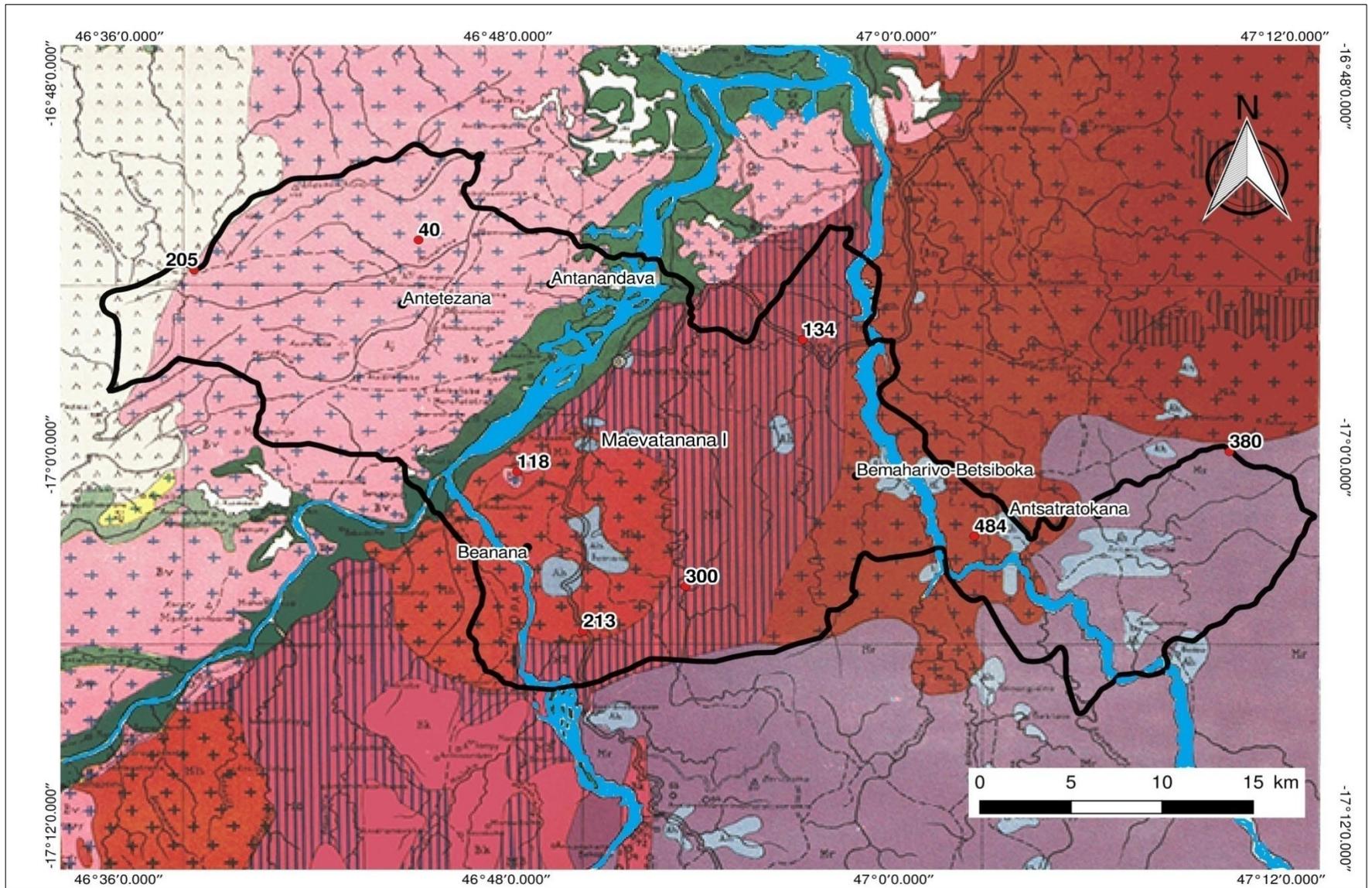
La couverture pédologique assume trois groupes de fonctions essentielles :

- des fonctions biologiques ;
- des fonctions d'échanges et de filtres ;
- des fonctions de matériaux et de supports.

La zone de Maevatanana possède une pédologie très variée expliquée surtout par sa situation géologique et hydrologique (Cf. figure 21):

D'abord sur le contexte géologique, elle est caractérisée par la présence de deux formations : c'est une zone de rencontre entre le socle cristallin et le bassin sédimentaire. La partie Est du fleuve Menavava est formée par le socle cristallin tandis que le reste est constitué par le bassin sédimentaire qui forme un relief de cuestas et des plaines alluviales. Les deux tiers de sa superficie reposent sur le sédimentaire et le tiers restant appartient au socle.

Par ailleurs, l'existence de l'Ikopa qui fait partie des plus grandes rivières de Madagascar est aussi témoin de sa pédologie riche et variée à l'aide du renouvellement des alluvions qui proviennent des Hautes Terres Centrales à chaque arrivée de la période de crue. Le long de la rivière, l'Ikopa (sédimentaire) est bordée par des alluvions modernes qui appartiennent également à la catégorie des terrains de recouvrement, se situant dans les fonds de vallées actuelles. De structure lenticulaire ou en poches, leur composition est complexe formée de limons, de sables fins, d'argile, de vases.



**Figure 21. Carte pédologique de Maevatanana**

Source : IRD avec arrangement de l'auteur, septembre 2017

# LEGENDE

## SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

### Sols gris/rouge

Sur grès plus ou moins argileux

 Sols humifères, série Anjianjia

 Sols tronqués, série Beseva

### Sols rouges

-Sur grès

 Sables roux, série Maroaboalo

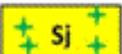
-Sur roche cristallines acides

 Sols de piedmont, série Mahazoma (Très érodés)

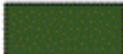
### Sols latéritiques

 Sols faiblement latéritique, série Marotolana

### Sols calcimorphe sur marne

 Série Saonjo (très érodés)

## SOLS D'APPORT

 Alluvions micacées des fleuves ou Baiboho

 Alluvions généralement argilo-sableuses provenant des grès micacées

 Alluvions argilo-calcaire généralement gypseuse

## SOLS L'EROSION

 Sols squelettiques sur calcaires

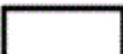
## CHAINES DE SOLS

 Alluvions et colluvions locaux, sols hydromorphes des talwegs et dépressions peu étendues du cristallin au milieu des collines érodés

## COMPLEXES DE SOLS

 Séries Boinakely et Mahazoma non différenciées

## SIGNES CONVENTIONNELS

 Limite communes Maevatanana I et II

 Rivières

 Fleuves et sables fluviaux

 Localités

 Points côtés

 Route Nationale

## **VI.2. ACCUMULATION INTENSE DE SEDIMENTS BENEFIQUES POUR L'AGRICULTURE**

Tout au long de la dépression périphérique, l'accumulation des sédiments est très intense et se dépose sous forme d'un couloir. Il s'agit des sédiments de différentes tailles et de différentes natures favorables à l'agriculture.

### **VI.2.1. Les Baiboho : une zone à vocation agricole**

Les baiboho de Maevatanana situés sur la partie occidentale de Madagascar bénéficient de conditions climatiques et pédologiques propices au développement de nombreuses cultures (SCHUL.T, 1999). Les sols des baiboho sont certainement les sols les plus riches de Madagascar (KILLIAN.J, 1964). Avec des alluvions qui se renouvèlent à chaque période de crues qui offrent une fertilité très élevée, marquées par une bonne capacité d'échange et de complexe absorbant bien saturé.

Du point de vue fertilité chimique, les sols de baiboho sont privilégiés par rapport aux autres sols de Madagascar. Le complexe absorbant est riche en calcium, magnésium et potassium. Il n'y a pas de forte carence en phosphore assimilable. Du fait du régime hydrique particulier de ces sols, le problème essentiel est l'alimentation en azote de la plante. L'engrais azoté ne doit être enfoui ni trop superficiellement, car le sol s'y dessèche assez vite, ni trop profondément, car alors la remontée capillaire ne peut pas l'amener au niveau de la masse racinaire. (RAUNET.M, 1997)

### **VI.2.2. Cycle de culture en fonction de la topographie**

En général il existe trois (3) cycles de cultures de riz qui sont en fonction de la topographie par rapport à la crue : JEBY, ATRIATRY, ASARA.

Le JEBY se fait sur les baiboho bas, il est cultivé dès le retrait d'eau, et se situe au niveau supérieur des crues. L'ATRIATRY correspond au baiboho moyen, il est inondé à cause du débordement des cours d'eau, mais on peut y pratiquer des cultures sans irrigation. L'ASARA se trouve sur les baiboho hauts, sur les zones presque pas inondables et destinées aux cultures pluviales et cultures de contre saison, et ont besoin d'irrigation.

**Tableau 5. Les cycles de cultures de riz en fonction de la topographie**

	JEBY	ATRIATRY	ASARA
Localisation	sur les baiboho bas (plaine alluviale inondée)	sur les baiboho moyens (plaine alluviale inondable)	sur les baiboho hauts (sur les bourrelets de berges)
Topographie	< 30 m	[30-60m]	> 60 m
Eaux	-Inondation temporaire ou permanente -Retrait d'eaux Lent	-Inondation temporaire -Retrait d'eaux plus ou moins rapides	-Zones exondées / inondées partielles – Retrait d'eaux Rapides
Calendrier	de juillet à octobre	de mars à juin	de janvier à mars
Cultures	Riz de repiquage <sup>12</sup>	Riz sans irrigation	Riz pluvial

Source : enquêtes sur terrain, septembre 2017

La majorité des produits sont destinées à la consommation humaine et animale (pour les maniocs et les maïs), 100 % des paysans enquêtés (52/52) ne vendent leurs produits que quand ils sont sûrs que les produits suffiront jusqu'aux périodes de cultures suivantes sauf pour le tabac et les légumes.

12 À l'inverse des riz pluviaux, ils donnent des récoltes tardives, mais à haut rendement



**Photo 17: les différentes cultures pendant la période sèche dans les baiboho de Maevatanana :**  
(a) brèdes<sup>13</sup> (b) maïs (c) piments (d) tabac.

Clichés de l'auteur, septembre 2017

### **VI.3. Relation entre crues et conflits fonciers : parcelles de cultures réduites ou augmentées à chaque arrivée de crues**

Il a été déjà mentionné que les baiboho sont caractérisés par des dynamiques alluvionnaires changeantes : les alluvions déposées par la rivière Ikopa ne restent pas longtemps sur place, mais elles se renouvèlent à chaque arrivée de crue. L'épaisseur ainsi que la superficie des parcelles de cultures recouvertes d'alluvions varient aussi d'une année à l'autre (en général de 8 à 10 cm d'épaisseur). Ce phénomène naturel est à la fois bénéfique et néfaste. Bénéfique pour l'agriculture si la crue n'est pas trop violente, néfaste, car elle engendre des conflits fonciers à cause de la réduction ou de l'augmentation de la superficie des parcelles de cultures à chaque fin de crue.

---

13 Elles sont cultivées seulement proches d'une cuvette de décantation, car c'est cette dernière qui les alimente en eaux.

*Accentuation des conflits à cause de l'inexistence des cadastres :*

À Maevatanana, la majorité des paysans n'ont pas de cadastres, mais ils possèdent un cahier de registre de tous les biens (bétails et parcelles de cultures) qui sert de preuve, déposé chez les chefs fokontany et ils payent les impôts à la commune à travers ces cahiers de registre. Selon les paysans enquêtés, ils préfèrent enregistrer leurs biens dans le cahier au lieu d'avoir un titre de cadastre, étant donné que l'inscription légale des terres est selon eux très couteuse, et il y a trop d'étapes à suivre.

Pourtant, c'est l'inexistence des cadastres même qui est à l'origine de nombreux litiges fonciers dans la zone. En effet pendant la période de crues les anciennes alluvions sont reprises par l'eau, et elles font place aux nouvelles. Les dimensions et les tailles des parcelles de cultures ne sont donc pas les mêmes tous les ans surtout celles qui se trouvent proches de la rivière Ikopa là où l'échange alluvionnaire est très actif :

- Quand de nouvelles terres cultivables apparaissent, les propriétaires au voisinage de ces parcelles se disputent et veulent tous s'approprier ces nouvelles parcelles.
- Quand des terres cultivables disparaissent c'est-à-dire emportées par l'Ikopa, la situation amène également des conflits, car étant donné que leurs parcelles de cultures ne sont pas enregistrées légalement, il est très difficile de connaître le vrai propriétaire.

La plupart des cas arrivent jusqu'au tribunal parce qu'ils ne trouvent pas de terrain d'entente.

Après avoir parlé de l'influence de la topographie sur la morphologie des baiboho, le dernier chapitre sera destiné au phénomène d'ensablement : son origine, ses conséquences et aussi la stratégie paysanne face à cette situation.

## CHAPITRE VI. ENSABLEMENTS DES BAIBOHO DEVENUS DE PLUS EN PLUS FREQUENTS

Le sable est naturellement présent dans les cours d'eau que ce soit dans les fleuves, dans les rivières ou dans les ruisseaux, mais son accumulation devrait se limiter en règle générale aux zones de faible courant. La rivière gère elle-même les quantités de sable qu'elle transporte, au gré de ses variations de débit, de la vitesse du courant due à son profil (alternance de zones profondes, de radiers, largeur variable, présence de blocs, etc.). Trop de sable entraîne la perte des capacités auto-épuratives de la rivière, elle devient moins riche biologiquement et devient de plus en plus vulnérable aux pollutions.

### VI.1 . LES PRINCIPAUX FACTEURS DE L'ENSABLEMENT DES BAIBOHO DE MAEVATANANA

Les baiho de Maevatanana sont devenus de plus en plus vulnérables face aux ensablements depuis quelques années, l'épaisseur des sables ainsi que la superficie des terrains ensablés augmentent un peu plus chaque année. Plusieurs facteurs en sont responsables : le facteur du milieu (dégradation du milieu, irrégularité des précipitations...) et l'action anthropique (déforestation, aménagement...).

#### VI.1.1. Facteurs du milieu naturel :

##### *-Problème de compétence de la rivière en fonction des crues*

Pendant une période de très forte crue caractérisée par de très forts courants et de très fortes compétences, la rivière peut même arracher des arbres tout au long de son passage (phénomène d'embâcle) et peut causer des dégâts matériels pour les infrastructures dans le lit comme les barrages et les ponts.

La rivière transporte d'énormes quantités de sédiments surtout des matériaux grossiers comme les galets, les graviers, et les sables grossiers. Les sables envahissent tous les lits de la rivière, même le lit majeur alors que normalement ils devraient rester dans le lit mineur et le lit moyen. En conséquence d'énormes épaisseurs de sables recouvrent la totalité de la plaine. Selon les paysans enquêtés ; pendant le cyclone Chedza en 2015, les sables qui avaient recouvert les baiho avaient une épaisseur d'environ 1m.

##### *-Érosion des berges*

L'érosion des berges est causée à la fois par le facteur du milieu naturel et aussi par les actions anthropiques. L'érosion des berges est l'enlèvement de grains de matériaux constitutifs de la berge par l'eau de la rivière. Cet enlèvement de particules est possible lorsque la vitesse du courant et sa turbulence sont capables de vaincre le poids des particules et leur cohésion éventuelle. L'action de l'érosion sera facile s'il n'y a pas de végétation qui protège le sol ; en outre, elles sont naturellement fragiles, et peuvent s'écrouler facilement. Les sables peuvent alors envahir sans

obstacle le lit majeur parce qu'il n'y a pas de végétations pour les retenir. Le piétinement continu des abords des cours d'eau par le bétail contribue également à la déstabilisation des berges, et constitue une cause de l'ensablement.

### **VI.1.2. Facteurs anthropiques**

#### ***-Déforestation en amont des baiboho (HTC)***

La couverture végétale protège les sols, favorise l'infiltration permettant la réalimentation des aquifères d'altérites et le soutien naturel des basses eaux, elle freine aussi la concentration des eaux de ruissèlement et écrête naturellement des pointes de crues.

La déforestation progressive sur les HTC est le principal facteur de l'ensablement des baiboho de Maevatanana, car elle renforce les processus d'érosion-transport-sédimentation :

L'ablation des sols les plus fragiles s'accélère, car il n'y a pas assez de végétations pour protéger le sol (peut-être irréversible si un effort important de protection n'est pas mis en œuvre). De même, l'augmentation des transports solides dans les cours d'eau modifie les biotopes aquatiques. Les conséquences les plus immédiatement visibles, car dues à une concentration des sédimentations dans les biefs et dépressions topographiques, seront, et sont déjà constatées, dans l'ensablement des baiboho : alors que les sables normalement devraient se déposer dans le lit mineur et sur les berges, ils recouvrent de plus en plus le lit majeur et envahissent les terrains de cultures. Plus le courant est fort, plus l'épaisseur et la superficie des parcelles de cultures recouvertes par le sable augmentent. L'épaisseur des sables varie de 10 à 50 cm, mais pendant les passages cycloniques intenses qui accompagnent de fortes crues comme ceux de Gafilo en 2004 et de Chedza en 2015 elles peuvent atteindre 1 m ou plus.



**Photo 18. Terrain de culture ensablé**

Cliché de l'auteur, septembre 2017

*-Les aménagements anthropiques* (barrages, digues, enrochements...) ont progressivement contraint les cours d'eau et limitent de plus en plus leur mobilité dans le lit majeur. Le blocage de cette mobilité latérale entraîne une dégradation souvent marquée du fonctionnement de l'hydrosystème. Les problèmes d'incision du lit en sont un exemple marquant<sup>14</sup>.

- *Coupe de cypéracée (Bararata)*

Les cypéracées qui non seulement protègent les baiboho contre l'invasion des sables dans les parcelles de cultures, mais protègent aussi la berge contre l'érosion sont fréquemment coupées par les paysans pour clôturer leur maison et pour fabriquer des maisons pour les animaux domestiques.

---

<sup>14</sup> Source : CC4R, 2014 Étude d'opportunité sur le bassin versant de la Menoge.



**Photo 19 et 20: Érosions de berge sur la rive gauche de l'Ikopa**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'50,6" S et 46°48'40,0" E

Les photos 19 et 20 montrent l'érosion des berges sur la rive gauche de l'Ikopa à cause de la fragilité des sols qui les composent et aussi à cause de l'absence de végétation qui les protègent. Mais à part la coupe, les cypéracées sont fréquemment brûlées pour des raisons indéterminées. (Cf. photo 21)



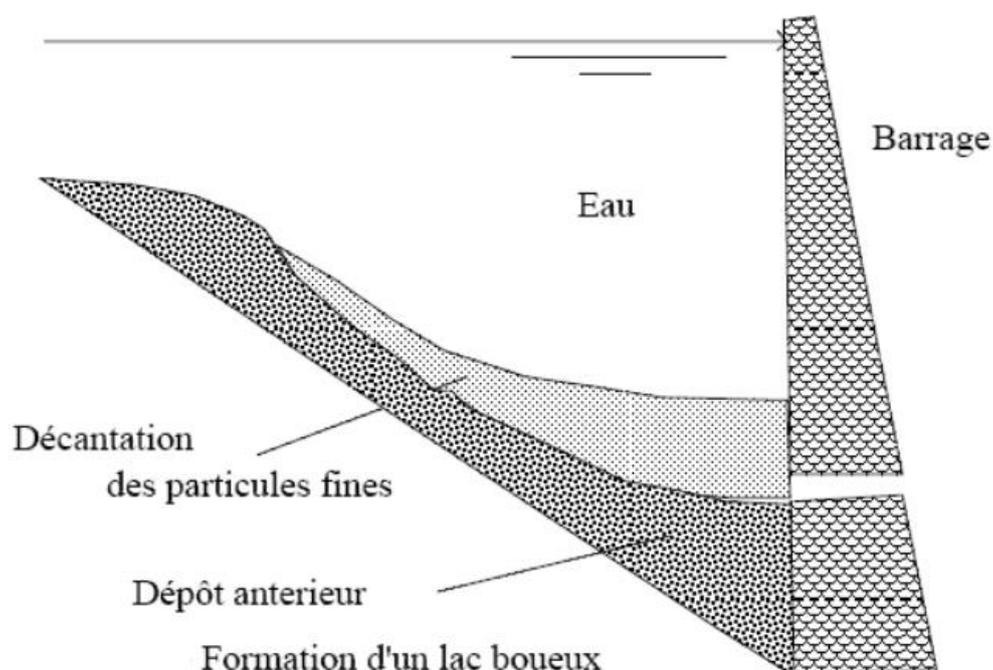
**Photo 21: cypéracées brûlées entraînant la dégradation des berges**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'48.75"S et 46°47'51.20"E

- *Le barrage d'orpaillage d'Antanimbary*

À part la coupe de cypéracée, il y a aussi l'urbanisation et l'implantation d'activités dans les zones inondables qui constituent la première cause d'aggravation du phénomène, comme la mise en place d'un barrage par exemple.

La construction d'un barrage change les caractéristiques hydrauliques de l'écoulement et la capacité de transport des sédiments par la rivière. En effet, la matière solide tend à se déposer à l'approche des plans d'eau, car en réduisant sa vitesse, et en se jetant dans le lac du réservoir, les particules grossières se déposent en premier ensuite les plus fines jusqu'à atteindre la digue. Sachant qu'en moyenne 90 % des sédiments transportés par le cours d'eau sont piégés (CHOW, 1964).



**Figure 22: dépôt d'alluvion provoqué par un barrage**

Source: REMINI, 2003

Dans ce contexte, Antanimbary, un grand village qui se situe à 20 km de Maevatanana, recèle dans son sous-sol de l'or. Ainsi, pour extraire plus d'or, les orpailleurs ont construit un barrage afin d'extraire les pépites d'or dans le lit de la rivière. Par conséquent, l'ensablement des baibocho en aval est inévitable parce que l'exploitation d'or nécessite des creusements et libère des sables qui seront ensuite transportés par les crues suivantes et vont s'accumuler dans le lit majeur. Les agriculteurs ont constaté que depuis la mise en place de ce barrage, le phénomène d'ensablement devient de plus en plus fréquent et le rendement agricole est devenu de plus en faible

parce que ce barrage réduit la quantité et la qualité d'eau disponible pour les cultures. Ainsi, ces paysans ont commencé à chercher des moyens pour limiter ce phénomène.

## **VI.2. STRATEGIES PAYSANNES FACE A L'ENSABLEMENT DES BAIBOHO A MAEVATANANA**

Les moyens de protection contre l'ensablement sont nombreux comme les enrochements, endiguements, pièges à matériaux, plages de dépôts, etc.

### **VI.2.1. Cultures de cypéracées pour éviter l'ensablement des parcelles**

A Maevatanana, les paysans appliquent encore une méthode traditionnelle qui a été depuis toujours de cultiver des *cypéracées* autour des parcelles et sur les berges afin d'empêcher les sables de couvrir les parcelles de cultures et de protéger la berge du courant fluvial. Cette méthode s'appelle "procédés de lutte biologique"<sup>15</sup>.

Une berge ne peut être protégée que par de la végétation, les *cypéracées* ont été choisies à cause de leur résistance face aux vents et aux courants : les *cypéracées* ont des racines très longues qui peuvent retenir le sol, tandis que les fûts ralentissent les courants et diminuent les forces érosives. La culture des *cypéracées* commence pendant la saison de pluie pour que les racines puissent avoir le temps de se former et pour que les *cypéracées* soient plus résistantes face à l'arrachement.



**Photo 22: Culture de *cypéracée* sur la berge contre l'érosion**

Cliché de l'auteur octobre 2017. Coordonnées : 16°56'45.98"S et 46°48'42.25"E

---

15 La lutte biologique, comme son nom l'indique, fait recours à un matériel végétal adapté aux conditions écologiques du site.

La photo 22 montre une partie de la berge de la rive droite de l'Ikopa qui est protégée par des cypéracées cultivées par les paysans dans le fokontany Ambodimany. Les sols sont protégés contre l'action de l'érosion. Mais les bararata ne sont pas des protections absolues des berges, car des crues très violentes pourront les déraciner et les emporter.



**Photo 23: Bandes d'alluvions fixées par les *cypéracées* autour de la parcelle de cultures**

Cliché d'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'46.59"S et 46°49'1.47"E

La photo 23 montre la culture des *cypéracées* autour des parcelles de cultures, ils fixent les alluvions (environ 30 cm d'épaisseur) et empêche le sable d'envahir les parcelles grâce à ses longues racines.

### **VI.2.2.Cultures sur sable**

Une parcelle de culture ensablée (Cf. photo 24) se trouve à environ 992 m de la rivière Ikopa dans le fokontany d'Ambatofotsy. Les paysans ne peuvent rien faire pour enlever les sables, mais ils attendent l'arrivée des crues suivantes pour les remblayer.

Face à cette situation, pour pouvoir cultiver la parcelle, les paysans adoptent une stratégie en creusant le sable pour atteindre le sol afin que les graines puissent se développer même si la superficie de la parcelle et aussi la productivité diminuent à cause de l'insuffisance des alluvions fines qui enrichissent les sols (limons, argiles). Pourtant, il y a des avantages, car les cultures sur

sable sont protégées des insectes nuisibles et sont bien alimentées en eaux à cause de la porosité des sables qui permettent aux racines d'accéder à la nappe phréatique<sup>16</sup>.

La majorité des paysans qui pratiquent les cultures sur sable cultivent des maïs, des haricots et des patates douces.



**Photo 24 : cultures sur sable**

Cliché de l'auteur, septembre 2017. Coordonnées : 16°56'46,9" S et 46°49'13,9" E

En bref, l'ensablement est la conséquence directe de l'érosion et de la sédimentation c'est aussi la cause de la dégradation des sols agricoles. La maîtrise de ce phénomène ne peut passer qu'à travers des modèles qui permettent de décrire et de quantifier dans la mesure du possible les taux de dégradation des sols et les conséquences qui s'en suivent.

---

16 Les baiboho bénéficient d'une nappe phréatique dont le niveau descend lentement pendant la saison sèche : 2,50 m à 3 m. La remontée d'eau par capillarité est possible grâce à l'homogénéité des textures.

## CONCLUSION

Pour conclure, la faible pente, la platitude généralisée, ainsi que l'instabilité des cours d'eau entraînant des variations importantes et rapides de leur débit ont eu comme conséquence le dépôt sur de surfaces considérables, dans les dépressions périphériques, des alluvions rouges micacées arrachées aux sols latéritiques des Hautes Terres Centrales Malgache désignées sous le nom de baiboho. La zone de Maevatanana fait partie des grandes zones de baiboho de la partie occidentale Malgache étant donné qu'elle se situe dans le bassin de Mahajanga dans une dépression périphérique. Elle possède un réseau hydrographique très dense qui est la rivière Ikopa ainsi que des conditions climatiques avantageuses à la dynamique alluvionnaire.

Les baiboho de Maevatanana ont des caractéristiques physiques particulières expliquées par leurs alluvions qui se modifient annuellement à chaque arrivée de la période de crue. Les baiboho ne présentent ni horizon pédologique ni accumulation des matières organiques en surface, mais des couches qui sont formées par des matériaux du socle cristallin arrachés, transportés puis déposés par la rivière Ikopa.

La quantité et la qualité des crues dépendent des conditions climatiques des Hautes Terres Centrales et aussi de Maevatanana. Pendant une crue normale, la taille des sédiments qui se déposent sur les baiboho diminue du lit mineur vers le lit majeur : les éléments grossiers se déposent sur les berges ou les bourrelets, les éléments fins sur les périphéries et les moyens au centre de la plaine. Par contre si les pluies sont trop violentes comme lors des périodes cycloniques intenses (GAFILO 2004 et CHEDZA 2015), des sables grossiers et aussi des galets peuvent envahir le lit majeur.

Les coupes lithostratigraphiques observées sur terrain sont toutes caractérisées par l'abondance des limons (limono-argileux, limono-sableux), et des sables. En général, elles sont très friables et moins cohérentes, car ce sont des alluvions récentes qui ne restent pas longtemps sur place sauf s'il y a assez de crues pour les réimporter. Les couches observées sur terrain sont marquées par la succession des limons qui se reposent sur des sables, car dès que le courant commence à s'affaiblir, la rivière est obligée de déposer en premier lieu les alluvions grossières (sables et galets) puis les alluvions fines (argile et limons). Une épaisse couche de sables signifie une forte crue pendant laquelle la compétence de la rivière était très forte, et elle a pu transporter d'immenses sédiments grossiers.

Les baiboho comme tous les autres types de paysage sont confrontés à des problèmes qui sont particulièrement liés aux actions anthropiques. La mise en place des infrastructures dans le lit de la rivière Ikopa, tel un barrage, conduit à la diminution de l'alimentation en eau ; expliquée par l'enfoncement des lignes d'eau de la rivière ou de la nappe ainsi que la diminution fréquente

d'inondation de la plaine. La coupe de cypéracée (bararata) et la diminution de la couverture forestière entraînent l'accentuation du phénomène d'ensablement des baiboho, car les végétations qui protègent les sols contre l'érosion disparaissent et laissent les sols dénudés. L'érosion ainsi que la compétence de la rivière deviennent alors très actives d'où les sables et les galets qui doivent normalement se déposer dans le lit mineur arrivent jusqu'au lit majeur.

Face à cette situation, les paysans appliquent une stratégie qui est appelée : "*procédés de lutte biologique*", il s'agit de cultiver des cypéracées autour des parcelles de cultures afin d'empêcher les sables d'entrer dans les parcelles et aussi sur les berges pour éviter l'érosion étant donné qu'elles sont très fragiles. À part les cultures de cypéracées, les paysans pratiquent des cultures sur sables même si les produits et aussi les parcelles sont réduits. La maîtrise de ce phénomène ne peut passer qu'à travers des modèles qui permettent de décrire et de quantifier dans la mesure du possible les taux de dégradation des sols et ainsi que les conséquences qui s'en suivent.

Enfin, il est à noter que des recherches détaillées pourraient apporter des éclaircissements sur la genèse et la mise en place des baiboho ainsi que des terrasses anciennes qui les bordent. (Cf. coupe 3) dans la zone des baiboho de Maevatanana.

En effet, les coupes étudiées pourraient aider à mettre en place une chronologie de la mise en place des différents sédiments et contribuer à l'étude du Quaternaire dans la zone de recherche si on arrive à y faire des datations absolues.

## BIBLIOGRAPHIE

1. AMADOU M.L., 2005, *"Impact du changement climatique sur les systèmes de production au Niger (Afrique de l'Ouest)"*, Mémoire de Maîtrise en hydrologie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger. 85 pages.
2. AMAT J.P., 1996, *"Éléments de géographie physique"*, Collection grande amphi, 416 Pages.
3. AMMARI A., 2012, *"Vulnérabilité à l'Envasement des Barrages (cas du bassin Hydrographique des Côtiers Algérois)"*, doctorat en science hydraulique, Faculté des Sciences et de la technologie, Université Mohamed Khider – Biskra
4. ANDRIAMPARANY M., 2016, *"Les formations superficielles de la vallée de l'Onive, bassin d'Antanifotsy, région vakinankaratra"*, mémoire de master en géographie, université d'Antananarivo, 55 pages.
5. ANDRIANANDRAINAINA T.B., 2006, *"extraction et valorisation des sables de l'Ikopa"*, mémoire de master en mines, école supérieure polytechnique, université d'Antananarivo, 139 Pages.
6. ANDRIANANANTANY N., 2002, *"Monographie hydrologique du bassin versant supérieur de l'Ikopa"*, mémoire fin d'études en hydrologie- université d'Antananarivo, 126pages.
7. ANDRIANANTOANDRO R., 1994, *" Pour une meilleure utilisation des Baiboho dans la zone périphérique de la réserve spéciale de Beza Mahafaly "*, mémoire de fin d'études en agronomie, à l'université d'Antananarivo, 106pages
8. ANDRIANJARIVELO A., 2014, *"Recherches géomorphologiques sur les terrasses alluviales dans la dépression de Maevatanana (région Betsiboka)"*, mémoire de maîtrise en géographie, université d'Antananarivo, 64pages
9. BATTISTINI R. et RAISON J., 1986, *"Les Hautes Terres de Madagascar."* In: Annales de Géographie, t. 95, n°531, pp. 645-646.
10. BESAIRE H., 1971, *"Géologie de Madagascar"*, imprimerie nationale, 463Pages
11. BIROT P., 1970, *"Les régions naturelles du globe"*, édition Masson et Cie, 380pages
12. BOUCHAR M. et Al, 1964, *"Études pédologiques de la vallée de Mahajamba"*, BDPA, 54pages.
13. BOURGEAT F., 1966, *"Les sols alluviaux du Nord-ouest de Madagascar", leurs classifications document*, ORSTOM, 13pages
14. BOURGEAT F., 1972, *"Sols sur socle ancien à Madagascar"*, Mémoire ORSTOM, Paris, 235 Pages
15. Centre de recherche et d'appui à l'analyse économique de Madagascar (CREAM), 2013, *"Monographie de la région Betsiboka"*, 162 pages.

16. CHAPERON P. et al, 1995, "*Fleuves et rivières de Madagascar- Ony sy renirano eto Madagasikara*", Édition cédérom, 874Pages
17. CHARLE J.B., 2010, "*Lutte contre l'ensablement : L'exemple de la Mauritanie*" Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.59 pages
18. DANLOUX J., 1991, "*Madagascar.Études des crues. I. Les données d'observations et estimation des débits maximums*", rapp Sci, 154pages
19. DERRUAU M., 2001, "*les Formes du relief terrestre, notion géomorphologie*" 8<sup>ème</sup> édition, Armand colin, 119pages.
20. DEMANGEOT J., 1998, "*Les milieux naturels du globe*", Édition Armand Colin, 337pages
21. DONQUE G., 1975, "*Contribution à l'étude du climat de Madagascar*", Imprimerie nouvelle des arts graphiques, Tananarive, 447 Pages
22. DUFOURNET R., MARQUETTE, 1963,"*La culture d'arachide sur décrue dans l'Ouest Malgache (Baiboho)*," institut de recherche agronomique à Madagascar, 28pages
23. FARAMANDIMBY A.M., 2017, " *contribution à l'étude géomorphologique à la connaissance des formations superficielles de la vallée de Mazy et ses environs (région Itasy)*», mémoire de master en géographie, université d'Antananarivo, 83 Pages
24. GÉRARD D. et PAUL R., 2009, "*Aide-mémoire de mécanique des sols*", publications de l'ENGREF, 95 pages.
25. GHYSELINCK-BARDEAU M., CASTAGNAC C., 2007 "*Gestions des systèmes aquifères alluviaux dans le bassin Adour-Garonne : Modélisation de la nappe alluviale de la Garonne dans le département de la Haute-Garonne* "– Rapport final – Année 1. Rapport BRGM/RP-55877, 155 p., 56 ill., 14 annexes.
26. HERVEU J., 1959, " *Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical*"; office de la recherche scientifique et technique outremer, 458 Pages.
27. KILLIAN J., avril 1964, "*étude pédologique des Baibos de la Bemarivo, sous-préfecture de Port-berge province Majunga*", institut de recherches numérique à Madagascar, 32pages
28. LANTONIRINA T., 2012, "*Les impacts de l'érosion hydrique dans la commune rurale de Sakoamadinika, district de Tsaratanana, région Betsiboka*", mémoire de maitrise département de géographie – université d'Antananarivo ,99pages.
29. LAPAIRE J., 1976, "*Évolution récente des Baiboho du Nord-ouest, région de Mampikony port bergé*", Madagascar revue de géographie; n°29 PP117 140
30. MANDANIRINA L., 2015, "*Evaluation de la potentialité en eau souterraine de la plaine alluviale de l'Ikopa pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Antananarivo et ses périphéries*" mémoire de maîtrise, département physique, université d'Antananarivo, 69 pages
31. MASSAT J., "*Le coton en culture de décrue dans la région de Majunga*", Pages 368-376

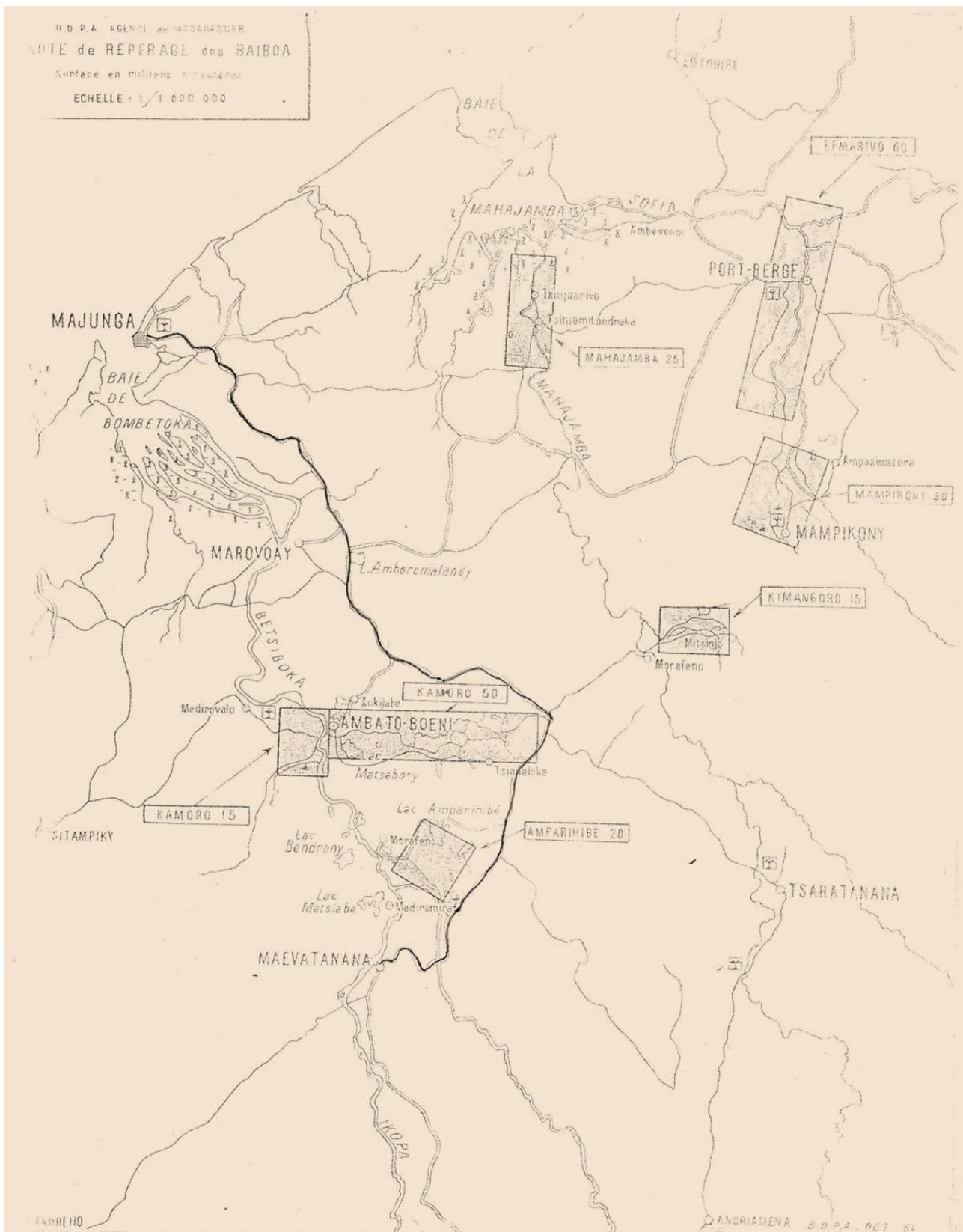
32. MICHEL P., 1967, "*les études des Baiboho de l'Ouest*", Madagascar revue de géographie n° 8 9 Antananarivo pp 227\_283
33. MICHEL P., 1990, "*Géographie physique tropicale*", Édition Karthala, 351 pages
34. MIANJARA J., 1988, "*contribution à l'étude géographique des Baiboho de la Bemarivo dans le fivondronana de port bergé*", mémoire de Maîtrise, Tuléar 23 pages
35. MOREL J., 2007, "*les ressources en eau sur terre : origine, utilisation et perspectives dans le contexte de changement climatique,*" note de synthèse, 27 pages
36. PEINADO J. et BOSC V., 2013, "*Amélioration des connaissances sur les zones alluviales de Corse et porté à connaissance*", office de l'environnement de la corse, 37Pages
37. RABEARIMANANA G., 1994 « *Le Boina* », in *Paysanneries malgaches dans la Crise*, JP Raison (coord.), Paris, Karthala, p.15-152.
38. RAJAOBELISON M., 2014, " *L'unité de Maevatanana : proposition d'un modelé structural*", mémoire de fin d'études DEA, Département sciences de la terre, université d'Antananarivo, 80 pages
39. RAJAONAH T.H., 2015, " *Contribution à l'évaluation des biens et des services de la rivière Ikopa*", mémoire de DEA, département mines, université d'Antananarivo, 65pages
40. RAKOTOMAVO M.E., 2017, "*Les pratiques paysannes en matière de lutte contre l'érosion des sols dans le bassin versant d'Avaratrambolo, région Analamanga*", mémoire de master, mention géographie, université d'Antananarivo, 81 pages
41. RAKOTONDRA SOLO J.M., 2002, " *contribution à l'étude de la quantité des eaux dans le bassin versant d'Antananarivo*", DEA, École polytechnique d'Antananarivo, 35 pages.
42. RAKOTOSO H.A.H., 2011, "*contribution de l'hydrologie et de la géomorphologie à l'étude du seuil de Bevomanga*", mémoire de DEA, département mines, université d'Antananarivo, 52 Pages
43. RAPHAEL C. et ROMAIN S., 2010, "*Morphologie des cours d'eau*", France nature environnement ,36pages
44. RASOANAIVO F.M.N.N., 2015, "*Etude d'un risque secondaire : l'inondation liée à la montée de crue de l'Ikopa*", Licence d'Ingénierie en Gestion des Catastrophes et Réduction des Risques, facultés des sciences, université d'Antananarivo, 55 pages.
45. RASOATSIANGIZINA E., 1999, "*les Matsabory des vallées de Sofia et ses affluents, études géographiques*", mémoire de DEA département de géographie, université d'Antananarivo, 90pages.
46. RAUNET M., 1997, "*les ensembles morphopedologiques de Madagascar*", CIRAD; 107 Pages.

47. RAUNET M., 2008, *"Initiation à la lecture des paysages morphopédologiques de Madagascar"* Formation des ingénieurs et techniciens des opérateurs du projet BVPI / SEHP, 58 pages.
48. RAZAFIMAHEFA R., 2010, *"les formations superficielles du bassin d'Antsirabe (Hautes terres centrales de Madagascar) nature et dynamique hydrogéomorphologique"* doctorat en géographie, Université d'Antananarivo, 195 pages.
49. RAZAFINJANAHARY T., 2005, *"Projet de plantation d'arachide à Maevatanana"*, mémoire de maîtrise en gestion, université d'Antananarivo, 71pages.
50. ROEDERER P., 1971, *" Les sols de Madagascar"*, centre O.R.S.T.O.M Madagascar, 56 pages
51. SAUTER J., 1979, *"Société, Nature, espace dans l'Ouest Malgache"*, 33pages
52. SCHIRLE A., 1962; *" une technique de protection des berges"*in revue Bois et Forêt des tropiques N°81, Pages 9-17.
53. SCHULZ T., 1999, *"Aperçu de l'agriculture sur Baiboho de la région de Miandrivazo"*, CITE\_GRET ,44pages
54. SORO N., 2013, *"éléments de géomorphologie générale"*, université Alassane quattara, 26 pages
55. TOUR M., 1963, *"Les Baiboa de l'Ouest Malgache, Bureau pour développement de la production agricole"*, B.D.P.A, 105 pages
56. VIGNAL P., 1962, *"Rapport sur le Périmètre de Mangaroa"*, 7pages

## **WEBOGRAPHIE**

- <http://theses.recherches.gov.mg> : consulté le 11 août 2017 à 11h30min
- <http://mdl.recherches.gov.mg> : consulté le 11 août 2017 à 12h45min
- <http://www.bu.univ-antananarivo.mg/annuaire/recherche> : consulté le 11 août 2017 à 13H30min
- [http://SSGm - fiches pour l'enseignant.html](http://SSGm-fiches-pour-l-enseignant.html) : consulté le 23 août 2017 à 21h45min
- <http://www.eau-anjou.fr/> : consulté le 23 août 2017 à 22h15min
- <http://climat-data.org> : consulté le 10 septembre 2017 à 12h15min
- [http://Alluvion\\_Wikipédia.html](http://Alluvion-Wikipédia.html) consulté le 10 septembre 2017 à 12 h
- [www.loire-estuaire.org](http://www.loire-estuaire.org) : consulté le 10 septembre 2017 à 12hh 45 min
- <http://larousse.fr/encyclopedie/divers/plaine/80229> le 25 septembre 2017 à 6h17min

# ANNEXE 1: CARTE DE REPÉRAGE DES BAIBOHO



## ANNEXE 2: FICHE QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES PAYSANS

Date:

N° d'échantillon :

Fokontany:

Commune :

### INDICATION À LA PERSONNE CIBLE

1. Sexe : homme / femme
  - a. Âge :
2. Membres du ménage :
3. Êtes-vous migrant ou autochtone?
4. Source de revenus ?

### BAIBOHO EN GÉNÉRAL

5. Que représentent les baiboho pour vous ?
6. Est-ce que vous possédez des parcelles de cultures sur les baiboho? Si oui, combien d'ha?
7. Comment vous avez eu ces parcelles ?

Demande de terrain domanial	
Achat	
Métayage	
Héritage	

8. Est-ce que vous avez déjà victime d'un problème foncier ou connaissez-vous des paysans qui ont été victimes ? Si oui, selon vous quelles sont les causes de ce problème foncier ? Que cultivez-vous sur les Baiboho?

culture	Cycle de culture			Sup. En ha	Problèmes	Destination			Rendement			
	Asara	jeby	atriatry			Rencontrés	Marché	exportation	Subsistance	Exceptionnel	bon	Moyen
Riz												
Coton												
Arachide												
Haricot												
Manioc												
Tabac												
Autres:												
1.												
2.												

9. Parmi vos activités, lesquelles sont liées au Baiboho

<input type="checkbox"/> Agriculture	<input type="checkbox"/> Élevage	<input type="checkbox"/> Commerce	<input type="checkbox"/> Artisanat	autre
--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------

### CRUE ET DÉCRUE

10. Quand se passe la période de crue et elle dure environ combien de mois?

11. L'eau monte environ jusqu'à combien de mètres?

12. L'eau commence à diminuer vers quel mois?

13. Quelles sont les couleurs du sol avant et après la crue?

14. Quelles sont les alluvions visibles sur place dès que l'eau commence à se retirer ? Et elles occupent environ combien de mètres /cm d'épaisseur?

15. La période de décrue commence quand et elle dure combien de mois?

16. Quels sont les problèmes rencontrés s'il n'y a pas assez de crues ? Ou trop de crue ?

### CRUE EXCEPTIONNELLE

En 2015, le cyclone Chedza avait inondé toutes les zones sur les Hautes Terres, quel ont été l'impact de cette crue exceptionnelle chezvous :

17. L'eau a monté jusqu'à combien de m?

18. Quels sont les problèmes rencontrés?

19. Comment étaient les cultures en 2016 ?

Exceptionnel	
Bon	
Moyen	
Faible	

### ENSABLEMENT

**20. Est-ce que vos parcelles de cultures ont été déjà ensablées? si oui :**

Quand	
Frequence	
Hauteur	
Superficie	
causes	
impacts sur les cultures	
solutions	

## **ANNEXE 3:QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES MAIRES**

Date :

Commune :

### **LA COMMUNE EN GÉNÉRAL**

- Pouvez-vous nous donner le nombre de population dans cette commune ?
- Quelles sont les sources de revenus de la population ?
- De quelles ethnies sont les populations?

### **BAIBOHO**

- Combien d'hectares environ sont les baiboho dans votre commune?
- Est-ce qu'ils appartiennent juridiquement aux personnes qui les cultivent ?
- Est-ce qu'il y a des conflits fonciers ? pouvez-vous nous expliquer les causes de ces conflits ?
- Pouvez-vous nous donner le pourcentage des populations qui vivent en fonction des baiboho ?
- Que cultive la majorité des populations locales sur les baiboho ?
- Dans quels fokontany se concentre la majorité des baiboho?
- En général, quels sont les principaux problèmes rencontrés par les cultivateurs ?
- Est-ce qu'il y a des produits exportés à l'étranger ?
- Selon vous, quelles sont les causes de l'ensablement des baiboho ?
- Est-ce que vous avez déjà mis en place des stratégies pour éviter les ensablements ? Si oui, lesquelles ?

## **ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES CHEFS FOKONTANY**

Date :

Commune :

Fokontany :

### **LE FOKONTANY EN GENERAL**

1. Pouvez-vous nous donner le nombre de population dans votre fokontany ?

1. Quelles sont les sources de revenus de la population ?

2. De quelles ethnies sont les populations? sont-elles autochtones?

### **BAIBOHO**

3. De Combien d'hectares environ sont les baiboho dans votre fokontany?

4. Est-ce qu'ils appartiennent juridiquement aux paysans qui les cultivent ?

5. Est-ce qu'il y a des conflits fonciers ? pouvez-vous nous expliquer les causes de ces conflits s'il y en a ?

6. Pouvez-vous nous donner le pourcentage des populations qui vivent en fonction des baiboho ?

7. Que cultive la majorité des agriculteurs sur les baiboho ?

8. La majorité des cultivateurs sont de quelles ethnies?

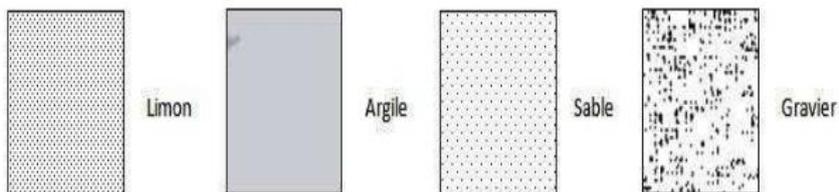
9. En général, quels sont les principaux problèmes rencontrés par les cultivateurs ?

10. Selon vous, quelles sont les causes de l'ensablement des baiboho ?

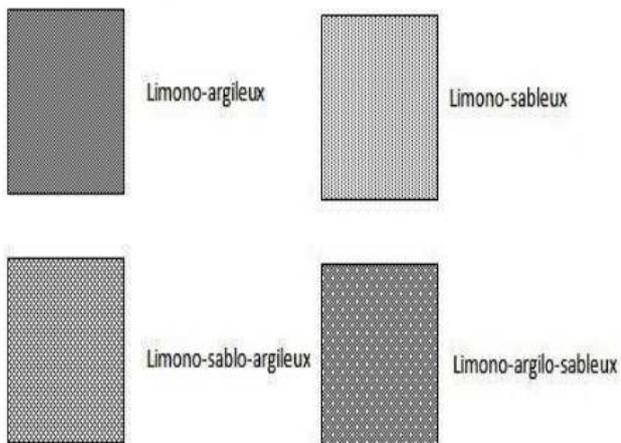
11. Est-ce que vous avez déjà mis en place des stratégies pour éviter les ensablements ? Si oui, lesquelles ?

## ANNEXE 5 RÉFÉRENCES DES COUPES

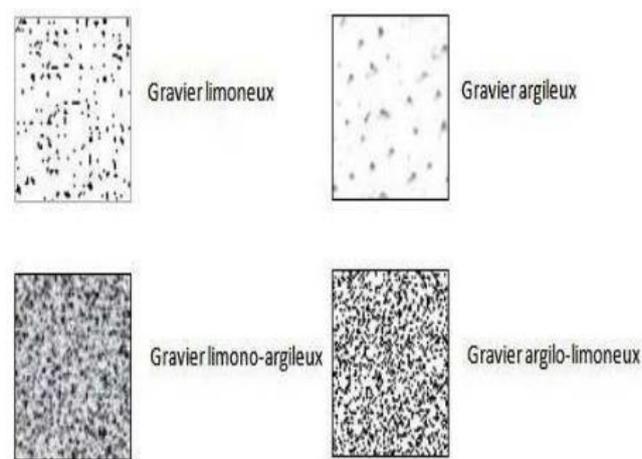
**Base :**



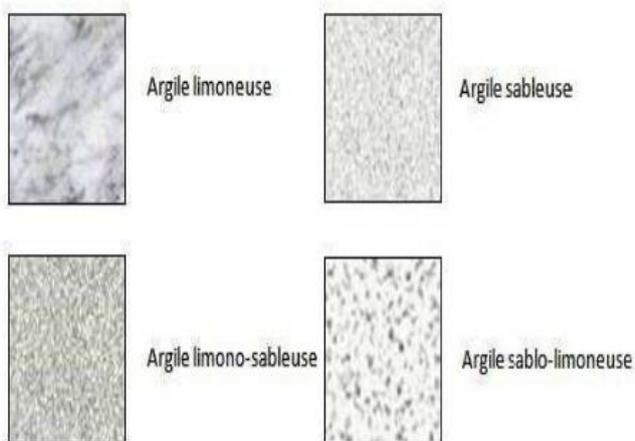
**Prédominance de limon :**



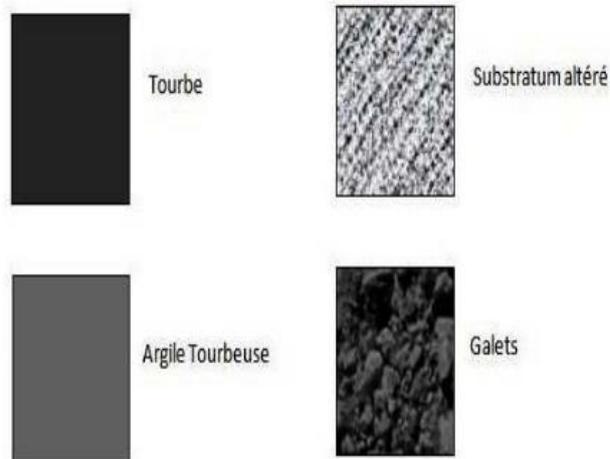
**Prédominance de gravier :**



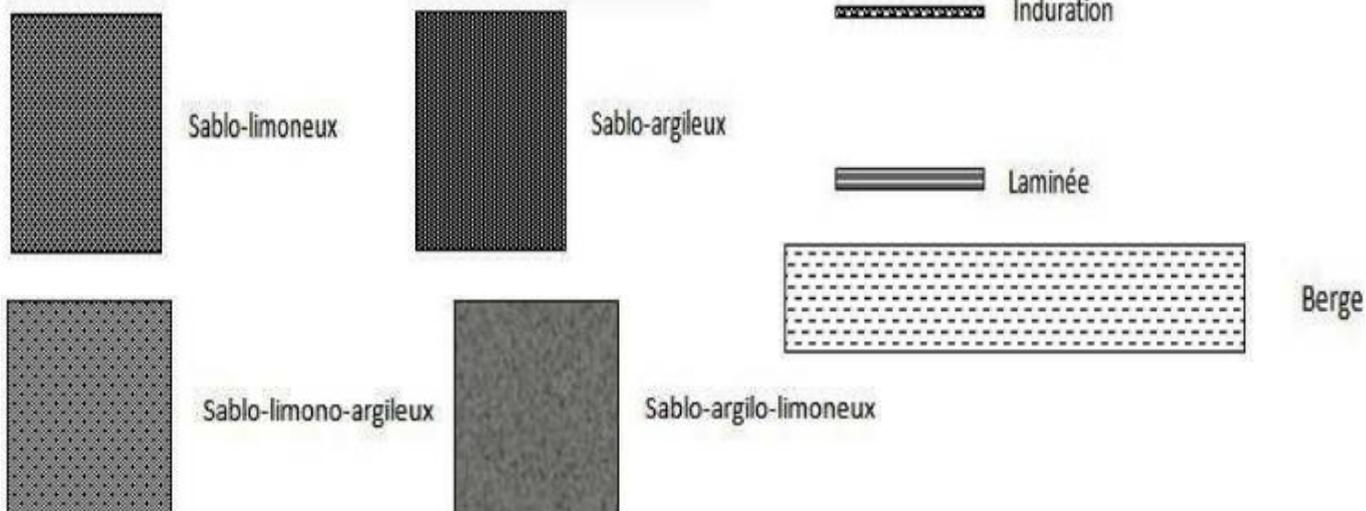
**Prédominance d'argile :**



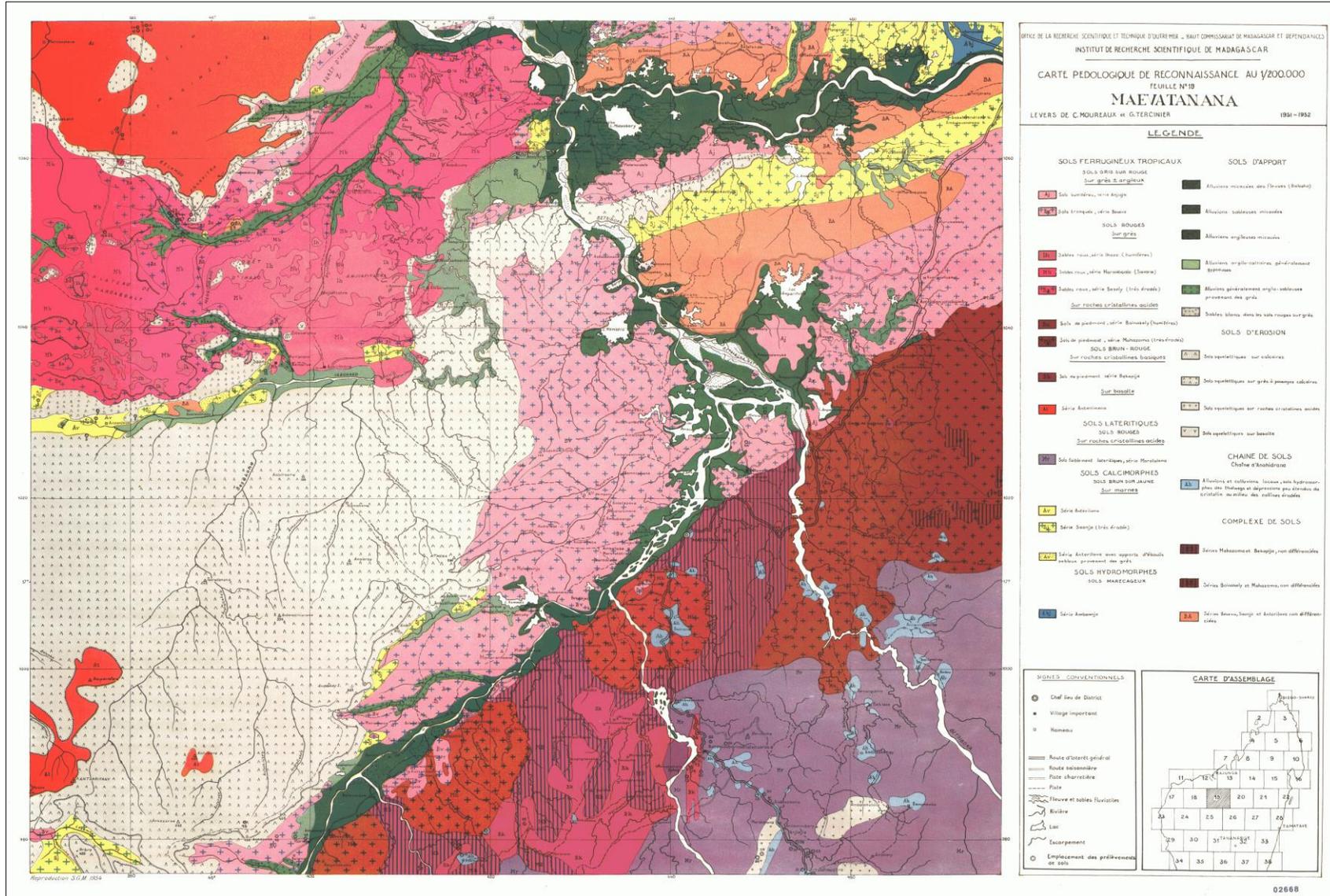
**Autres :**



**Prédominance de sable :**



# ANNEXE 6: CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DE MAEVATANANA



## TABLE DES MATIÈRES

<b>REMERCIEMENTS.....</b>	i
<b>RÉSUMÉ.....</b>	ii
<b>SOMMAIRE.....</b>	iii
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS .....</b>	iv
<b>GLOSSAIRE.....</b>	vii
<b>ACRONYME.....</b>	viii
<b>INTRODUCTION.....</b>	1
<b>PREMIÈRE PARTIE : CADRE GÉNÉRAL DE LA RECHERCHE ET DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA-----</b>	4
<b>CHAPITRE I. LOCALISATION DE LA ZONE DE RECHERCHE, NOTIONS ET DÉFINITIONS -----</b>	5
I.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE RECHERCHE-----	5
I.2. DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE PLAINE ALLUVIALE-----	7
<b>CHAPITRE II. DÉMARCHE DE RECHERCHE-----</b>	11
II.1. TRAVAUX DE DOCUMENTATION -----	11
II.2. LES TRAVAUX DE TERRAIN-----	12
II.3. REDACTION ET SYNTHÈSE-----	15
<b>CHAPITRE III. DESCRIPTION DES BAIBOHO DE MAEVATANANA---</b>	17
III.1. LES GRANDES UNITES MORPHOLOGIQUES QUI COMPOSENT LES BAIBOHO DE MAEVATANANA -----	18
III.2. DESCRIPTIONS DES COUCHES LITHOSTRATIGRAPHIQUES -----	21
<b>DEUXIÈME PARTIE : LES PRINCIPAUX FACTEURS DE FAÇONNEMENT DES BAIBOHO DE MAEVATANANA -----</b>	30
-	
<b>CHAPITRE IV. QUANTITE ET QUALITE DES CRUES LIEES ETROITEMENT AUX CONDITIONS CLIMATIQUES-----</b>	31
IV.1. DES TEMPERATURES LES PLUS ELEVEES DE MADAGASCAR-----	31
IV.2. DES PRECIPITATIONS TRES CONTRASTEES -----	32
IV.3. LE REGIME HYDRIQUE DE L'IKOPA ET SON INFLUENCE SUR LA MORPHOLOGIE DES BAIBOHO DE MAEVATANANA-----	36
<b>CHAPITRE V. LA RIVIÈRE IKOPA : ÉLÉMENT PHYSIQUE PRIMORDIAL ASSURANT LA SÉDIMENTATION DANS LES BAIBOHO</b>	41
V.1. IKOPA: UNE RIVIERE FORMEE SUR LES HAUTES TERRES CENTRALES MALGACHES-----	41
V.2. LA RIVIERE IKOPA : PRINCIPAL MOTEUR DE LA DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE DANS LES BAIBOHO DE MAEVATANANA-----	46
<b>TROISIÈME PARTIE : CONDITIONS TOPOGRAPHIQUE DE LA SÉDIMENTATION ET LEURS CONSÉQUENCES-----</b>	52
<b>CHAPITRES VI. DEPRESSION PERIPHERIQUE FAVORABLE A L'ACCUMULATION DES SEDIMENTS-----</b>	53
VI.1. ZONE A PENTES TRES FAIBLES FAVORISANT L'ACCUMULATION	54

DES SEDIMENTS ET LES CRUES-----	
VI.2. ACCUMULATION INTENSE DE SEDIMENTS BENEFIQUES POUR L'AGRICULTURE -----	59
VI.3. RELATION ENTRE CRUES ET CONFLITS FONCIERS : PARCELLES DE CULTURES REDUITES OU AUGMENTEES A CHAQUE ARRIVEE DE CRUES	61
<b>CHAPITRE VI. ENSABLEMENTS DES BAIBOHO DEVENUS DE PLUS EN PLUS FRÉQUENTS-----</b>	<b>63</b>
VI.1 . LES PRINCIPAUX FACTEURS DE L'ENSABLEMENT DES BAIBOHO DE MAEVATANANA -----	63
VI.2. STRATEGIES PAYSANNES FACE A L'ENSABLEMENT DES BAIBOHO A MAEVATANANA -----	68
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>73</b>
<b>WEBOGRAPHIE.....</b>	<b>76</b>
<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>77</b>
ANNEXE 1: CARTE DE REPÉRAGE DES BAIBOHO .....	77
ANNEXE 2: FICHE QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES PAYSANS .....	78
ANNEXE 3:QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES MAIRES .....	81
ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE AUPRÈS DES CHEFS FOKONTANY .....	82
ANNEXE 5 RÉFÉRENCES DES COUPES .....	83
ANNEXE 6: CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DE MAEVATANANA .....	84
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>85</b>