

SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION GENERALE.....</i>	1
PREMIERE PARTIE : LE CADRE PHYSIQUE, SUPPORT FAVORABLE A	8
LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES.....	
CHAPITRE I : A L'ORIGINE, UNE DUALITE STRUCTURALE.....	8
CHAPITRE II : UN CADRE BIOCLIMATIQUE PARTICULIER.....	31
DEUXIEME PARTIE : LES FACTEURS A L'ORIGINE DE LA DIVERSITE	41
DES PAYSAGES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY.....	
CHAPITRE I : EVOLUTION DES ZONES DE DEPRESSIONS EN ZONES	42
D'ACCUMULATION.....	
CHAPITRE II : EVOLUTION DU MASSIF VOLCANIQUE EN UNE VASTE	55
ZONE D'ABLATION.....	
TROISIEME PARTIE : LA PLACE DE L'HOMME DANS LA	80
TRANSFORMATION DES PAYSAGES LOCAUX.....	
CHAPITRE I : DES ZONES DE VEGETATION NATURELLE AU MILIEU	80
D'UN TERRITOIRE RURALE DENSEMENT PEUPLE.....	
CHAPITRE II : L'ORGANISATION DU TERRITOIRE DEPUIS L'EPOQUE	89
CLANIQUE.....	
CHAPITRE III : UN ENVIRONNEMENT NATUREL EN PERPETUELLE	105
EVOLUTION.....	
CONCLUSION GENERALE.....	114

INTRODUCTION GENERALE

Situé dans la Province d'Antananarivo, Région du Vakinankaratra, District d'Ambatolampy, Commune de Tsiafajavona Ankaratra, le bassin versant de l'Ankeniheny s'étend sur les flancs orientaux du massif de l'Ankaratra entre les latitudes 19°19 et 19°24 sud et les longitudes 47°13 et 47°22 Est. Distant de 77 Km de la capitale, il est traversé par la Route d'Intérêt Provincial (RIP) allant d'Ambatolampy à Faratsiho du PK9 au PK26 (croquis n° 01).

C'est pour des raisons d'ordre pratique que nous avons choisi de limiter notre zone d'étude au bassin versant de la rivière Ankeniheny, un des affluents du fleuve Onive, du fait qu'on y rencontre les plus hauts sommets de l'Ankaratra, la plupart des formes de relief caractéristiques de la région et la majorité des vestiges forestiers et historiques.

La zone d'étude est limitée à l'Est par une ligne passant par la colline d'Andalantsoavaly, le point d'exutoire du bassin alluvial d'Ankeniheny et le hameau de Bemasoandro, au Nord par la ligne de partage des eaux entre l'Ambodinangavo et l'Ankeniheny, à l'Ouest par la ligne de crête principale de l'Ankaratra et au Sud par la ligne de partage des eaux entre l'Ankeniheny et la rivière Andranomaria.

Avec une superficie approximative 103km², elle couvre trois des onze fokontany de la commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra : Nosiarivo, Tsiafajavona et Soanierana. (Croquis n° 02).

La zone englobe en outre la majeure partie de la Station Forestière et Piscicole de Manjakatombo (croquis n°03)

La première chose qui frappe le visiteur venant d'Ambatolampy par la route de la Station Forestière, en arrivant au pied du massif de l'Ankaratra, est la beauté des paysages.

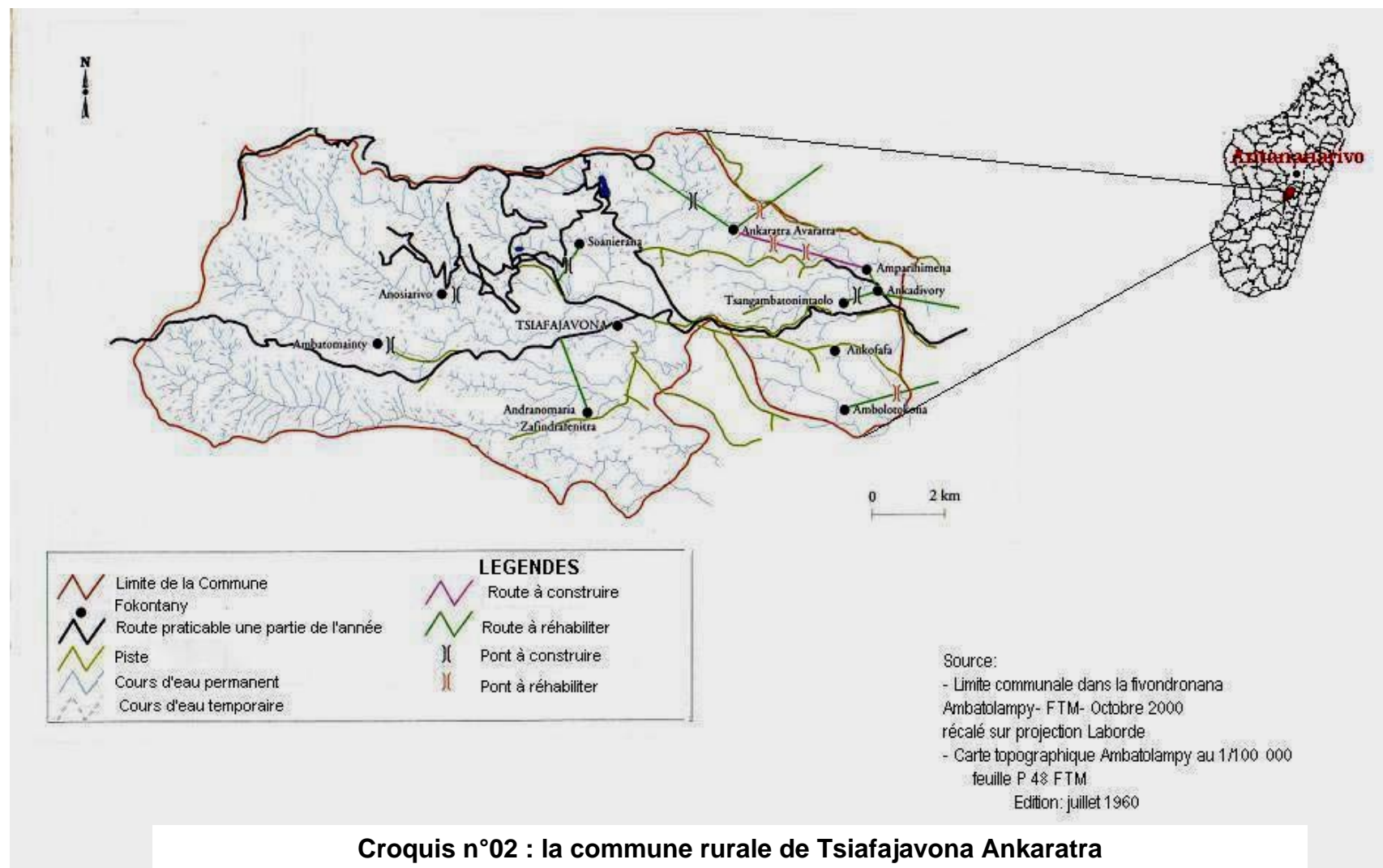
En effet, de par la variété de ses paysages, avec ses forêts naturelles et de reboisement, ses sites historiques, ses sommets couverts de prairies, ses cascades, ses vallées et ses bassins, cette partie de l'Ankaratra présente un intérêt touristique indéniable.

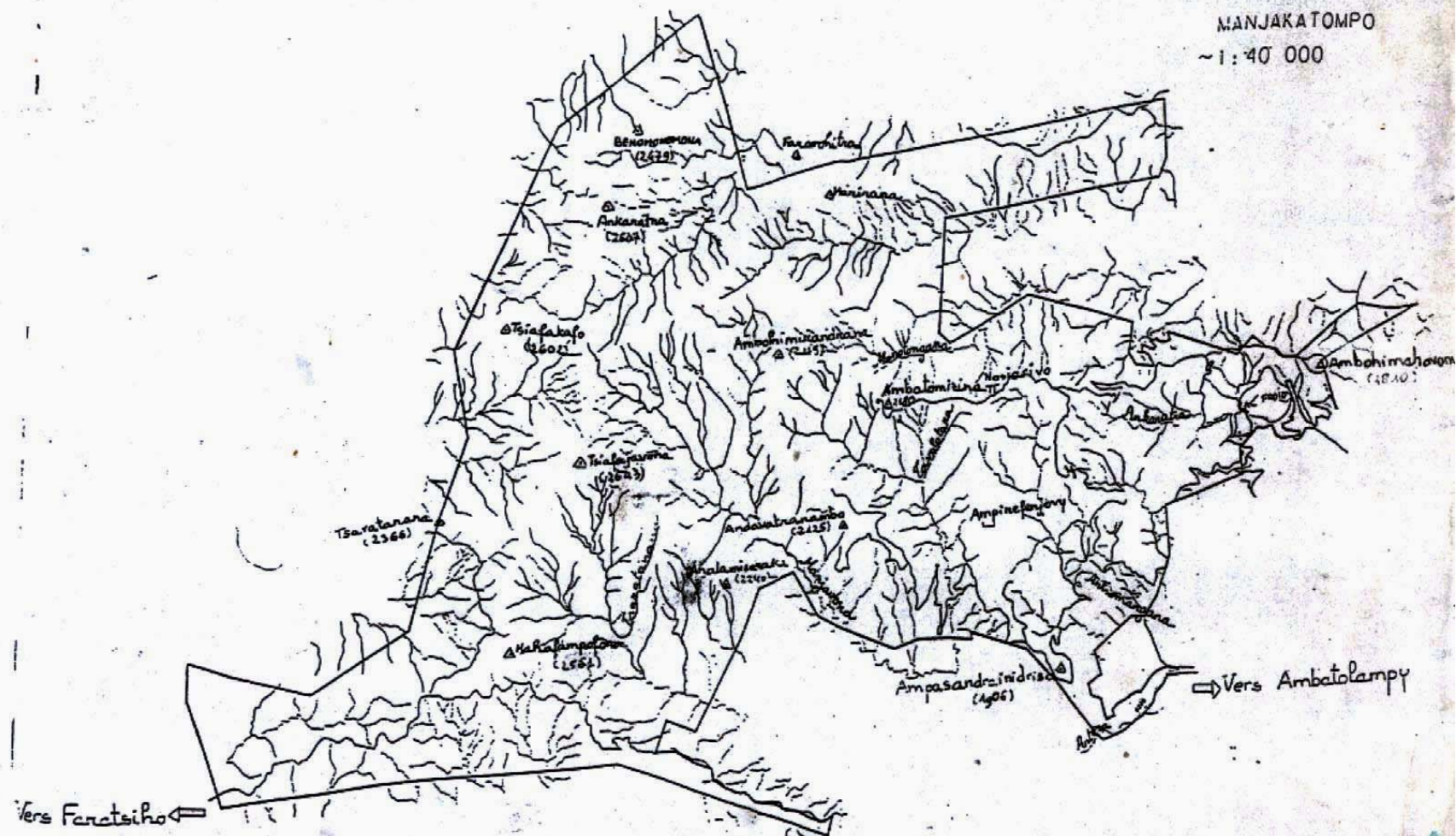
De plus, elle occupe une position stratégique, étant le château d'eau de la haute vallée de l'Onive et de la ville d'Ambatolampy. Par ailleurs, c'est une zone de production de pomme de terre, de riz et de bois de pin.

Enfin, elle présente un intérêt scientifique qui n'est pas des moindres car non seulement elle abrite l'un des rares vestiges de forêts d'altitude de la province d'Antananarivo avec sa faune et sa flore endémiques, mais de plus son haut relief volcanique tranche par son altitude et ses formes les collines arrondies des alentours. Par ailleurs, il semble également que c'est l'un des espaces les plus anciennement occupés par l'homme sur les Hautes Terres.

Le problème qui s'impose alors est de chercher à savoir comment une telle diversité de paysages s'est-elle mise en place et a-t-elle pu être conservée. En fait, la question revient à vérifier l'une ou les deux hypothèses suivantes : est-ce qu'il s'agit tout simplement des actions des facteurs naturels ou est-ce que l'homme y a également contribué ? Autrement dit, quelle en a été la part de la nature et quelle en a été celle de l'homme ? Ce sont les questions auxquelles le présent mémoire tentera de trouver des réponses.

Ainsi, dans le cadre du présent mémoire, nous essayerons de remonter le temps afin de retracer la dynamique des paysages sous la double influence des facteurs naturels et des facteurs anthropiques.





Croquis n°03 : la Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo
Source : Lennertz, rapport n°07, 1994)

La démarche comporte trois étapes :

- la première étape correspond à la recherche bibliographique. Elle vise à récolter le maximum de données géographiques, biologiques, humaines et géologiques et permet de mieux cerner le cadre géographique et géologique de la zone étudiée.

- la seconde étape consiste à faire des enquêtes auprès de la population. L'objectif est de connaître l'organisation de l'espace à travers l'histoire transmise par la tradition orale ; il s'agit des facteurs anthropiques susceptibles d'avoir des impacts sur les paysages : l'habitat, les différentes activités traditionnelles et la philosophie de cette organisation,

- la troisième étape correspond aux observations sur terrain. Il s'agit d'une part de constater sur place les emplacements des vestiges des différentes étapes de l'organisation du territoire et d'autre part à déterminer et approfondir le plus précisément possible les données géographiques, biologiques et géologiques afin de mieux cerner leur état actuel pour mieux comprendre leur évolution antérieure.

Concernant la méthodologie utilisée lors des enquêtes et des observations sur le terrain, deux problèmes majeurs ont été rencontrés:

- Concernant l'approche et le type de sondage, une enquête préliminaire auprès des habitants nous a permis de constater que les plus jeunes ne connaissent pas ou font semblant de ne pas connaître grand-chose à l'histoire de leurs ancêtres et que les plus vieux acceptent mal de la raconter, surtout si l'enquêteur s'avise de prendre des notes en leur présence , « Ankaratra tsy fitantara », disent-ils (l'histoire de l'Ankaratra ne se raconte pas) ; une enquête par sondage s'avère donc inadaptée. Nous avons contourné le problème en établissant au préalable des liens de courtoisie avec les notables avant d'aborder progressivement au cours des visites suivantes les questions qui nous intéressent ; ce qui a d'autant multiplié les descentes et les entretiens et retardé l'avancement des recherches. Finalement, quatorze notables provenant de quatre hameaux ont consenti à répondre à nos questions au cours des interviews multiples qu'ils nous ont accordés. De même, les visites des vestiges des anciens villages, nécessitant un guide avisé, n'ont pu être effectuées que sous le prétexte de visites touristiques.

- L'autre problème est d'ordre matériel ; il est difficile de disposer d'appareils de mesures précises sur le terrain, concernant par exemple la mesure de la turbidité de l'eau, la quantité de la charge solide des eaux courantes, le pH ou la variation de débit des cours d'eau ou encore la superficie occupée par les différentes activités de l'homme.

Ce mémoire comprend trois parties :

- La première partie étudie le cadre physique, comme étant un support favorable à la dynamique des paysages ;
- La seconde partie analyse les facteurs physiques à l'origine de la diversité des paysages dans le bassin versant de l'Ankeniheny ;
- Enfin, la troisième partie consiste à voir la place de l'homme dans la transformation des paysages locaux. Il s'agit de retracer les différentes étapes de l'organisation du territoire depuis les temps anciens jusqu'à maintenant.

PREMIERE PARTIE :

*LE CADRE PHYSIQUE, SUPPORT FAVORABLE A LA
DYNAMIQUE DES PAYSAGES*

PREMIERE PARTIE

LE CADRE PHYSIQUE, SUPPORT FAVORABLE A LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES

Cette partie du mémoire est consacrée à l'étude des conditions naturelles (structure, hydrographie et sols, milieux bioclimatiques)

CHAPITRE I - A L'ORIGINE, UNE DUALITE STRUCTURALE

De la fin du tertiaire au quaternaire récent, le volcanisme a participé à la mise en place du massif de l'Ankaratra. Celui-ci recouvre le substratum constitué de migmatites et de gneiss (groupe d'Ambatolampy).

I-1- Une dualité géologique

La zone d'étude est située sur le versant nord-est du massif de l'Ankaratra. Deux grands groupes de roches existent dans ce secteur : les roches cristallines du socle précambrien et les roches volcaniques (croquis n°04).

I-1-1- les roches du socle

Selon Bésairie H (1957), ce substrat cristallin, métamorphique, appartient au groupe d'Ambatolampy formé de micaschistes, de gneiss à graphite et de migmatite. Selon Hottin G (1966), il correspond à un niveau stratigraphique dont la puissance totale est estimée à 2000 m et qui montre l'association d'un ensemble de roches à faciès ectinitiques à dominance schisteuse (gneiss surmicacés à biotite, sillimanite et grenat) et de formations quartziques hyperalumineuses carbonées (bancs à graphite) et calciques, ces dernières étant localisées à la base.

Ces roches affleurent rarement en surface à cause de la forte épaisseur des altérites et des épanchements de laves qui souvent les recouvrent.

I-1-2- les roches volcaniques

Les laves de l'Ankaratra peuvent se décomposer en deux grands groupes : le groupe des laves trachytoïdes dans lequel rentrent toutes les roches de la série acide, le groupe des laves basaltoïdes dans lequel on peut inclure les roches de la série basique ancienne et celle de la série moyenne des ankaratrites.

Bésairie H (1973) distingue quatre phases principales dans le volcanisme de l'Ankaratra.

Phase I : trachytique avec phonolites (série acide)

Phase II : andésites et basaltes (série basique ancienne)

Phase III : ankaratrites (série basique moyenne).

Phase IV : basaltes néphéliniques ou basanites avec volcans parfaitement conservés (série basique récente)

Les produits émis, durant la phase I, sont surtout caractérisés par des trachytes disposés en dômes. Durant les phases II et III, on a d'épaisses couches de matériaux tendres (tufs, scories) mélangés à des projections basaltiques ; entre ces couches, s'intercalent des coulées minces de roches compactes, résistantes à l'érosion, surtout en altitude car peu altérées, et constituées surtout de basaltes (phase II) et d'ankaratrites (phase III).

En général, les matériaux d'émission sont peu apparents car particulièrement affectés par l'altération ou disparaissant sous la couverture végétale.

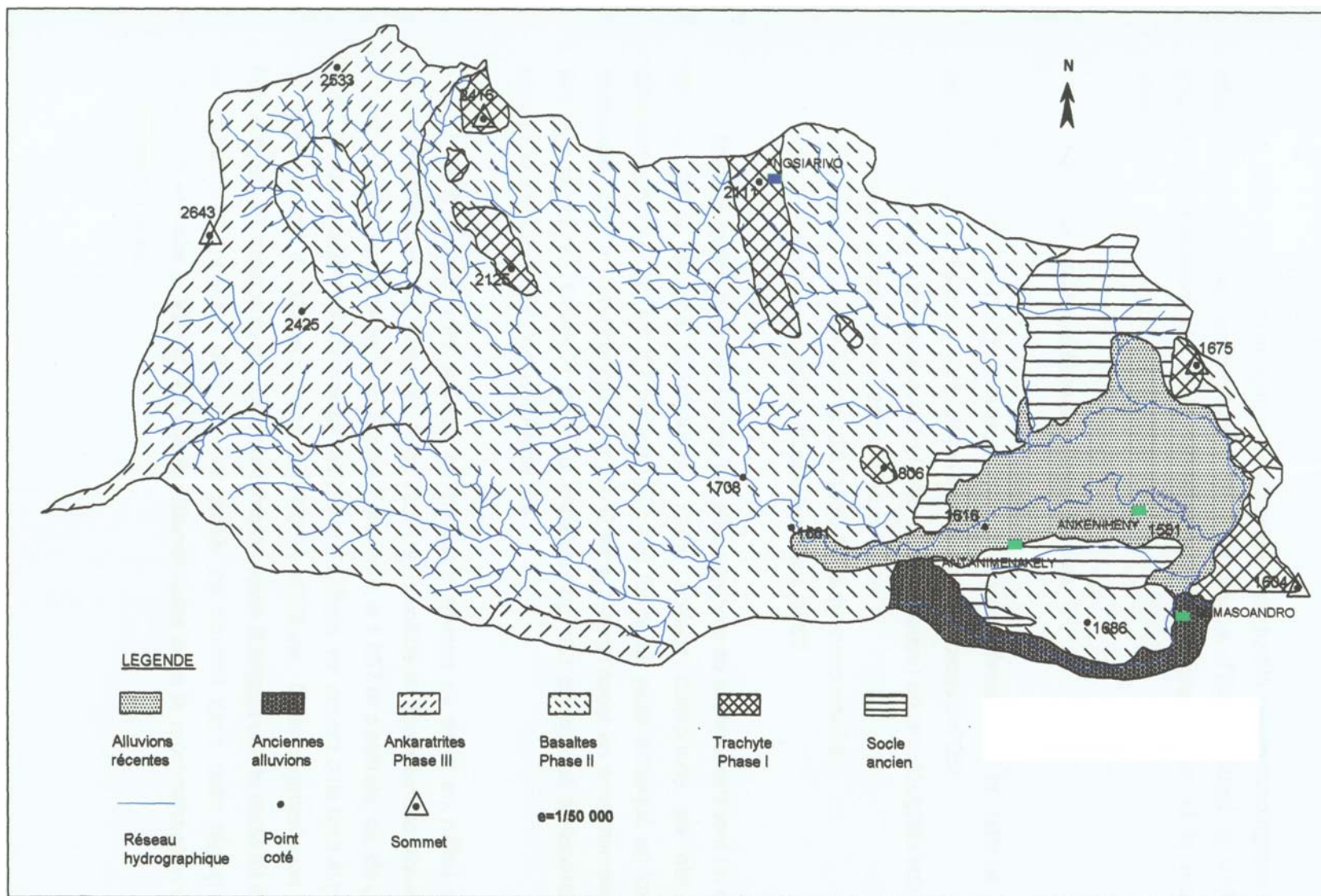
Dans la zone d'étude, les trachytes de la phase I apparaissent en dômes plus ou moins altérés. En suivant la route de la station, on voit les premiers affleurements à Andalantsoavaly au PK10. Au nord-ouest de la plaine alluviale d'Ankeniheny, le dôme trachytique de Lavatehezana s'altère en belle bauxite blanche. Plus en altitude, on peut remarquer le dôme d'Anosiarivo et celui d'Ambohimirandrana. A Andalantsoavaly, on peut noter la présence de la zone de contact entre le socle et le trachyte altérés sur le flanc sud du dôme trachytique.

Les basaltes de la phase II couvrent la grande majorité de la zone étudiée. Dans les zones de basse altitude, à moins de 2000m, les basaltes sont fortement altérés et forment la plupart des terrasses sommitales des interfluves. On peut citer en exemple les terrasses d'Amby, d'Ambatomena, de Sarobaratra. A ces altitudes, la surface de la terrasse basaltique est fortement ferralitisée et subit localement une induration avec présence de concrétions et ou de cuirasse ferrallitiques, comme c'est le cas à Ambatomena, Amby, Nosiarivo. Lorsque la surface sommitale est trop étroite, permettant un ruissellement intense, la ferrallitisation n'a pas eu le temps de s'installer et l'altération reste alors très limitée. C'est le cas de la coulée basaltique d'Anivorano qui présente à son sommet un bel affleurement de basalte très peu altéré. Par contre, les versants de la colline sont ferrallitisés et sur une terrasse à mi-pente, on peut même noter la formation d'une cuirasse ferrallitique.

Sur les fortes pentes des versants des hautes vallées, les affleurements des coulées de basaltes, intacts du fait des hautes altitudes ne dépassent jamais une épaisseur de 10 à 15m (Mottet G, 1974).

Les ankaratrites apparaissent aux sommets du massif et couvrent une grande partie des zones de plus de 2 000 m d'altitude : Tsiafajavona, Mahafompona.

Des alluvions récentes, noires et fertiles recouvrant une couche de conglomérat de base constituée de galets roulés, l'ensemble provenant de l'érosion des roches volcaniques, occupent les zones des dépressions.



Croquis N° 04: CROQUIS GEOLOGIQUE SIMPLIFIE DU BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY
(Sources : feuille Antsirabe - Ambatolampy, 1/200000, observations sur terrain)

I-2- Une dualité géomorphologique

A cette dualité géologique se superpose une dualité géomorphologique. En effet, du point de vue géomorphologique, on distingue, d'Est en Ouest, la surface d'érosion mésotertiaire du socle, légèrement inclinée vers l'Ouest et le massif volcanique.

I-2-1 : La surface d'érosion mésotertiaire

Bourgeat F (1972) distingue trois niveaux d'érosion à la latitude de Antananarivo dont l'altitude varie en fonction des zones (croquis n°05) :

- la surface supérieure ou S1 (1 650 m à Ankazobe) encore désignée sous le nom de niveau des « Tampoketsa »;
- la surface intermédiaire ou S2 (1350-1450 m) mésotertiaire ;
- des niveaux locaux d'aplanissement ou S3

Dans la région d'Ambatolampy, les affleurements du socle constituent un des témoins de la surface intermédiaire. Cette surface commence au plateau d'Antsampandrano, à l'est d'Ambatolampy ; elle forme un relief disséqué en longs interfluves dont les sommets plongent sensiblement vers l'ouest en sens inverse du drainage actuel de l'Onivé. A partir d'Ambatolampy, elle commence à disparaître sous la couverture volcanique de l'Ankaratra.

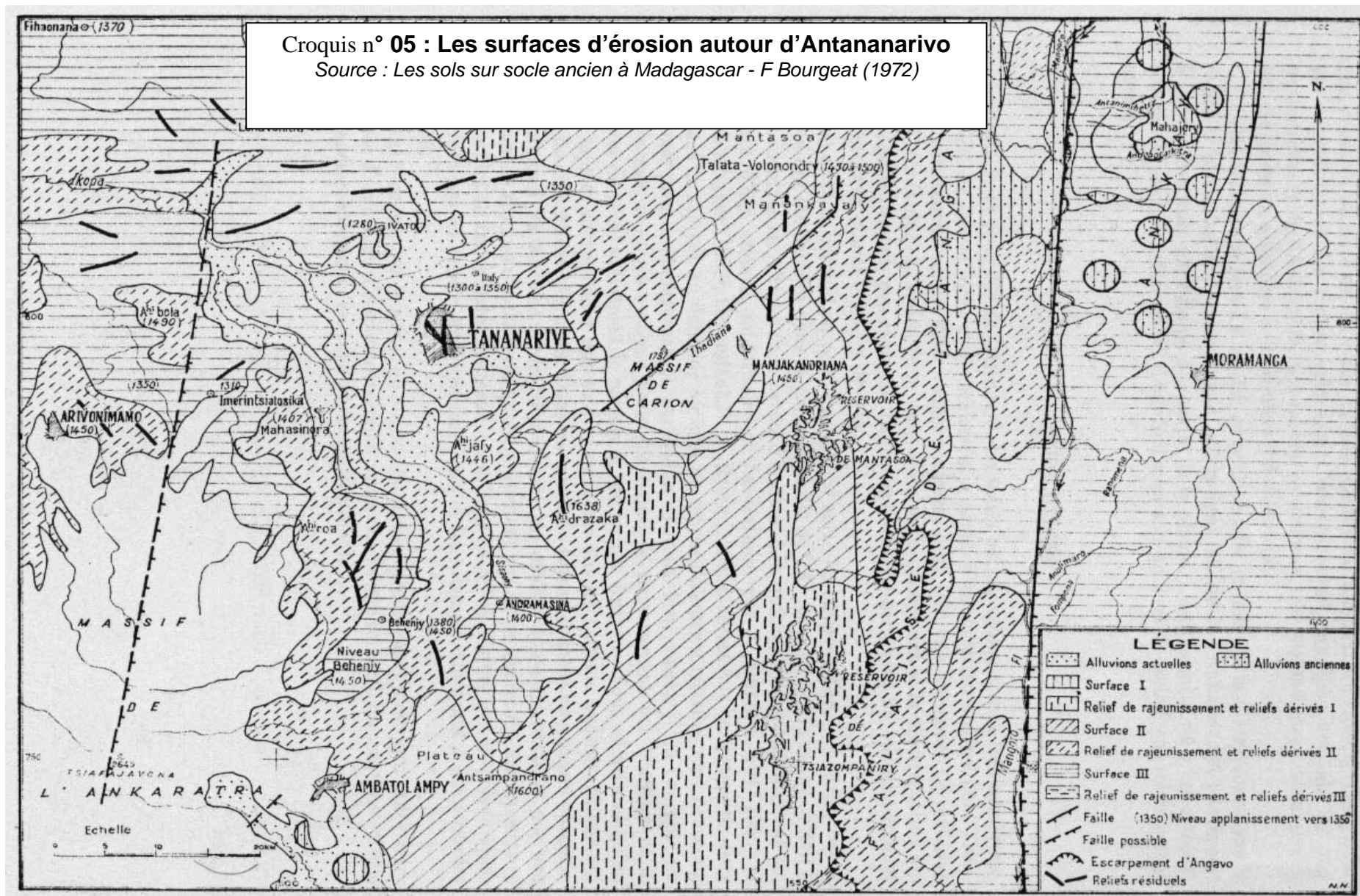
Plus à l'ouest, cette surface intermédiaire affleure ça et là au milieu des coulées basaltiques : par exemple, le quartzite de la colline de Tsangambatonintaolo, à partir du PK 6 sur la route de la Station Forestière, à 1 657 m d'altitude, ou, de part et d'autre de la vallée d'Antanimietry, à 1650 m d'altitude, ou encore plus haut et plus à l'ouest au col de Mahafompona à 2200 m d'altitude. Cette augmentation de l'altitude des affleurements du socle confirmerait selon Bourgeat que le socle ait subi un bombement important dont la zone axiale se situerait dans cette région de l'Ankaratra et limite la valeur des critères altimétriques dans la reconnaissance des différentes surfaces.

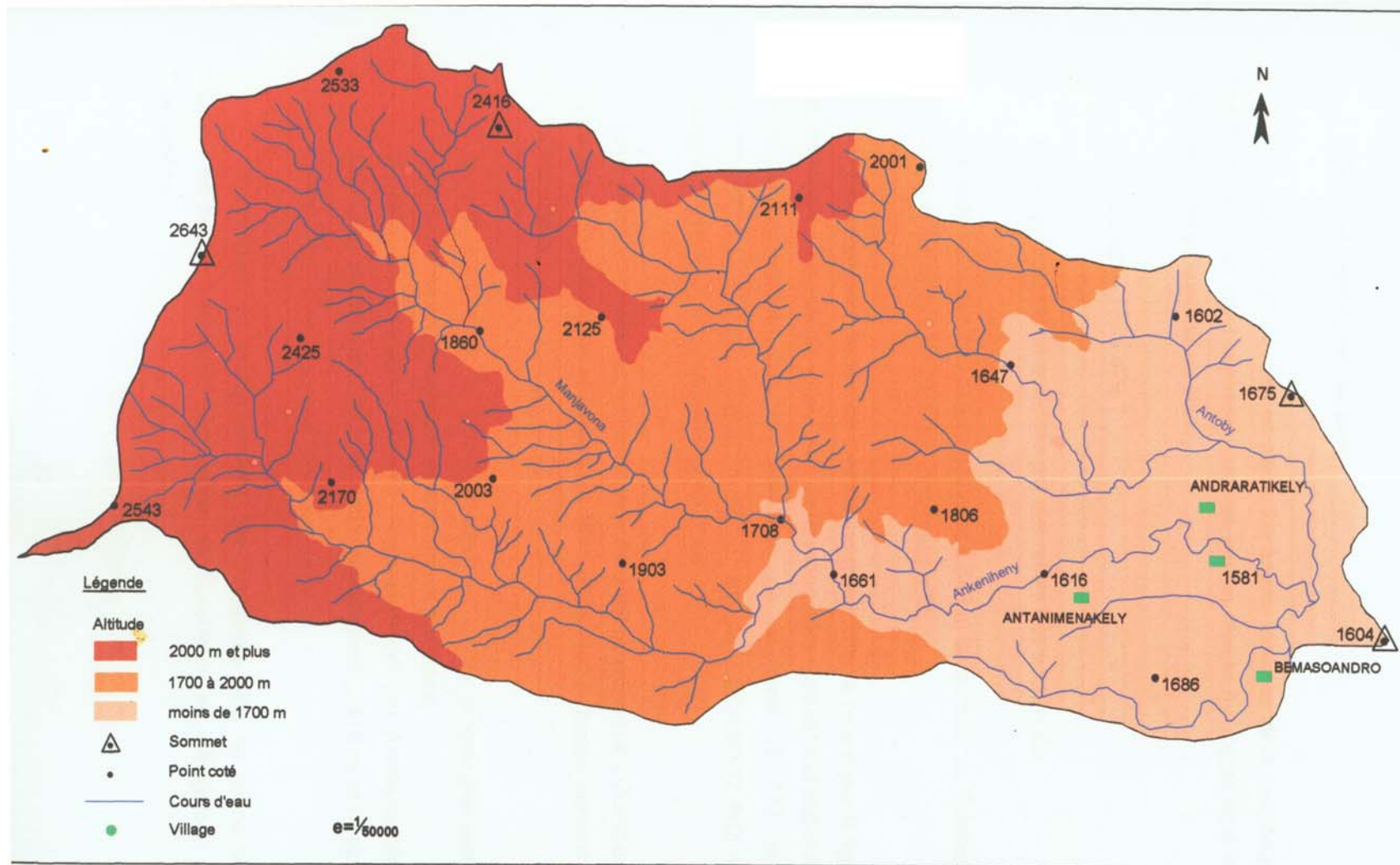
I-2-2- Le massif volcanique

« C'est le massif le plus important et le plus varié de tous les massifs volcaniques de Madagascar. Ce dernier s'allonge du nord au sud, sur une centaine de kilomètres entre Arivonimamo et Antsirabe » (Bésairie H, 1957).

Les éruptions ont débuté à la fin du Tertiaire pour cesser au Quaternaire récent. C'est donc un massif jeune formé de matériaux volcaniques empilés sur le socle métamorphique précambrien.

Les produits d'émission volcanique ont formé un massif qui culmine à plus de 2000 mètres (2643 m à Tsiafajavona, 2416 m à Ambohimirandrana, 2543 m à Mahafompona). Le massif plonge en pente raide vers l'Est jusqu'à Anivorano. D'Anivorano à Ambatolampy, les projections basaltiques forment des collines d'altitude subégale.





Croquis N° 06: CROQUIS TOPOGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY
(Sources : FTM 048, 1965)

I-3- Relief, hydrographie, sols

Une fois la structure mise en place, les agents externes de la morphogénèse l'ont façonné en un relief contrasté traversé par un réseau hydrographique dense. Des sols variés se sont mis en place.

I-3-1- Un relief contrasté

La topographie est caractérisée par des reliefs très accidentés.

L'altitude varie de 1 550 m à l'exutoire et 2 643 m au sommet du Tsiafajavona, soit une dénivellation de plus de 1 000 m (croquis n°6).

Le bassin versant de la rivière Ankeniheny est limité à l'ouest par la ligne de crête principale du massif de l'Ankaratra de direction nord-nord-est sud-sud-ouest en passant successivement par les sommets de Marirana (2 533 m), de Benomonona (2 478 m), d'Ankaratra (2 607 m), de Tsiafakafo (2 602 m), de Tsiafajavona (2 643 m) et de Mahafompona (2 561 m).

Deux lignes de crêtes secondaires perpendiculaires, orientées d'Ouest en Est, rejoignent la ligne principale et limitent au Nord et au Sud le bassin versant de la rivière Ankeniheny :

- il s'agit au sud, de la ligne de crête qui monte progressivement vers Mahafompona en passant par Analatsama et Ankafotra,
- au nord, on a la ligne montant progressivement par Andriandahitokana (2 014 m), Anosiarivo (2 111 m), Ambohimirandana (2 419 m) et l'Ankavotra (2 522 m).

A l'intérieur du bassin versant, des interfluves plus ou moins érodés séparent les hautes vallées de Malakialina, de Tavolotara, de Manjavona et de Tsaratanàna.

La vallée de Malakialina débouche directement dans la plaine alluviale d'Ankeniheny. Par contre, les trois autres vallées confluent dans la vallée d'Antezina. Cette dernière constitue la partie amont de la terrasse alluviale d'Andranomaria et communique, par une vallée étroite située au niveau d'Antanimietry, à la plaine alluviale d'Ankeniheny. Le creusement de la vallée d'Antanimietry par la rivière Ankeniheny à travers l'ancien interfluve Anosiarivo-Anivorano a radicalement modifié le tracé hydrographique et a isolé la colline d'Anivorano dont la forme en dôme et la couverture basaltique lui a valu l'appellation de dôme coulée (Mottet G, 1 974).

I-3-2- Un réseau hydrographique dense

Le bassin versant est arrosé par l'Ankeniheny et ses quatre affluents principaux : l'Antoby, le Tavolotara, le Manjavona et le Tsaratanàna. Il faut y ajouter deux autres affluents de moindre importance : le Fieferamanga et l'Antsimbotrikely (croquis n°07). L'Ankeniheny constitue par ailleurs l'un des affluents de l'Onive

La rivière Ankeniheny et son affluent Antoby irriguent le bassin alluvial. Du côté sud, la petite rivière de Antsimbotrikely et son affluent Fieferamanga occupent une place particulière. En amont du bassin alluvial, les trois autres affluents déversent leurs eaux dans la rivière Antezina (nom donné à la partie de l'Ankeniheny en amont de la vallée d'Antanimietry). Cette dernière débouche dans la plaine alluviale au sortir de la vallée d'Antanimietry.

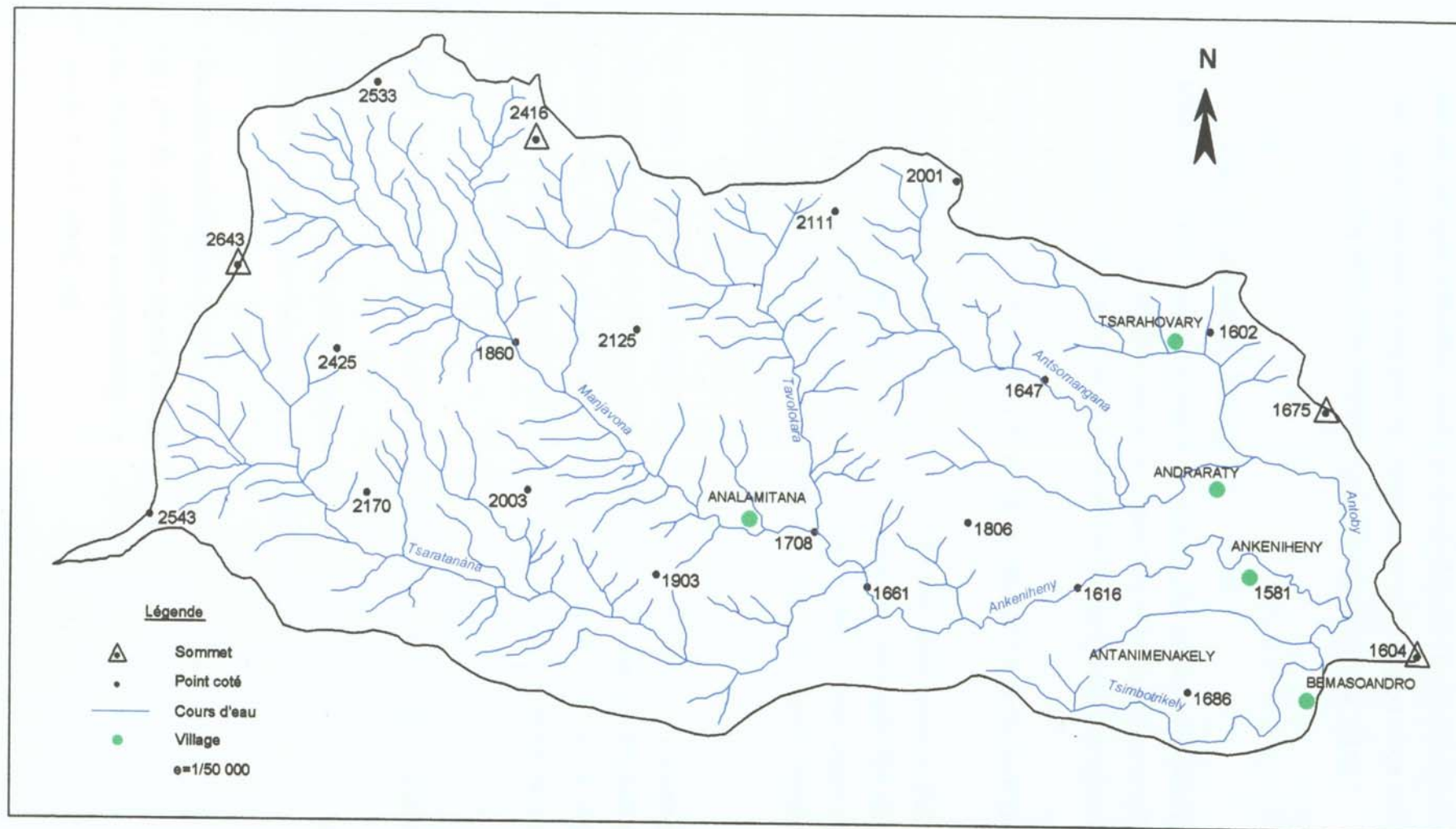
Traversant le milieu du bassin, la rivière d'Ankeniheny est le type même du cours d'eau de montagne aux eaux claires et tumultueuses. Elle dévale à toute allure le bassin alluvial jusqu'à l'exutoire à travers une succession presque ininterrompue de rapides. En période de crue, la traverser devient alors périlleux du fait de la force du courant qui parvient à transporter des galets de toutes dimensions.

Tsimbotrikely a sa source du côté Sud d'Anivorano. Il coule dans un vallon orienté d'ouest en est longeant la base sud du dôme. Ce vallon est formé d'une suite de petits marécages et d'étangs séparés par des petits rapides et aménagés localement en rizières. Le cours d'eau contourne ainsi le front de la coulée

d'Anivorano et se déverse finalement dans l'Ankeniheny après une cascade et une suite de rapides. Au passage, il collecte les eaux de Fieferamanga.

Ce dernier a creusé dans la partie Sud du bassin alluvial un vallon profond de 20 à 30 m et large de 30 à 300 m.

Antoby serpente la base de l'interfluve formant la limite Nord et Nord-Est du bassin. C'est un cours d'eau très lent, à très faible action érosive ; à la moindre montée de l'eau, la rivière sort de son lit et déborde dans les rizières alentours. La stagnation peut durer de 2 à 3 jours et même une semaine ; ce qui fait le cauchemar des riziculteurs concernés.



Croquis N° 07 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY (Source: FTM 048, 1965)

Les autres affluents de l'Ankeniheny, Tavolotara, Manjavona et Tsaratanàna, sont également de type torrentiel marqué, avec chacun, une multitude d'affluents secondaires. Leur caractère torrentiel est évidemment en relation avec une pente qui devient de plus en plus forte vers l'amont, tout au long de leur parcours :

Exemples :

- En remontant la rivière Ankeniheny,
- du pont Ankeniheny jusqu'au premier confluent, la pente est environ de 2%.
- Pente de 8.8% sur le Manjavona entre le premier et le deuxième confluent
- Sur le Tsaratanàna, une pente de 6.4% en remontant jusqu'à Angorodona.

Le trajet des cours d'eaux est ainsi constamment ponctué de rapides.

Les cascades ne sont pas rares : Antsimbotrikely, Andohariana, Angorodona, Anosiavivo en constituent des exemples. Très présentes aux altitudes de plus de 1 800 m, là où les températures freinent l'altération des roches, elles dépassent cependant rarement une hauteur de 10 m, hauteur correspondant à l'épaisseur des couches dures de basalte.

La zone étant bien arrosée, les cours d'eau sont tous pérennes, biens alimentés presque toute l'année. La période d'étiage se situe entre Juillet et Octobre. En conclusion, le réseau hydrographique est très dense, les cours d'eau bien alimentés ; ce qui justifie le rôle de château d'eau que joue le massif de l'Ankaratra pour les régions environnantes.

I-3-3- Des sols variés en fonction de l'altitude et de la topographie

Le bassin versant d'Ankeniheny présente une assez grande variété de sols en rapport avec la topographie. On peut en distinguer six types principaux :

- les sols ferrallitiques rouges.
- les sols ferrallitiques bruns humifères.
- les sols alluviaux biens drainés
- les sols hydromorphes

- les sols tourbeux
- les andosols

I-3-3-1- Les sols ferrallitiques rouges

Ce sont des sols typiquement tropicaux. Ils se sont formés par ferrallitisation ou latéritisation d'une roche mère cristalline ou volcanique.

Ils apparaissent surtout au niveau des sommets des interfluves et des replats situés aux altitudes de moins de 2000 mètres (Ambatomena, Andalantsoavaly, Amby, Sarobaratra, Nosiarivo), à quelques endroits de la terrasse alluviale d'Andranomaria (Fonenantsoa, Bemasoandro), ainsi que dans la partie Sud de la plaine d'Ankeniheny (à l'Est et au Sud du village d'Ankeniheny).

Quand ils se sont formés sur basalte, ils sont caractérisés par un horizon A humifère brun rouge à rouge vif sur un horizon B argilo-limoneux passant au rouge et devenant plus argileux en profondeur (Roederer P, 1971). Sur socle cristallin, ces sols ont des horizons plus clairs, l'horizon B virant progressivement à toutes les nuances du rose.

Le PH est moyennement à faiblement acide dans tous les horizons ; la teneur en matière organique varie entre 4 et 7%, le rapport C/N entre 12 et 14. L'étape ultime de la ferrallitisation est la formation de cuirasse latéritique, véritable roche néoformée.

On peut citer l'exemple d'Andalantsoavaly où ce sont les basaltes qui sont ferrallitisés. Sur le sommet de la colline, on a un sol squelettique avec la présence de produits volcaniques fortement altérés (scories, galets de basaltes) mélangés aux concrétions ferrallitiques. De l'autre côté du bassin versant, sur la terrasse sommitale d'Ambatomena et d'Amby, les concrétions sont entièrement agglomérées et constituent une cuirasse épaisse et très dure de 30cm à 1m. Cette cuirasse est exploitée par les habitants pour tailler des moellons utilisés dans les constructions (habitat, tombeaux). Les concrétions sont utilisées pour la couverture des routes ou servent de gravillons, après lavage, pour les dallages.

L'érosion, très active, a, par endroits, enlevé complètement l'horizon A et mis à nu la cuirasse ferrallitique.

Dans la zone étudiée, les cuirasses et les concrétions ferrallitiques sont généralement localisées sur des replats à mi-pente comme à Anivorano, ou sur la terrasse alluviale d'Andranomaria ou encore sur des terrasses sommitales (Sarobaratra) (figure n°01). Nous entendons par terrasse, une étendue de terrain subhorizontale, entaillée par l'érosion ultérieure. Une terrasse alluviale s'est formée sur d'anciennes alluvions. Une terrasse sommitale se rencontre au sommet d'une interfluve ou d'une colline.

En effet, la formation d'une cuirasse peut s'expliquer de la façon suivante.

- pendant la saison chaude et pluvieuse, le fer est libéré en profondeur par l'altération de la roche-mère ; au niveau d'une terrasse sommitale, il reste sur place dans l'horizon de sa formation, l'horizon C, tandis qu'au niveau d'une pente, il se déplace par lessivage isoclinal qui l'amène vers le glacis où, évidemment, la pente affaiblie permet une certaine accumulation,
- durant la saison sèche, l'évaporation provoque la remontée de l'eau du sol par capillarité, ce qui entraîne la concentration du fer dans un horizon supérieur du sol, précisément l'horizon B, sous forme de concrétions qui s'agrègent progressivement en cuirasse là où les plus fortes concentrations sont favorisées, c'est-à-dire au niveau des terrasses et des replats.

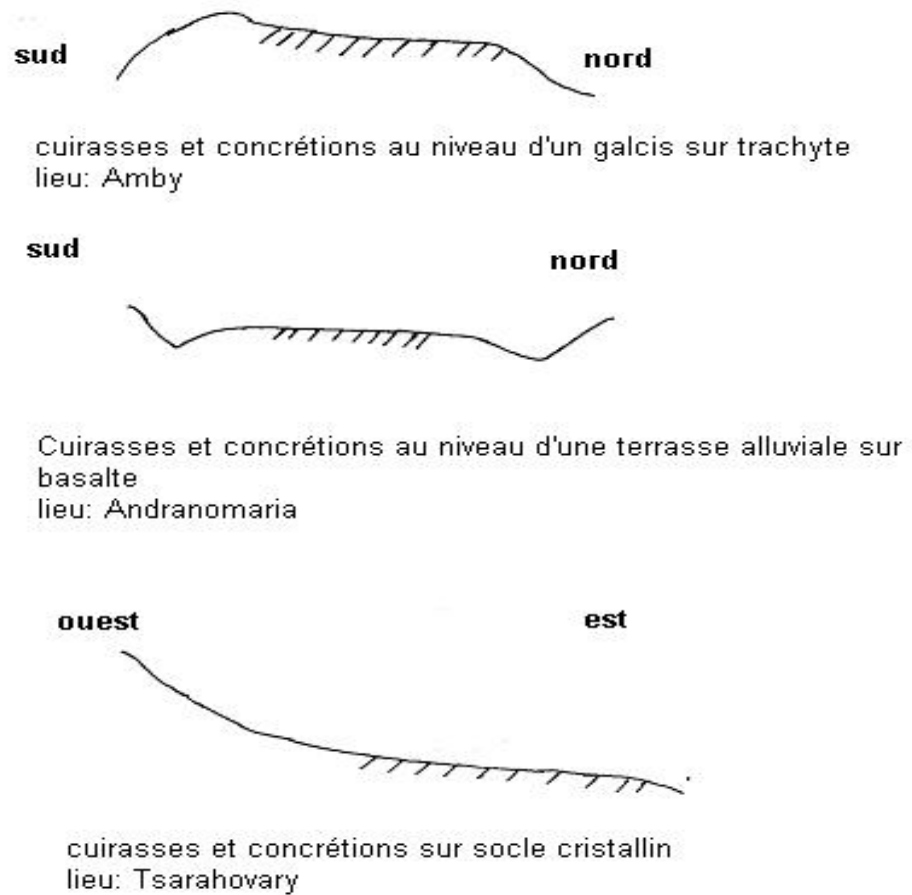


Figure n° 01 : Exemples de localisation de cuirasses et de concrétions
(Source : observations sur terrain)

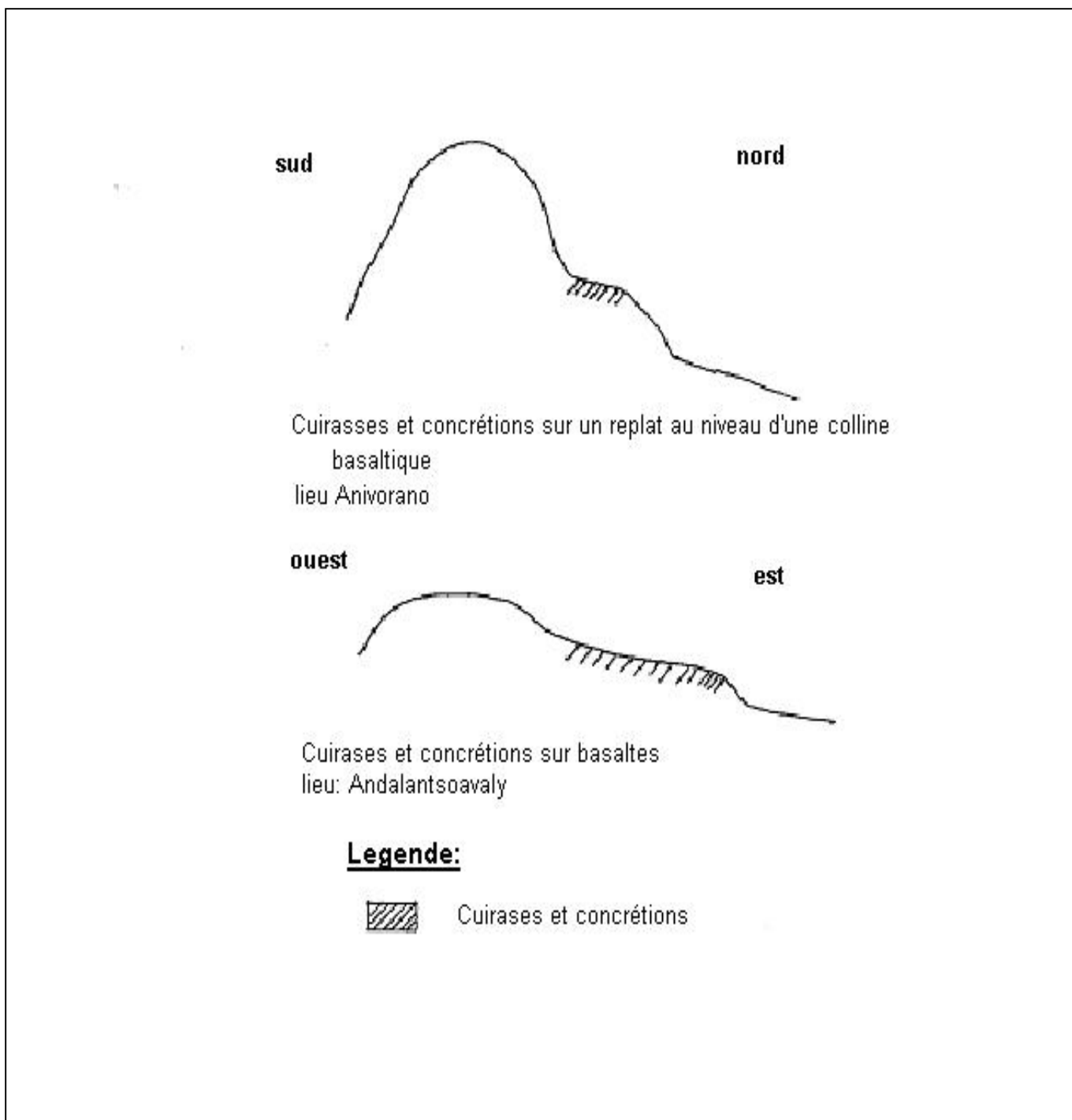


Figure n° 02 : Exemples de localisation de cuirasses et de concrétions
(Source : observations sur terrain)

On peut penser que le phénomène de cuirassement n'est pas un phénomène uniquement actuel mais a débuté dès le Tertiaire. Il a ainsi pu affecter sans distinction les roches existantes riches en fer de la région, comme les couvertures volcaniques (andésites ou basaltes), les affleurements du socle cristallin ou les alluvions des terrasses alluviales les plus anciennes. Le climat tropical ambiant et la

diminution de la pente au niveau des terrasses et des replats lui ont été particulièrement favorables.

I-3-3-2- Les sols ferrallitiques humifères bruns

D'après Roederer et al (1971), ce sont des sols ferrallitiques formés sur roches basaltiques altérées, qui présentent un horizon A humifère brun à brun foncé de bonne structure atteignant parfois 35cm de profondeur. Il semble donc que ce soit une étape intermédiaire vers la formation des sols ferrallitiques rouges. L'horizon argilo-limoneux sous-jacent présente une coloration jaunâtre ou violacée avec ou non des fragments de basalte. La teneur en matière organique est élevée en surface (20%), le rapport C/N est compris entre 10 et 14.

Ils occupent une grande partie des pentes du bassin versant jusqu'à une altitude de 2 100 m. Ce sont donc des sols assez jeunes, qui ont subi un degré de ferrallitisation moins poussée que les sols ferrallitiques rouges mais plus riches que ces dernières en matière organique.

I-3-3-3- Les sols alluviaux bien drainés

Ils constituent la majorité du fond du bassin alluvial d'Ankeniheny et des talwegs des principaux affluents.

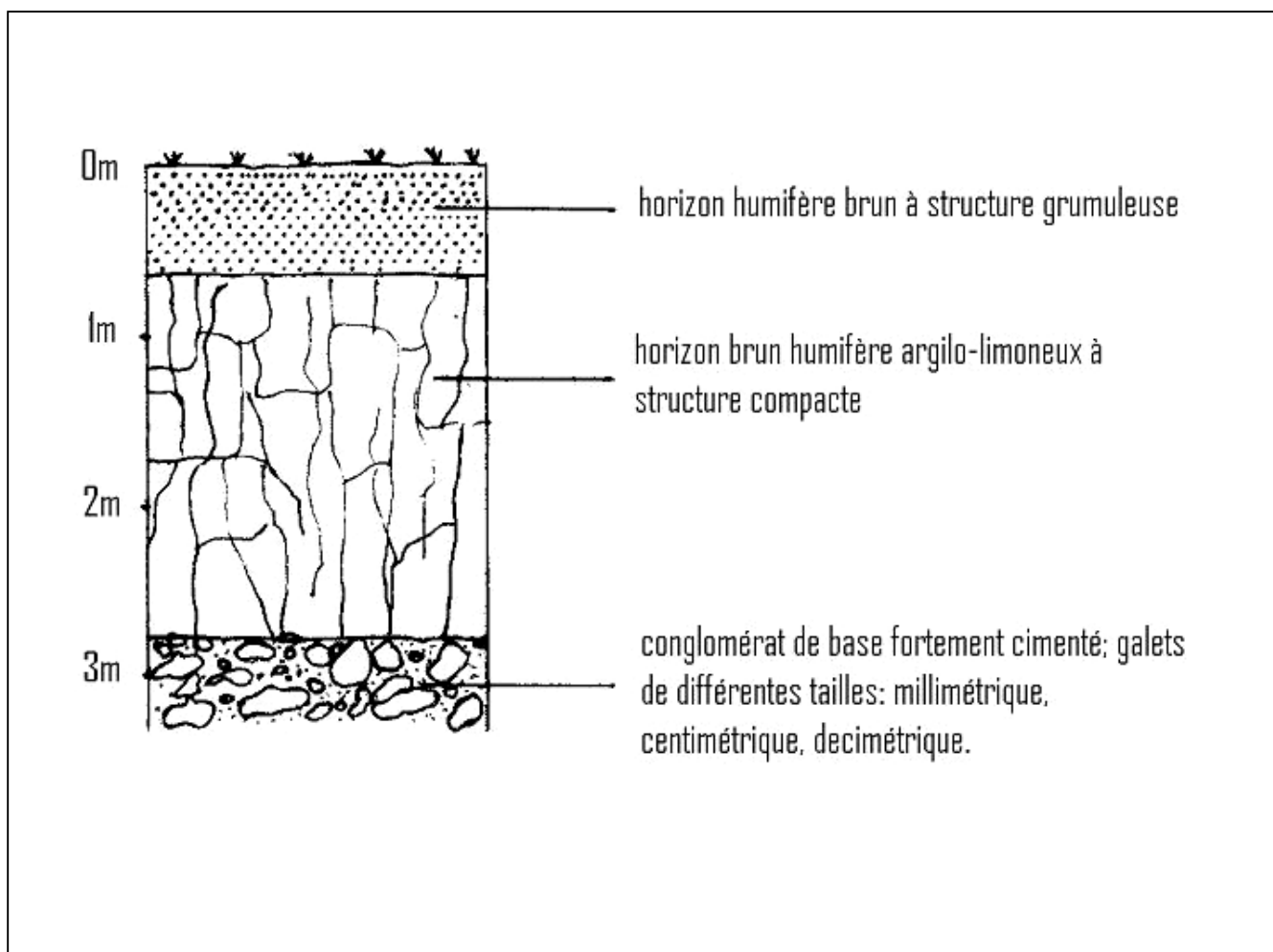


Figure n° 03 : Coupe d'un sol alluvial, lieu : près du village Ankeniheny

(source : observations sur terrain)

Le profil montre: (figure N°03)

- Un horizon A : humifère brun à structure grumuleuse
- Un horizon B : horizon humifère argilo limoneux à structure compacte
- Un horizon C : conglomérat de base fortement cimenté.

Il est probable que ce type de sol provienne de l'évolution par assèchement progressif des alluvions lacustres et des sols tourbeux des vallées ou de l'ancien lac ou marécage d'Ankeniheny, ce qui explique leur richesse en matières organiques. Les cendres volcaniques et les particules argileuses amenées par l'érosion torrentielle des bassins versants auront contribué à sa richesse minérale constituée surtout d'argile.

I-3-3-4- Les sols tourbeux

. Localisés en quelques endroits au niveau des zones humides mal drainées des bas fonds de la plaine alluviale d'Ankeniheny (Fieferamanga, Amboanjobe), les sols tourbeux sont des sols formés en présence permanente d'eau stagnante et qui sont couverts d'une végétation aquatique dense et touffue comme les différentes espèces de *Cyperus* (zozoro).

Ils sont caractérisés par la présence d'un horizon A riche en matière organique mal décomposée et acide sur un horizon B argileux. Leur mise en valeur nécessite un drainage préalable.

I-3-3-5- Les sols hydromorphes à gley ou pseudo-gley

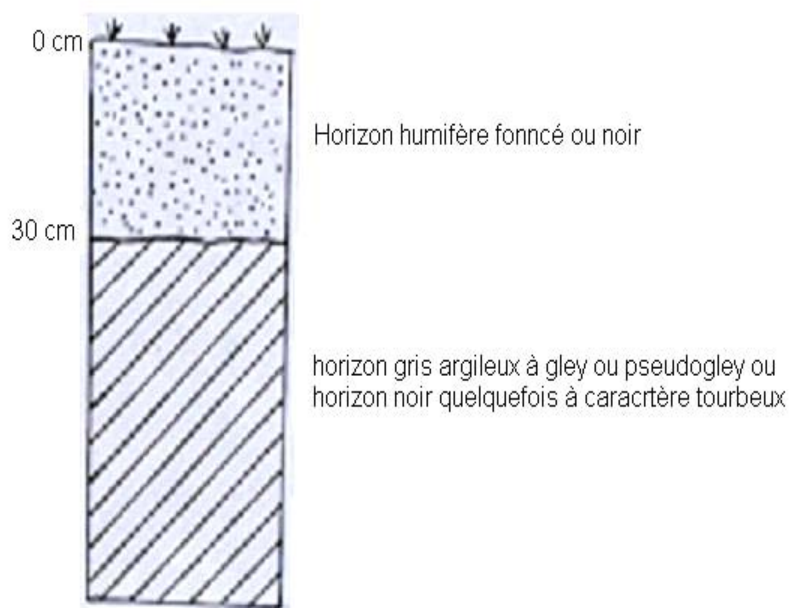


Figure N° 04 : Coupe d'un sol hydromorphe sur une rizière à Antoby
(Source : observations sur terrain)

Ce sont des sols formés en présence permanente ou temporaire d'eau. Ils se distinguent des précédents par leur matière organique complètement décomposée, un pH moins acide ou neutre, donc une fertilité plus grande que les précédents.

Ils forment, dans le bassin alluvial, la totalité des sols de la petite vallée creusée par l'Antoby et une partie de celle de Fieferamanga.

I-3-3-5- Les andosols

Les andosols sont des sols jeunes et les plus fertiles du bassin versant. Leur localisation à haute altitude et sur des reliefs accidentés limite cependant leur mise en valeur.

Ce sont des sols qui se caractérisent par un horizon A noir de texture limoneuse. L'horizon devient brun à partir de 60cm de profondeur et comporte des fragments de roches basaltiques : c'est donc l'horizon C (figure n°05). Le pH est acide et tend vers la neutralité en profondeur (Roederer, 1971). L'épaisseur totale de ce sol jeune dépasse rarement deux mètres.

Les andosols sont caractérisés par leur forte teneur en matière organique.

Notons enfin que presque tous les sommets, en haute altitude, sont occupés soit par des andosols squelettiques recouverts d'une maigre végétation soit par des affleurements de roches mères peu ou pas altérées .

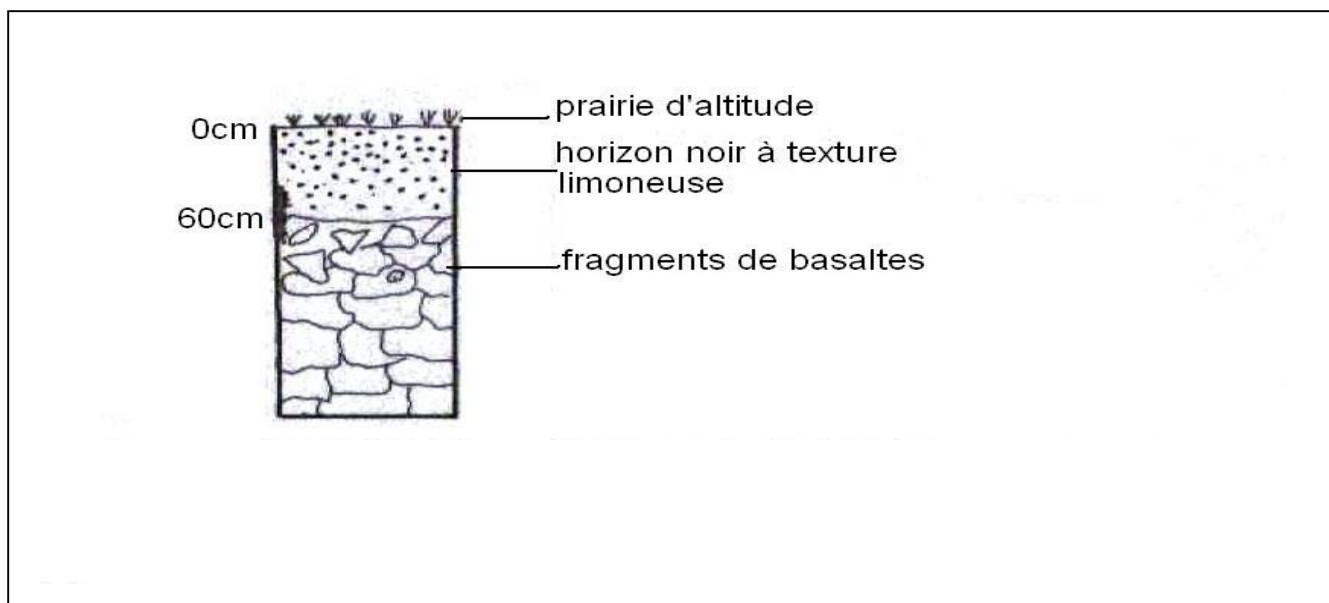


Figure n°05 : Coupe d'un « andosol », altitude plus de 2000m

(Source : observations sur terrain)

En général, les sols varient suivant l'altitude (figure n°06).

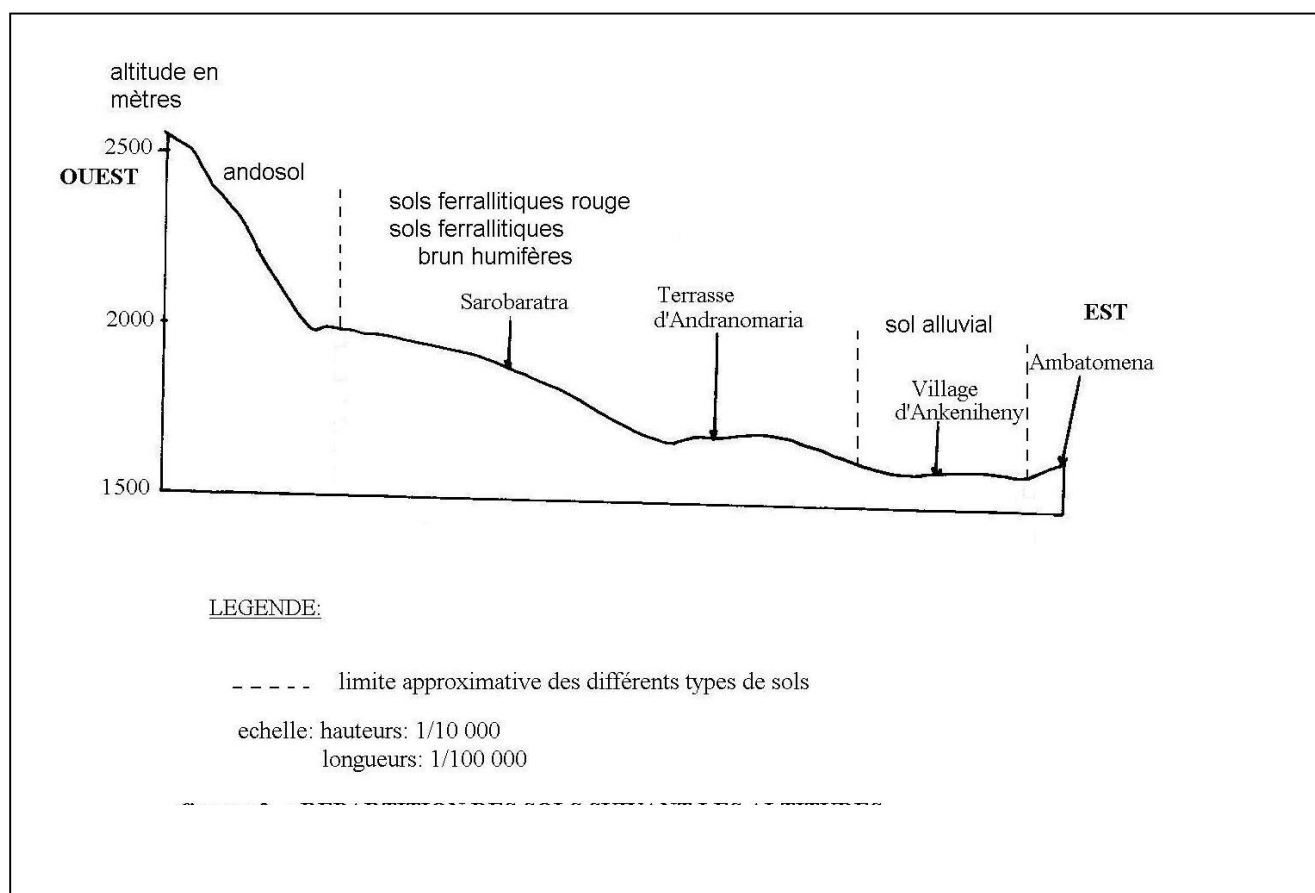


Figure n°06 : Répartition des sols suivant les altitudes

(Source : observations sur terrain)

CHAPITRE II - UN CADRE BIOCLIMATIQUE PARTICULIER

II-1- Un climat tropical d'altitude

Le bassin versant étudié se situe dans la zone intertropicale (19° de latitude sud) avec des altitudes comprises entre 1550 mètres à l'exutoire du bassin alluvial et 2643 mètres à son point le plus élevé, Tsiafajavona. De plus, appartenant au versant oriental des Hautes Terres Centrales, il se trouve exposé à l'influence directe des alizés humides venant de l'Océan Indien. Cette situation particulière lui vaut de disposer d'un climat tropical d'altitude se caractérisant par l'existence de deux saisons différenciées :

- Une saison chaude et humide
- une saison fraîche et à faible précipitation

Le tableau ci-après nous renseigne sur les variations moyennes des précipitations au cours de l'année.

Tableau N°01: variations moyennes des précipitations et des températures
(moyennes sur trente ans, de 1951 à 1980)

	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
précipitation	289.2	317.1	348.2	130.9	56.9	36.7	36.5	40.9	44.3	111.6	235.1	344.3
CPM	1.7	1.9	2	0.8	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	1.4	2
température	18.2	18.2	17.7	16.8	14.7	12.4	12.2	12.3	14.2	15.9	17.3	17.7

Source : service météorologique

II-1-1 : De novembre à mars, une saison chaude caractérisée par l'abondance des précipitations

II-1-1-1- Une saison humide

A Manjakatampo, 1533.9mm de précipitations ont été enregistrées de novembre à mars. Ce qui représente les trois quarts (77%) de la précipitation totale qui est de 1991.7mm. Les mois les plus arrosés correspondent donc aux mois les plus chauds.

Les coefficients pluviométriques mensuels sont tous supérieurs à 1. Cela veut dire que la réserve en eau au niveau des nappes souterraines devient progressivement

excédentaire. Le ruissellement est favorisé au détriment de l'infiltration surtout au niveau des terrains dénudés. Les mois de décembre et de mars reçoivent le maximum pluviométrique avec, respectivement 344.3 et 348.2mm. On a surtout des précipitations sous forme de pluies orageuses, dues à l'ascension des masses humides (pluie de convection) et aux mélanges des courants de mousson du nord-ouest (mousson) avec l'alizé du sud est. La saison estivale est marquée en plus par des fréquentes pluies cycloniques. La rosée peut être abondante au lever du jour, les matinées sont belles, mais généralement dans l'après midi, les concentrations orageuses reprennent et assombrissent l'Ankaratra, et c'est la pluie.

Le volume des précipitations augmente progressivement avec l'altitude. Les hauts sommets de l'Ankaratra enregistrent plus de 3m de précipitation par an (Lennertz et all, 1994, 82p). Certains auteurs avancent même que les domaines montagnards au-dessus de 2300 mètres sont des domaines extra tropicaux.

II-1-1-2- Une saison chaude

De novembre à mars, les températures moyennes mensuelles sont presque constantes, entre 17 et 18°C. Les maxima mensuels restent quasiment stables d'un mois à l'autre et tournent autour de 24°C. Les minima mensuels présentent également de faibles variations et se situent entre 10 et 12°C. Cette stabilité des maxima et minima mensuels peut s'expliquer par la forte nébulosité et l'humidité permanente qui règnent durant toute la saison chaude. Cependant, l'écart assez important (entre 12 et 14°C) entre les minima et les maxima mensuels semble provenir des écarts journaliers habituels aux régions situées en altitude.

II-1-2- De mai à septembre, saison froide caractérisée par la faiblesse des précipitations

II-1-2-1- Faiblesse des précipitations

L'examen de données climatologiques de Manjakatampo met en évidence sinon l'absence, du moins la faiblesse de celle-ci durant l'hiver où on reçoit 215.3mm (mai-septembre) de précipitations. Les coefficients pluviométriques mensuels sont inférieurs à 0.5.

Durant cette saison, les précipitations représentent 11% du total annuel. Elles se manifestent sous forme de crachin qui peut durer plusieurs jours, ou sous forme de brouillard, matin et soir, ou encore sous forme de rosée, mais dans ce cas au milieu de la journée le ciel est très pur. Les orages sont très rares.

En l'absence des moussons saisonnières du Nord-Ouest, les précipitations sont dues aux vents d'alizé humide du Sud-Est grâce à la situation sur la façade orientale.

II-1-2-2 - Une saison froide

De mai à septembre, les températures restent assez basses avec des moyennes mensuelles variant de 12 à 14°C. Les minima mensuels oscillent de 6 à 8°C, tandis que les maxima mensuels varient de 18 à 21°C.

A mesure que l'altitude s'élève, les hivers deviennent plus frais et même franchement froids. Les températures matinales descendent fréquemment au-dessous de zéro degré. Selon Mottet G (1974, 446p), les températures minimales sont atteintes avant le lever du soleil où la radiation terrestre est le minimum. Mais dès 8 heures, le froid s'atténue et il n'est pas rare qu'en plein midi on ait 20. Les gels sont très fréquents dans l'Ankaratra. Les variations thermiques diurnes sont assez fortes pendant l'hiver principalement mais aussi, à l'intérieur d'une même saison, des changements importants peuvent survenir d'un jour à l'autre.

Dans la zone forestière, la couverture végétale, en atténuant la force des vents, crée une atmosphère humide et tempérée. De ce fait, elle constitue un microclimat servant

de refuge idéal pour la faune sauvage et pour les troupeaux de bovidés en pacage libre qui y transhument instinctivement durant l'hiver.

II-1-3- les intersaisons

Les données pluviométriques montrent l'existence de deux intersaisons se situant respectivement en avril et en octobre. En effet, les coefficients pluviométriques mensuels durant cette période sont compris entre 0.5 et 1. Ce sont des périodes de transition entre les deux saisons.

En résumé, le bassin versant d'Ankeniheny, de par sa situation en altitude, au cœur du massif, exposé aux alizés du sud-est, jouit d'un microclimat frais et pluvieux favorable à l'élevage et à l'agriculture, assez différent de celui d'Ambatolampy qui ne bénéficie pas de la même situation géographique. C'est une des raisons pour laquelle nous n'avons pas utilisé les données climatiques de cette dernière station pourtant disponibles.

II-2- Une Végétation et une flore assez diversifiées

Le climat humide et l'absence du mois écologiquement sec ont été déterminants pour l'installation d'un climax forestier dans la zone étudiée. En effet, côté phytogéographie, la forêt naturelle de Manjakatampo appartient à la formation de la région centrale orientale du « vent ».

D'après l'étagement de la végétation climacique à Madagascar proposé par HUMBERT (Perrier De La Bathie, 1927), l'étage de la moyenne altitude est couvert d'une forêt dense humide ombrophile appartenant à la série à Tambourissa sp. (Ambora) et Weinmannia sp. (Lalona). Cet étage s'étend entre 800m et 1800m d'altitude et regroupe la forêt à « sous bois herbacé » et la « sylve à lichens ». Au dessus de 2000m, l'étage de haute montagne comporte, dans la strate supérieure, différents genres de la famille des Cunoniaceae, Monimiaceae, Elaeocarpaceae, Hamamélidaceae, Araliaceae, Pitosporaceae, etc., dans la strate moyenne des Euphorbiaceae (Croton sp.), des bambous-lianes (*Mastus capitatus*) et différents arbustes ; enfin, dans la strate inférieure, un tapis riche et dense de plantes herbacées. Les épiphytes deviennent de plus en plus

importants en altitude. Il s'agit principalement de lichens, de mousses, d'orchidées et de fougères qui forment des manchons ou de fines draperies sur les troncs et les branches.

La forêt naturelle de Manjakatempo est relativement pauvre du point de vue floristique comparée à la forêt de l'Est. Elle est composée essentiellement de trois espèces *Dicoriphe viticoïdes* [Tsitsihina] (30,0%), *Weinmannia* sp. [Lalona] (30,6%) et *Ilex mitis* [Lampy vahatra] (11,0%) qui occupent donc au total 71,6% du nombre des tiges par hectare dans la zone la plus dégradée.

Cette relative pauvreté floristique a été constatée très tôt par les scientifiques. En effet, en 1927, déjà, Perrier de la BATHIE décrit la végétation de l'Ankaratra comme une végétation modifiée par l'action dévastatrice de l'homme.

Un autre auteur propose une classification altitudinale de cette végétation (Rabetsitonta G., 1977). Ainsi, il distingue quatre formations :

II-2-1- La forêt à mousse et à sous bois herbacé

Cette formation se rencontre entre 1 600 et 1 799 m d'altitude et notamment dans les talwegs. C'est une formation très complexe, sempervirente et formée de trois strates :

- Strate herbacée : les espèces sont représentées par des Graminées, des Acanthacées et des Fougères.
- Strate de sous-bois : strate composée de plantes ligneuses dont les espèces sont représentées par des familles de Rubiacées, Euphorbiacées, et de Myrcinacées.
- Strate arborescente : elle est constituée de plusieurs essences de types orientaux dont l'altitude a provoqué la diminution de la hauteur du fût et de la grandeur des feuilles. Les espèces sont représentées par des Cunoniacées, Araliacées, Myrtacées, Eleocarpacées, Aquifoliacées, Composées, Erythyroxylacées, Laurasiées, Méliacées, Sapindacées, Hamamélidacées et Monimiacées.

II-2-2- La sylve à lichens

Cette forêt est composée d'éléments des mêmes familles que celles des forêts à mousses, aussi bien dans la futaie que dans les sous-bois. Elle diffère de la précédente

par sa futaie beaucoup plus basse ; ses tiges plus ramifiées ; son feuillage plus réduit ; le nombre de ses épiphytes plus grand ; son sous-bois presque nul et son sol dépourvu de tapis herbacé. Cette situation peut s'expliquer par le fait que plus on monte en altitude, plus les arbres sont branchus et leur taille diminue. Certaines strates disparaissent, les sous-bois ainsi que la répartition des épiphytes est modifiée. Cette formation de sylvie à lichens fait partie de l'étage montagnard de 1 800 à 2 000 m d'altitude.

II-2-3-La brousse éricoïde

Cette formation fait partie de la végétation de l'étage montagnard, à partir d'une altitude supérieure à 2 000 m. Les épiphytes autres que les mousses et les lichens, y sont absents et les arbustes y présentent un port tortueux et une futaie basse. Ces brousses éricoïdes sont constituées essentiellement de familles qui sont les suivantes : Ericacées, Composées, Myrtacées et Flacourtiacées.

II-2-4- La prairie d'altitude

C'est une savane herbacée qui occupe les plus hauts sommets au-dessus de 2 300 m Il est probable que la permanence des vents à ces altitudes a empêché l'installation d'une couverture forestière

II-2-5- Les essences introduites

Depuis la fondation de la station forestière en 1923, une série d'essences forestières exotiques ont été introduites.

A l'heure actuelle, les peuplements exotiques occupent 1600ha. Ils sont essentiellement constitués de pinèdes (Pinus patula, Pinus kesiya et Pinus pinaester) et accessoirement de peuplements d'autres résineux (Cupressus lusitanica) ou feuillus exotiques (Acacia dealbata, Eucalyptus sp. et Achrocarpus fraxinifolius).

Pinus patula (pin argenté)_: est un pin à 3 aiguilles originaire du Mexique où il survient à l'état naturel entre 18° et 21° de latitude nord et 1 850 m à 2 750 m d'altitude. Il

a été introduit à Madagascar en 1923, précisément à la station forestière de Manjakatampo, de provenance mexicaine inconnue. Le bois de Pinus patula fournit une excellente pâte à papier et c'était là la destination initiale du reboisement en pins à Manjakatampo.

Pinus kesyia : est un pin à trois aiguilles originaire du sud-est asiatique où il pousse naturellement entre 12° et 30° de latitude nord et entre 400m à 2 900 m d'altitude. A Madagascar, Pinus kesyia introduit à Manjakatampo en 1928 est d'origine vietnamienne.

Pinus pinaester (ou pin maritime) est originaire de la bordure atlantique du sud-ouest européen et de la Méditerranée occidentale. Il a été introduit à Manjakatampo vers 1930 et planté sur une superficie d'environ 150ha. En 1968 les forestiers français décrivent la croissance lente de ce pin et notamment sa grande sensibilité au vent ainsi que le peu de succès de sa végétation à Madagascar (Chauvet 1968).

L'aspect des peuplements actuels est plutôt désolant : arbres morts sur pied, tiges de port chétif. Il a été observé que les aiguilles de la régénération naturelle, bien qu'abondantes par endroits, jaunissent dès le jeune âge.

Cupressus lusitanica ou cyprès de Portugal est originaire du Mexique aux environs de 21° de latitude Nord. Il est largement répandu entre 1 000 et 2 000 m d'altitude. Cupressus lusitanica a été introduit à la station forestière en 1938.

II-2-6- Les arboreta

En 1 950, des arboreta, périmètres d'essai de différentes espèces introduites, ont été implantés en trois endroits de la Station d'altitudes différentes. Il s'agit de :

- l'arboretum d'Antsomangana à 1 800 m d'altitude.
- l'arboretum des Mimosas à 1 850 m d'altitude.
- l'arboretum de Nosiarivo à 2 000 m d'altitude.

Les deux premiers comportent des conifères et des feuillus et le troisième est réservé uniquement aux essences d'Eucalyptus sp. Non seulement ces arboreta se

trouvent dans des endroits différents, mais se distinguent aussi par leur exposition nord et la nature du sol.

L'arboretum d' Antsomangana, de 13ha, exposition Nord, sur un ancien champ de culture à sol riche, près de la cité ouvrière, à droite de la route d'accès a été un des plus réussis à Madagascar. En partie détruit par le cyclone Geralda de février 1994, cet arboretum l'est totalement après le passage du cyclone Elita en février 2004

L'arboretum des Mimosas, de 7ha, exposition Est, sur sol primitivement couvert de végétation graminéenne, assez lessivé dans quelques parcelles, comporte en général les mêmes espèces que celui d'Antsomangana.

La différence d'altitude entre ces arboreta se fait sentir sur le comportement d'une même espèce et c'est justement pour le mettre en évidence que les essais ont été faits à Antsomangana et répétés à Mimosas ou à Anosiarivo. Ainsi, la plantation d'Eucalyptus diversicolore, originaire de l'ouest de l'Australie, a une réussite presque nulle à Antsomangana alors qu'à Nosiarivo il est assez belle venue.

II-2-7-La savane

La savane herbacée issue d'une ancienne couverture forestière, de vieilles jachères ou des prairies pousse naturellement dans la zone étudiée. Cette savane assure non seulement le pâturage pour les bovins mais aussi les matières premières pour la vannerie, ainsi que les chaumes pour les toitures des maisons. Le fandrotrarana (Cynodon dactylon), le haravola (Trichoptérix stypoïdes), l'horompotsy (Pennisetum pseudotrilicöides) et le kiroro (Pennisetum clandestinum) sont les espèces les plus rencontrées dans cette savane.

Par endroits, on peut rencontrer des buissons occupant une superficie non négligeable surtout dans l'étage montagnard. Ces buissons sont formés essentiellement de Phillipia sp et Helichrysum sp mais dans des autres endroits à basse ou moyenne altitude, on peut également rencontrer d'autres espèces telles que : Crotalaria fulva, Lebbeckia sp, Afromomum angustifolia et Rubus rosaefolium.

II-3 - Une faune assez pauvre

La faune naturelle a été chassée depuis longtemps d'où la faible biodiversité des espèces animales actuelles qui témoigne de la perturbation de l'équilibre biologique provoquée par l'homme.

Les Mammifères sont relativement rares et on n'observe plus que sporadiquement des tenrecs (Tenrec ecaudatus) : trandraka et des hérissons (Setifer setosus) : sokina, des Viverideae, carnassiers endémiques à Madagascar (Viverricula schlegeli) : jaboady ainsi que des Microchiroptères (Misopoda aurita) : manavy. Les travaux de recensement faunistique du Fond Mondial pour la Nature (WWF) à Manjakatempo ; signalent la présence d'un autre Mammifère rongeur : Microgale dobsoni.

Des daims ont été introduits en 1932 de Tchécoslovaquie pour la chasse. L'avifaune est relativement riche (38 espèces selon Nicoll et Langrand, 1989, p.151) et l'on rencontre fréquemment, des rapaces, des ombrettes, des canards, des calaos, des pigeons, des martins pêcheurs ainsi que des bergeronnettes et des coucous, etc. Les faisans provenant de France en 1934, n'ont pas supporté les conditions climatiques et ont depuis longtemps disparu. Le tableau ci-dessous illustre les espèces d'oiseaux rencontrées fréquemment dans la station forestière.

Trois espèces de caméléons ainsi que quelques geckos, serpents, lézards et skunks constituent le monde du reptile. Plus de 15 espèces différentes de grenouilles ont été signalées à la Station Forestière, parmi elles, une nouvelle espèce de Mantidactylus.

Des truites, cyprins, black-bass et carpes ont été introduits dans les bassins piscicoles et les étangs. Les truites autrefois abondantes dans les rivières de la station forestière, se font très rares de par l'utilisation abusive de famamo (plantes utilisées pour tuer les poissons).

Le monde des Arthropodes est surtout caractérisé par une multitude d'espèces de lépidoptères et araignées. Toutes les écrevisses d'eau douce (Astacoïdes sp.) se font également de plus en plus rares.

Conclusion de la première partie

En conclusion, le cadre physique est favorable à la dynamique des paysages. En effet,

- le volcanisme a mis en place une structure favorable à la morphogenèse : un important massif volcanique coexiste avec des lacs de barrage, dépressions formées en avant des coulées volcaniques.
- Un climat particulièrement propice avec notamment, un gradient pluviométrique croissant avec l'altitude.

Il en résulte un paysage au relief contrasté.

D'autre part, les variations altitudinales du climat ont favorisées la mise en place de sol et de végétations variant avec la topographie et l'altitude.

DEUXIEME PARTIE :
LES FACTEURS A L'ORIGINE DE LA
DIVERSITE DES PAYSAGES DANS LE BASSIN
DE L'ANKENIHENY

DEUXIEME PARTIE

LES FACTEURS A L'ORIGINE DE LA DIVERSITE DES PAYSAGES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY

L'étude que nous avons menée dans le bassin d'Ankeniheny nous a amené à certaines réflexions, notamment en ce qui concerne les facteurs physiques qui ont pu être déterminants parmi tant d'autres possibles, dans l'évolution du paysage au niveau de la zone qui nous intéresse.

Nous essaierons d'aborder en premier lieu l'étude des zones d'accumulation et des modifications locales du réseau hydrographique. Nous continuerons par l'étude des zones d'ablation c'est-à-dire des hautes vallées et de leurs bassins versants respectifs, puis l'étude des interfluves entre ces mêmes vallées.

CHAPITRE I - EVOLUTION DES ZONES DE DEPRESSIONS EN ZONES D'ACCUMULATION

I-1- Un vaste lac de barrage, la vallée de l'Onive

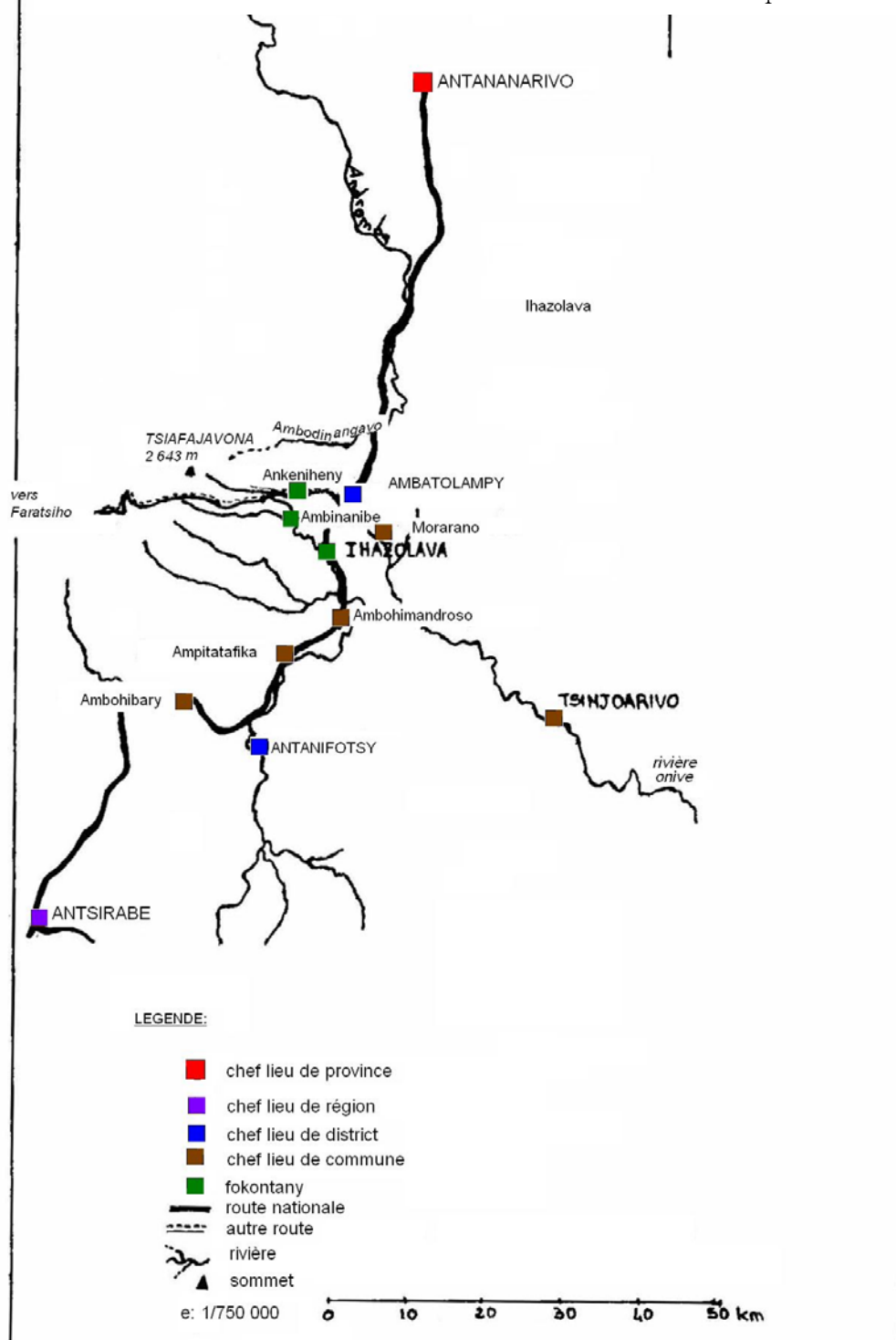
Voyons d'abord ce qui concerne le bouleversement hydrographique et ses conséquences régionales. A la place des anciennes dépressions situées en avant des fronts de coulées volcaniques, en aval de la zone d'étude, il s'est formé un vaste lac de barrage qui collecte les eaux de ruissellement provenant du massif nouvellement formé. Ce lac constituait alors le niveau de base du nouveau réseau hydrographique où vont s'accumuler les alluvions fines arrachées au massif volcanique par l'érosion. Il s'agit de l'ancien lac de barrage, situé en aval de la zone d'étude, qui s'étend globalement d'Antanifotsy au Sud à Morarano au Nord en passant par Ambohimandroso et jusqu'à Marohisana à l'Ouest (croquis n°08).

Le trop-plein des eaux de ce lac allait se déverser finalement au niveau de Tsinjoarivo dans un petit affluent du Mangoro dont le débit et la force érosive se sont ainsi démultipliés : il s'agit du futur Onive. Le volcanisme a donc complètement inversé le sens de l'écoulement des eaux. Ce premier cycle érosif se termine avec la rupture du bouchon au point d'exutoire à Tsinjoarivo, ce qui a abaissé à son tour le niveau de base du nouveau réseau hydrographique.

Par la suite, un nouveau cycle d'érosion commence. L'érosion régressive qu'il a engendrée allait progressivement entraîner d'abord l'assèchement de l'ancien lac de barrage et plus tard l'affouillement des sédiments déposés dans ce lac. Il ne reste finalement des anciens sédiments lacustres que des terrasses alluviales exposées dorénavant aux processus de la ferrallitisation. L'origine lacustre de ces sédiments est attestée par la présence d'épaisses couches de kaolin comme celle exploitée à Ihazolava par la Société HOLCIM pour les besoins de la cimenterie d'Antsirabe ou l'argile servant de matière première à la fabrication de tuile à Ambohimena dans la même commune. Ces sédiments datent du Néogène (Besairie H., 1973).

Croquis N°08 : LES LOCALITES ENVIRONNANTES DE LA ZONE D'ETUDE

(Source : GTZ Antananarivo, 1992)



I-2 - Des zones de piémont

Plus en amont, à l'Ouest, les épanchements volcaniques ont isolé d'autres dépressions dans lesquelles sont retenues les alluvions grossières provenant de l'érosion torrentielle du massif volcanique: il s'agit de la terrasse alluviale d'Andranomaria située en partie hors de la zone d'étude et de la plaine alluviale d'Ankeniheny (figure N°07). On peut avancer que les sédiments grossiers qu'on y rencontre sont contemporains des argiles lacustres du bassin de l'Onive situé plus en aval.

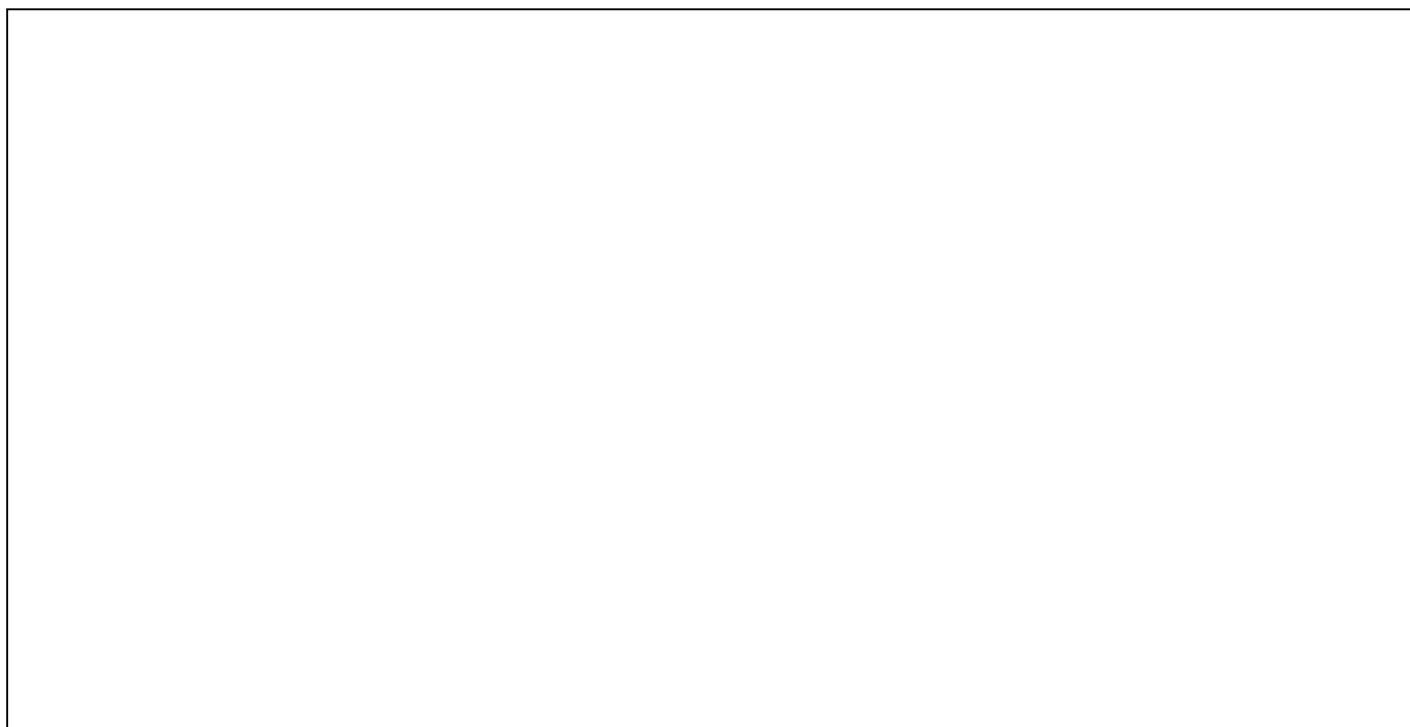


Figure N°07 : Profil montrant la terrasse alluviale d'Andranomaria et la plaine alluviale d'Ankeniheny

(Source : FTM, 048, 1/100000 e, 1965)

I-2-1- la terrasse alluviale d'Andranomaria

S'étendant sur six kilomètres d'Est en Ouest, du village de Marohisana à Andranomaria jusqu'à Fonenantsoa (figure N°08), la terrasse alluviale d'Andranomaria forme une surface subhorizontale traversée du côté Sud par la rivière Andranomaria et du côté Nord par le ruisseau de Tsimbotrikely, puis par la rivière Ankeniheny . Les deux rivières d'Andranomaria et d'Ankeniheny coulent toutes deux dans des vallons étroits et encaissés ; ce qui semble justifier l'appellation de terrasse que nous lui avons donnée.

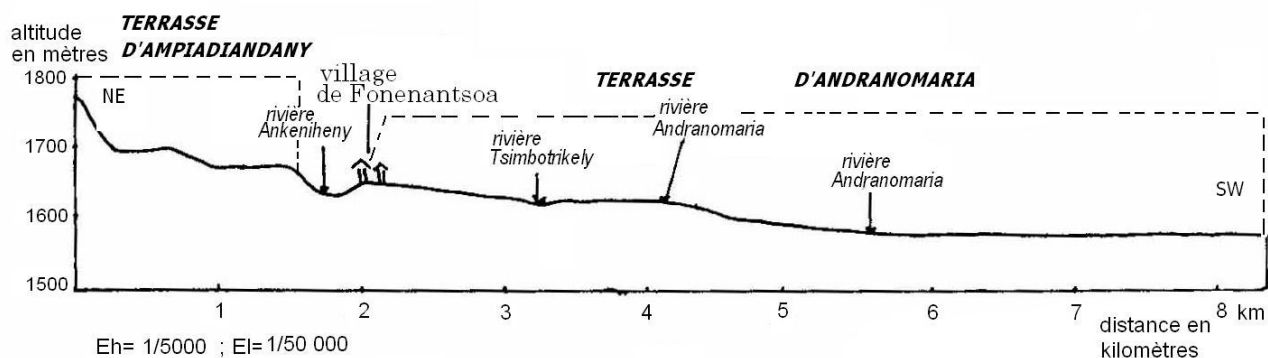


Figure N° 08 : Profil de la terrasse alluviale d'Andranomaria

(Source : FTM, feuille 048, 1/100000^e, 1965)

D'après la nature des sédiments déposés, il s'agissait d'un ancien bassin alluvial, plus précisément d'une zone de piémont qui collectait des sédiments grossiers tels des galets roulés de différentes dimensions, des graviers, du sable et du limon. Ces sédiments ont formé une épaisse couche de conglomérat dont les affleurements se rencontrent en quelques endroits, au niveau de la paroi des talus bordant la rivière Ankeniheny, comme à Bemasoandro, au niveau de l'exutoire du bassin d'Ankeniheny (photo n°02), à Andravola (photo n°01), à Ambinanibe en amont du pont enjambant la rivière Ankeniheny ou encore à l'ouest du village de Marohisana. A Andravola, par exemple, au Nord du village du même nom, le conglomérat de base de plus de 15 mètres d'épaisseur repose sur une couche d'argile, témoin probable d'une période lacustre antérieure au volcanisme. En quelques endroits, la terrasse est ferrallisée. Cette ferrallitisation est signalée par la présence d'un sol ferrallitique rouge comme à Antanetilehibe ou, mieux encore, par une cuirasse latéritique allant jusqu'à une épaisseur de 1.5 à 2 mètres, comme c'est le cas à Andravola (photo n°01). On peut penser que cette ferrallitisation a débuté au moment où la zone de piémont s'est transformée par assèchement en terrasse alluviale.



Photo n°01 : AFFLEUREMENT DES CONGLOMERATS DE BASE AU NIVEAU D'UN TALUS A ANDRAVOLA (cliché de l'auteur)

Au premier plan : la rivière Ankeniheny ; au second plan, alluvions récentes, au troisième plan : un talus de conglomérats de base



Photo n°02: AFFLEUREMENTS DES CONGLOMERATS DE BASE AU NIVEAU DES TALUS, EXUTOIRE ANKENIHENY (cliché de l'auteur)

Au premier plan, un affleurement d'une coulée basaltique ; au second plan, conglomérats de base

Beaucoup plus tard, en effet, à cette période d'accumulation succède une période d'ablation, conséquence de l'érosion régressive qui a entraîné l'assèchement du lac de l'Onive situé en aval. L'incision linéaire qu'elle a engendré en abaissant les lits des cours d'eau a transformé toute la zone en une terrasse alluviale dont la surface érodée laisse apparaître en plusieurs endroits les galets roulés du conglomérat.

Au cours de la même période de reprise de l'érosion, le déversement des eaux de l'Antezina, un affluent d'Andranomaria, dans le bassin alluvial d'Ankeniheny, au niveau de l'actuel village de Fonenantsoa, a entraîné le creusement d'une vallée à cet endroit qui a tronqué la terrasse d'Andranomaria.

Finalement, on peut reconstituer la succession des événements suivants en ce qui concerne la terrasse alluviale d'Andranomaria :

- Période lacustre antérieure au volcanisme :

peu avant le volcanisme, c'était une ancienne dépression dans laquelle s'étaient déposés des matériaux fins comme l'argile observée à Andravola ;

- Période de piémont :

l'avènement du volcanisme a transformé la dépression en une zone de piémont qui accueillait des matériaux grossiers de toutes dimensions ; d'après l'épaisseur du conglomérat qui en résultait, on peut supposer que cette période a eu une durée relativement longue ;

- Période lacustre :

le recul du relief en amont suite à l'érosion a permis aux cours d'eau d'approcher de leur profil d'équilibre et a permis l'installation d'un vaste lac ou zone de marécages où se déposent des alluvions plus fines (probablement du limon et de l'argile), dont il ne reste qu'une mince couche ne dépassant pas généralement une épaisseur d'un mètre et dont les témoins sont visibles à Antanetilehibe et Andranomaria ;

- Reprise de l'érosion et assèchement du lac

l'érosion régressive depuis l'Onive allait élargir l'exutoire du lac qui s'est progressivement asséché ; toute la dépression s'est peu à peu transformée en une plaine subhorizontale dont le profil général est encore conservé actuellement ;

- Période terrasse alluviale :

L'incision linéaire et l'érosion régressive allait progressivement transformer la plaine en une terrasse alluviale qui, par la suite, allait subir une ferrallitisation plus ou moins poussée, avec cuirassement par endroits ; cette transformation a pu avoir lieu car l'érosion

latérale arrive difficilement à bout du conglomérat bien cimenté des rives des cours d'eau ; l'incision linéaire s'en trouve relativement facilitée ;

- tronquage de la terrasse alluviale suite au creusement de la vallée d'Antanimietry :

la partie amont de cette ancienne plaine alluviale a été reprise par l'érosion à la suite du creusement de la vallée d'Antanimietry sur lequel nous reviendrons. la rivière de l'Antezina y a alors creusé un vallon profond qui coupe transversalement la terrasse au niveau du hameau de Fonenantsoa, rive droite, et du hameau d'Ampiadiandany, du côté de la rive gauche.

I-2-2- Le bassin alluvial d'Ankeniheny

Dans cette région dominée par le puissant massif montagneux de l'Ankaratra au relief fortement disséqué, le bassin alluvial d'Ankeniheny occupe une place particulière.

Rappelons que la plaine alluviale d'Ankeniheny est occupée en grande partie par des sols qui n'ont pas eu le temps de subir une quelconque ferrallitisation : on y rencontre des sols alluviaux noirs bien drainés, des sols hydromorphes et des sols tourbeux, sauf dans sa partie Sud, non alluviale, occupée par des sols ferrallitiques rouges. Par ailleurs, le profil de tous ces sols montre, comme à Andranomaria, l'existence d'un conglomérat de base qu'on peut observer à l'occasion de l'aménagement en rizières ou bien au niveau des talus constituant les bords des cours d'eau. Au voisinage de l'exutoire, on peut noter que le conglomérat du bassin d'Ankeniheny affleure à 10 mètres plus bas que celui d'Andranomaria. Cependant, à la différence d'Andranomaria, le conglomérat est ici surmonté par une couche d'alluvions fines argileuses ou limoneuses dont l'épaisseur actuelle peut atteindre les trois mètres.

On peut donc imaginer la succession des événements suivants concernant le bassin alluvial d'Ankeniheny :

- période de piémont :

au début de l'alluvionnement, on a un milieu torrentiel avec des dépôts grossiers composés en majorité de galets roulés de différentes dimensions à l'origine du conglomérats de base ; leur assez bon état de conservation montre qu'il s'agit de galets de scories, d'andésite, de basalte ou d'ankaratrite, très rarement de trachyte ou de silice ;

entre les galets, on a un ciment d'argile, de limons et de sable noir ; autrement dit, on est en présence, tout comme à Andranomaria, d'une zone de piémont où se sont accumulés les matériaux les plus grossiers arrachés par l'érosion torrentielle au massif volcanique;

- période lacustre :

plus tard, l'alluvionnement d'Andranomaria, plus puissant et plus rapide, a entassé une épaisse couche de conglomérat qui allait fermer complètement le côté aval c'est-à-dire le côté Est du bassin d'Ankeniheny, au niveau du village de Bemasoandro; à partir de là, le milieu devient lacustre ou marécageux ; des matériaux plus fins constitués de limons ou d'argile se sont déposés dont l'accumulation a formé, avec les débris végétaux décomposés, les horizons supérieurs sombres ou noirs des sols rencontrés ; le niveau du lac devait atteindre l'altitude de la terrasse alluviale d'Andranomaria dans laquelle ses eaux se déversaient ;

- reprise de l'érosion et assèchement du lac :

- l'érosion régressive, en creusant dans les sédiments d'Andranomaria est à l'origine de la rupture du bouchon au point d'exutoire ; ce qui a entraîné l'assèchement du lac ainsi que la reprise de l'érosion dans tout le bassin ; l'exutoire du lac se situe précisément à Bemasoandro au point de contact entre le front de coulée de basalte d'Anivorano sur la rive droite et le trachyte d'Andalantsoavaly du côté de la rive gauche ; à cet endroit, on peut également observer que le basalte est recouvert par le conglomérat très épais appartenant à la terrasse d'Andranomaria (photo n°02) ;

- cette rupture a dû intervenir très récemment car les sédiments du bassin d'Ankeniheny n'ont pas eu le temps, comme c'est le cas pour Andranomaria, de subir une ferrallitisation; cette reprise de l'érosion a probablement décapé les dépôts lacustres et serait donc à l'origine de la légère inclinaison du bassin alluvial vers le point d'exutoire. Dans sa phase actuelle, au niveau de la rivière Ankeniheny, elle est en train de creuser dans la couche de conglomérat de base dont les éléments les plus grossiers, arrachés, constituent le lit du cours d'eau.

Il apparaît donc que la plaine d'Ankeniheny semble avoir une origine lacustre, lac qui s'est formé à l'occasion d'un double barrage : à l'Ouest, le puissant massif de l'Ankaratra, à l'Est, le front du dôme trachytique d'Andalantsoavaly recouvert par le front de coulée basaltique d'Anivorano, lui-même surmonté par les sédiments grossiers du bassin d'Andranomaria. Au Nord et au Sud, les affleurements du socle recouverts par les produits d'émission volcanique en forment les limites. On peut donc parler en toute logique de bassin lacustre d'Ankeniheny (figure N°09).



Figure N°09 : Coupe géologique simplifiée du bassin alluvial de l'Ankeniheny
(*Source : observations sur terrain*)

I-2-3- Les modifications locales du réseau hydrographique et leurs conséquences morphogénétiques

Les actions de l'érosion étaient à l'origine de changements de lits des cours d'eau et d'un phénomène de capture. Deux exemples existent dans notre zone d'étude : il s'agit d'une part, du changement de lit, au niveau d'Antanimietry, de la rivière Antezina qui deviendra l'Ankeniheny et d'autre part, de la capture du ruisseau de Tsimbotrikely par le ruisseau de Bemasoandro, un affluent de l'Ankeniheny.

I-2-3-1- Genèse de la vallée d'Antanimietry et changement de lit de la rivière Antezina

La vallée d'Antanimietry coupe transversalement la terrasse alluviale d'Andranomaria et l'ancien interfluve Anosiarivo-Anivorano, séparant le bassin versant d'Ankeniheny de celui d'Andranomaria.

On peut y faire les observations suivantes :

- Du point de vue géologique, on peut noter que l'ancien interfluve est à cet endroit constitué par des sols ferrallitiques sur socle cristallin.
- Du point de vue géomorphologique, l'interfluve qui descend de Nosiarivo s'arrête à Antanimietry, tronqué brutalement par la rivière Antezina et se continue de l'autre côté de la vallée par la colline d'Anivorano. L'Antezina traverse la vallée par une série de rapides. Le flanc de la vallée forme, sur la rive gauche de la rivière, un talus très raide d'une quarantaine de mètres de hauteur ; des Pins et des Mimosas sauvages recouvrent ce talus mais l'instabilité et la raideur de la pente et les éboulements qui en résultent, font qu'il y a toujours des arbres arrachés, jonchant le sol. En effet, la violence des crues s'accompagne presque toujours d'un effondrement du talus. La vallée remonte sur près d'un kilomètre en traversant obliquement la terrasse d'Andranomaria ; sa profondeur moyenne à ce niveau est d'environ 20 à 25 m et sa largeur va de 200 à 300 m. Enfin, des vestiges d'anciens lavaka sont visibles du côté d'Antanimietry de part et d'autre de la colline.



Photo N°03 : Les anciens lavaka sur la colline d'Antanimietry (*cliché de l'auteur*) ;

Au premier plan : la plaine alluviale Ankeniheny

Au second plan, la colline d'Antanimietry

Nous proposons la succession des évènements suivants concernant la genèse de la vallée d'Antanimietry :

- on peut supposer que le ravinement s'est attaqué à cet endroit au flanc Nord de l'interfluve Anosiarivo-Anivorano. Les lavaka qui en résultait ont dû provoquer progressivement un amincissement important de ce dernier. Les vestiges d'une partie de ces anciens lavaka sont encore très visibles sur le flanc Nord d'Antanimietry (photo n° 03). D'autre part, un ancien cours d'eau situé de l'autre côté de l'interfluve, qui a pu être un affluent de la rivière d'Andranomaria et dont on devine la trace sur la photo aérienne de la région, a dû éroder l'autre flanc également attaqué par un ravinement aux vestiges encore actuellement visibles, au même endroit de l'interfluve.

- à l'occasion d'une période de fortes précipitations qui aurait fragilisé le sol, il s'ensuivrait le déversement des eaux de ce cours d'eau dans le bassin d'Ankeniheny situé à 25 mètres en contrebas du bassin d'Andranomaria

- l'élargissement du déversoir ainsi créé aurait abouti finalement à la formation de la vallée d'Antanimietry

- le résultat en est également un changement de tracé et de direction des cours d'eau du bassin d'Andranomaria en amont de la gorge, à l'origine de la rivière actuelle de l'Antezina qui va se déverser en fin de compte dans le bassin d'Ankeniheny ; ce dernier y prend le nom de rivière Ankeniheny

Avec l'abaissement du niveau de base à cet endroit, la reprise de l'érosion qui en résultait ont eu des conséquences morphogénétiques multiples, entre autres :

- l'augmentation de la superficie du bassin versant de l'Ankeniheny qui inclue maintenant celui de l'Antezina, au détriment du bassin versant d'Andranomaria

- l'approfondissement et l'élargissement de la vallée d'Antanimietry,

- l'accélération de l'érosion régressive au niveau des cours d'eau en amont avec élargissement et approfondissement des différentes vallées,

- la partie de la terrasse située sur la rive gauche de la gorge, du côté d'Ampiandiandany, est complètement séparée du reste de la terrasse alluviale d'Andranomaria.

- l'arrivée du nouveau cours d'eau, très puissant par son débit, dans le bassin d'Ankeniheny va y accélérer le dépôt des alluvions au niveau du lac ou la reprise de l'érosion après l'assèchement du lac.

I-2-3-2- Capture de Tsimbotrikely par Bemasoandro

Un exemple de capture peut être observé à Tsimbotrikely au Sud du village de Bemasoandro. Il s'agit de la capture du ruisseau de Tsimbotrikely qui prend sa source dans le bassin d'Andranomaria près de Fonenantsoa par le ruisseau de Bemasoandro, un petit affluent de l'Ankeniheny. La capture est soulignée par la déviation du ruisseau qui s'incurve en boucle et se déverse au bas d'une cascade suivi d'un rapide dans l'affluent de l'Ankeniheny (photo n°04). La conséquence principale de cette capture est que le bassin versant de l'Ankeniheny s'élargit vers le Sud : Anivorano n'est plus maintenant un prolongement de l'interfluve entre l'Ankeniheny et l'Andranomaria mais

forme un îlot au sein même du bassin versant de l'Ankeniheny. L'appellation Anivorano (au milieu des eaux) qu'on lui a octroyée se trouve de ce fait largement justifiée.



Photo N°04 : Cascade au niveau d'une capture à Bemasoandro (*cliché de l'auteur*)



Photo n°05 : Capture du ruisseau de Tsimbotrikely par le ruisseau de Bemasoandro
(Cliché de l'auteur)

Premier plan : une partie de la coulée d'Anivorano
Deuxième plan : bas fond du ruisseau de Bemasoandro
Troisième plan: trace des rives du ruisseau de Tsimbotrikely

CHAPITRE II : EVOLUTION DU MASSIF VOLCANIQUE EN UNE VASTE ZONE D'ABLATION

Les zones d'accumulation évoquées plus haut constituaient les niveaux de base du réseau hydrographique qui parcourait le massif volcanique. Elles servaient de point de départ à l'érosion régressive affectant tout le massif volcanique en amont. On peut supposer que cette érosion ne s'est jamais ralentie pendant tout le Quaternaire. En effet, l'existence de pentes fortes, l'épaisseur importante des couches tendres, l'altération rapide en milieu tropical, du moins au niveau des terrains d'altitude moyenne (moins de 2000m) et la forte pluviosité agissant sur un relief dépourvu au départ de végétation, constituaient autant de conditions éminemment favorables à une érosion torrentielle accélérée à l'origine des dépôts alluviaux au niveau des dépressions. S'étalant durant tout le Quaternaire, l'érosion a ainsi fini par y façonner un relief fortement disséqué où aucun des appareils d'émission n'est resté identifiable. En effet, on peut y rencontrer une grande diversité de relief:

- de profondes vallées pénétrant jusqu'au cœur du massif,
- des interfluves aux formes variées avec des planèzes, des arêtes et des dômes,
- une ligne de crête principale dont le tracé sinueux constitue un témoin de l'importance de l'érosion.

A mesure que l'érosion régressive s'avance plus profondément dans le massif, elle engendre en amont une accélération de l'érosion se manifestant surtout par l'approfondissement et l'élargissement des vallées. Ces dernières s'avancent alors plus profondément au cœur du massif. Il s'ensuit un amincissement et un allongement des interfluves et l'on ne rencontre plus que rarement des planèzes.

II-1 - Des hautes vallées caractéristiques des zones montagnardes

On distingue du Nord-est au sud-ouest quatre hautes vallées :

- le Malakialina drainée par l'Antsomangana et ses affluents.
- Le Tavolotara
- Le Manjavona
- La vallée de Tsaratanàna

Bien que les vallées s'enfoncent déjà profondément dans le massif, la reprise de l'érosion se poursuit encore très activement avec prédominance de l'incision linéaire, comme en témoigne le profil en V des vallées et l'encaissement des lits des cours d'eau (figure n°10). Sur moins de deux kilomètres de parcours, les torrents descendent d'une altitude de 2 500 m à 2 000 m, sauf Antsomangana et Tavolotara qui prennent naissance à des altitudes plus basses. Leurs eaux limpides et froides dévalent dans les lits encombrés de blocs de basaltes. Les pentes incisées sont très fortes et difficiles à gravir car les parois rocheuses des niveaux compacts constituent des abrupts de 5 à 10 m cachés par les herbes. C'est au franchissement de ces niveaux compacts que les torrents des hautes vallées donnent des cascades dont la hauteur ne dépasse jamais 10 m, c'est-à-dire l'épaisseur moyenne des coulées d'ankaratrites et des basaltes. Quand les torrents des hautes vallées s'enfoncent dans les niveaux de tufs, par contre, les versants deviennent plus réguliers, bien que toujours à pente forte (55 à 60°).

Les talwegs se caractérisent généralement par l'absence d'accumulation de colluvions dans les parties basses. Cela s'explique par l'altération très réduite et par la pente qui reste forte. Par contre, l'incision linéaire et l'érosion latérale ne se sont jamais ralenties pendant le Quaternaire car les sommets ont toujours constitué un maximum pluviométrique. L'érosion ayant ainsi pu agir sur une période assez longue, une des conséquences en est les dimensions imposantes des hautes vallées de la région, dont l'élargissement par l'érosion est facilité par la faible épaisseur des niveaux compacts de basaltes par rapport aux niveaux des couches tendres de tufs et de cendres volcaniques. Par ailleurs, chaque haute vallée pénètre profondément jusqu'au cœur du massif ; elle est généralement plus longue que large et se termine en amont par un vaste amphithéâtre typique des régions montagnardes appelé également hémicycle terminal. En résumé, il s'agit actuellement d'une phase où la dynamique érosive est encore en train de disséquer et de rajeunir le massif volcanique.

Abordons successivement la spécificité des différentes vallées.

II-1-1 - La vallée de Malakialina

Adossée au dôme de Nosiarivo dont elle forme le versant Est, elle abrite les bureaux et habitations des garde forêts de la Station. C'est la haute vallée de la rivière Antsomangana.

On la dénomme également Ambahona ou Analabe. Située à une altitude entre 2 100 m et 1 840 m, orientée nord-ouest sud-est, c'est une vallée aussi large que longue ayant la forme d'une poire renversée (3x3 km). Le large hémicycle qui la termine débouche par une partie en V dans la plaine alluviale d'Ankeniheny. Les pentes abruptes d'Antanimaratra et d'Anosiarivo hautes de près de 200 m au-dessus du fond de la vallée en forment les versants sud et ouest.

II-1-2 - La vallée de Tavalotara

Située au Sud-Ouest de la précédente dont elle est séparée par l'interfluve Nosiarivo-Antanimietry, elle doit probablement son nom aux bambous qui colonisent une partie des berges de la rivière du même nom.

Orientée nord-ouest sud-est et longue de 3.5 km, c'est une vallée encaissée en V dans sa partie inférieure. Son amphithéâtre terminal est moins large comparé aux autres vallées. Située comme la précédente dans l'espace aux alentours de l'ancien village clanique, elle reste, comme la précédente également, en grande partie forestière.

II-1-3- La vallée de Manjavona

Contiguë à la vallée de Tavalotara et située au Sud-Ouest de celle-ci, c'est une longue vallée de 7 km orientée d'est en ouest, encaissée entre les interfluves d'Ambatomalemy-Sarobaratra au Nord et d'Ambohimirandrana-Mantsina au Sud.

Débutant en aval par une partie étroite en V qui abrite, sur un replat, le village d'Ambondrona, elle s'ouvre en amont sur un amphithéâtre large de 3.5km, limité de tous côtés par des versant très abrupts dont celui de Tambonana au Sud-Est est le plus vertigineux de la région. Les cascades y sont nombreuses, celle d'Andohariana reste la plus impressionnante.

II-1-4- La vallée de Tsaratanàna

La rivière de Tsaratanàna, par l'importance de son débit, peut être considérée comme un des premiers sinon le premier affluent qui alimente l'Ankeniheny. Elle a creusé

la large vallée de Tsaratanàna longue de 6km orientée d'est en ouest et séparée de la Manjavona par la planèze d'Ambatomalemy et la butte de Sarobaratra.

Très fertile, elle a été depuis longtemps mise en valeur comme champs de culture et pacage d'hiver des troupeaux. L'ancien village abandonné de Tsaratanàna lui a donné son nom et elle abrite actuellement la concession forestière de la « Verte Vallée » appartenant à la société Hazovato (photo n°06).

Dans la partie inférieure de la vallée, les versants présentent l'allure convexe concave convexe signalée par Mottet qui, selon cet auteur, reflète « beaucoup plus l'évolution morphoclimatique durant le Quaternaire que la structure ». Ce modelé en constitue la « conséquence morphologique la plus remarquable ». Ce qui est convexe est l'héritage des périodes pluviales, ce qui est concave est celui des périodes displuviales. En effet, en période pluviale, l'incision linéaire va beaucoup plus vite que l'érosion des versants, tandis qu'en période displuviale, c'est le contraire, l'érosion des altérites des versants se fait plus vite que leur exportation : il se forme alors des glacis d'ablation-accumulation à profil concave convexe. L'ancien village d'Ampamamobe actuellement occupé par une villa de Hazovato est situé sur un replat concave du versant sud de la Tsaratanàna. Le fond de la vallée, fertile, large et plat, constituait autrefois des champs de culture ; il est actuellement occupé par des bassins de pisciculture pour les truites (photo N°06).



Photo N°06 : La vallée de Tsaratanàna (*cliché de l'auteur*)

Premier plan : peuplement sauvage d'Helichrysum, de Mimosa et de Pins

Second plan : la vallée de Tsaratanàna aménagée en bassins piscicoles et en rizières

Troisième plan : les hautes altitudes du massif avec à l'horizon la ligne de crête

En s'élevant en altitude, le profil transversal change, l'incision linéaire, prédominante au cours de la période actuelle, a permis aux cours d'eau de creuser des lits de plus en plus encaissés. On passe progressivement au domaine de l'amphithéâtre terminal, des torrents et des cascades (figure N° 10). Cet amphithéâtre collecte les eaux d'un grand nombre de torrents qui ont creusé autant de vallons en forme de petits amphithéâtres secondaires en étages, ces derniers étant constitués par les couches de basaltes. L'ensemble est adossé à la ligne de crête principale de l'Ankaratra où sont situés les sommets parmi les plus hauts du massif : Tsiafajavona (2643m), Mahafompona (2543m).

En entendant le grondement rythmé, sourd et lancinant de la batterie des eaux des torrents dévalant d'un étage à l'autre par des rapides ou des cascades, et dont les échos sont renvoyés d'une paroi à l'autre des versants alentours, on comprend aisément pourquoi on a donné à ce grandiose amphithéâtre le nom évocateur d'Angorodona.

En conclusion, les cours d'eau des hautes vallées de l'Ankaratra, au niveau de la zone étudiée, ont érodé profondément le massif volcanique. Dans les basses altitudes, l'érosion a été facilitée par l'altération ferrallitique plus ou moins poussée qui n'a pas ménagé les couches dures des basaltes. En altitude plus élevée, si l'altération demeure limitée du fait des températures plus basses (moyenne annuelle de 10°C à plus de 2000m), le maximum pluviométrique qui y règne en permanence durant tout le quaternaire a permis à l'érosion torrentielle d'affouiller les matériaux tendres prédominants et de creuser de longues vallées qui entaillent profondément le massif. Leurs larges hémicycles terminaux présentent des versants aux pentes très raides dépassant facilement 60° et dont la hauteur est parfois très importante. Ainsi, dans la vallée de Manjavona la dénivellation atteint près de 500 m entre la rivière et le bord supérieur de la falaise de Tambonana. Au niveau d'Angorodona, la dénivellation entre le fond du cirque et les sommets qui en forment la limite Ouest varie de 400m à près de 600m.

Par ailleurs, la faiblesse de l'altération en haute altitude, en ménageant les couches dures de basaltes et d'ankaratrites, a permis l'omniprésence des cascades dans toutes les hautes vallées.

II-2- Des interfluves profondément façonnées par l'érosion

Ce sont de longs interfluves à différents stades d'évolution dont la caractéristique commune est la raideur des pentes de leurs flancs.

II-2-1- L'interfluve entre Tsaratanàna et Manjavona

Adossée à Tsiafajavona, la planèze d'Ambatomalemy constitue la partie supérieure de l'interfluve entre la Manjavona et la Tsaratanàna. C'est d'ailleurs la seule planèze dans la zone qui nous concerne (croquis n°09). En effet, contrairement à la plupart des massifs volcaniques, « le versant Est de l'Ankaratra ne comporte que peu de planèzes » (Mottet, 1974).

Celle d'Ambatomalemy est longue de 2 km d'Est en Ouest et large de 1.5km. Fortement attaquée par les affluents de la Tsaratanàna, elle est inclinée vers le Sud et sa surface accidentée se présente en une suite de petites collines convexes séparées par des petites vallées en V. Il est toujours surprenant d'entendre quelquefois le bruit de l'eau coulant sous l'herbe en marchant dans ces vallons apparemment secs.

En effet, la circulation des eaux courantes y est souvent souterraine car les torrents y ont aménagé des longs tunnels d'un diamètre dépassant parfois deux mètres et apparaissent à l'air libre sous forme de résurgences. Une des hypothèses qui vient à l'esprit concernant l'origine de ces réseaux de cours d'eau souterrains est la suivante : comme la pluviométrie est relativement élevée toute l'année et les pentes, fortes, les sources bien alimentées par la nappe phréatique et sous pression érodent leur paroi en enlevant un à un les grains d'argile du sol constituant cette dernière. La voûte est épargnée et se conserve grâce à la densité des racines des végétaux. C'est probablement le début du creusement du tunnel. Par le même mécanisme, l'érosion remonte progressivement d'année en année d'où l'allongement vers l'amont du tunnel. Ces cours d'eau souterrains ont leurs crues et leur période d'étiage, tout comme les cours d'eau de surface. Leurs cours sont ponctués de rapides et quelquefois de chutes. C'est le bruit de l'eau à ces niveaux, surtout lorsque le toit du tunnel est mince ou qu'il s'est écroulé, qu'on entend de la surface.

De ce fait, la marche dans ces vallons peut s'avérer dangereuse par suite du risque d'écroulement du toit des tunnels. C'est après leur trajet souterrain que les torrents apparaissent à l'air libre.

Un petit dôme domine l'ensemble de la planèze, séparé de Tsiafajavona par un petit col. Son sommet en terrasse est couvert d'une végétation xérophytique pionnière, composée de mousses et de lichens avec des touffes éparses d'espèces graminéennes. En dessous, les débris mal décomposés de cette végétation a engendré une épaisse couche de tourbe saturée d'eau presque toute l'année. La consistance spongieuse de la tourbe ainsi que la couleur blanche ou gris clair des lichens lui confère, de loin, l'aspect d'un rocher d'où probablement le nom d'Ambatomalemy, littéralement « rocher mou », donné à l'ensemble.

La planèze d'Ambatomalemy se termine des trois côtés, Nord, Est et Sud par des abrupts. Le plus impressionnant est celui de Tambonana, au Nord : c'est une falaise de 200 à 400m qui plonge à pic vers la vallée de Manjavona.

L'interfluve se continue plus bas par une large colline arrondie qui porte le nom de Sarobaratra.

II-2-2- L'interfluve entre Manjavona et Tavolotara

Le stade avancé de l'érosion a façonné entre les deux vallées un interfluve qui a la particularité d'avoir une altitude nettement plus basse que les deux autres. Le sommet de l'interfluve, dans sa partie amont, située entre les deux hémicycles terminaux, fortement érodée, est réduite à une ligne de crête mince, au profil accidenté, qui descend rapidement du pic d'Ambohimirandrana jusqu'à un col encaissé. Par contre, l'érosion a relativement ménagé la partie aval de l'interfluve et y a laissé le dôme trachytique de Mantsina aux pentes assez raides. Du sommet de ce dernier, on a une vue panoramique sur l'ensemble des bassins versants de la Manjavona et du Tavolotara.

II-2-3- L'interfluve entre Tavolotara et Malakialina

Il s'agit de la ligne de crête secondaire reliant Anosiarivo et Antanimietry.










Entre Anosiarivo et Ampirefinjovy, l'interfluve a la forme d'une arête en fil de rasoir dont les versants descendent presque à pic dans les amphithéâtres terminaux des vallées de Tavolotara et de Malakialina.




A partir d'Ampirefinjovy, les pentes des versants s'adoucissent. Par ailleurs, l'érosion a façonné dans la ligne de crête deux cols qui mettent en relief les pics d'Ampirefinjovy et d'Antampondrainidrisa.








De plus, l'interfluve qui a dû autrefois se continuer jusqu'au front de la coulée d'Anivorano, est interrompu brutalement au niveau de la vallée d'Antanimietry (croquis n°09). En effet, à ce niveau, la rivière Antezina traverse l'interfluve et s'engouffre par une série de rapides (croquis n°09) dans la plaine alluviale où elle porte désormais le nom d'Ankeniheny.

Croquis N°09 : Croquis géomorphologique simplifié du bassin versant de l'Ankeniheny
(Source : observations sur terrain)

Legende

-  Plaine alluviale
-  Bas fond
-  Zone de piémont
-  Ancienne terrasse alluviale d'Andranomaria
-  Planèze
-  Concretions et cuirasses
-  Relief dérivé des coulées basaltiques
-  Dôme trachytique
-  Témoin de la surface d'érosion mi-tertiaire (Surface II)

-  Vallon à fond plat
-  Vallon en V
-  Versant à forte pente

-  Kapiae
-  Col
-  Amphithéâtre terminal
-  Glissement et lavaka
-  Interfluve
-  Ligne de crête principale
-  Point coté 2100m. Altitude en mètre

II-3- Des lignes de crêtes ciselées par les effets différents de l'érosion sur les deux versants de l'Ankaratra

Deux facteurs semblent être à l'origine de l'évolution des lignes de crêtes limitant le bassin versant étudié. Il s'agit des actions de l'érosion, d'une part et d'autre part des conséquences des phénomènes de capture évoqués plus haut.

L'érosion a fait disparaître les appareils d'émission et a dégagé progressivement les crêtes actuelles. La ligne des crêtes principale ainsi formée limite à l'Ouest le bassin versant. Les sommets y culminent tous à plus de 2400 m. On peut citer du nord-est au sud-ouest :

- Marirana, dôme rocheux basaltique de 2 533 m d'altitude
- Tsiafajavona, pic de 2 643 m
- Mahafompona, montagne taillée en demi-lune culminant à 2 543 m

Cette ligne de crêtes principale, en amont des amphithéâtres terminaux du versant oriental de l'Ankaratra, est fortement érodée. La puissance de l'érosion qui a creusé les vallées l'a façonné de sorte qu'elle présente maintenant une allure convexe. Par contre, en amont des interfluves, la ligne de crêtes est concave car moins érodée (Mottet G, 1974). Par ailleurs, l'érosion étant moins agressive au niveau du versant Ouest, moins arrosé que le premier, il semble que la ligne de crête principale est en train de se déplacer lentement vers l'Ouest

D'autre part, suite à la formation de la vallée d'Antanimietry et à la capture de Tsimbotrikely, la limite Sud du bassin versant de l'Ankeniheny s'est déplacée de l'interfluve Anosiarivo-Anivorano jusqu'à l'interfluve qui le sépare du bassin versant d'Andranomaria et qui part du Sud d'Anivorano en remontant Analatsama et Ankafotra jusqu'au col de Mahafompona. Cette dernière, au niveau d'Analatsama, est formée d'un planèze de cuirassement latéritique (MOTTET G, 1974).

La limite Nord, quant à elle, débute par la terrasse d'Amby et se continue par une suite d'arêtes passant par Anosiarivo, Ambohimirandrana jusqu'à Ankavotra.

II-4- Les manifestations actuelles de la dynamique érosive

Il s'agit principalement d'une érosion par les eaux courantes. En effet, on peut observer qu'à chaque crue, les rivières deviennent passagèrement troubles avec une charge solide de toutes dimensions : argiles, limons et sables noirs volcaniques, graviers, galets et débris végétaux de toutes tailles arrachés de leurs rives.

Dans les zones de la Station plus ou moins efficacement protégées de la pression humaine, que ce soit au niveau des hautes prairies d'altitude ou des forêts, la couverture végétale est dense. L'érosion y est faible et ne se manifeste que par une lente reptation (ou creeping).

En dehors de la Station, l'action érosive de l'eau apparaît plus évidente, favorisée par la diminution du taux de couverture végétale due aux différentes activités de la population. C'est donc une érosion essentiellement d'origine anthropique.

Les formes d'érosion les plus fréquemment rencontrées sont les rigoles. Le long des routes, les talus sont l'objet d'un effondrement par gravité. Les ravinements se rencontrent exceptionnellement à l'occasion de l'aménagement de la base d'un versant en rizière. L'incision linéaire et l'érosion latérale sont presque partout présentes au niveau des cours d'eau

II-4-1- Des rigoles omniprésentes

Les rigoles sont des incisions élémentaires, temporaires, le plus souvent non hiérarchisées, qui apparaissent durant une averse à la suite d'une concentration locale de l'eau guidée, canalisée par le micro modelé préexistant, le réseau des arbustes ou des touffes de graminées, ou les façons culturales (labours ou billons dans le sens de la pente).

Les dimensions des rigoles varient suivant la pente et la vitesse de l'écoulement. La végétation y joue un grand rôle.

Les rigoles se rencontrent notamment sur les versants à pente forte de moyenne altitude, traditionnellement exploités pour l'agriculture. A chaque averse, à la surface du sol mal protégé des champs de culture ou des jachères, les eaux de ruissellement se concentrent localement et creusent un micro modelé de rigoles parallèles, dans le sens de la pente (photo n°07). Au cours d'une même saison, les rigoles atteignent rapidement une largeur décimétrique.



Photo N°07 : des rigoles sur un ancien terrain de culture à Tsarahovary (cliché de l'auteur)



Photo N° 08 : des rigoles parallèles dû aux passages fréquents des charrettes à Sarobaratra (Cliché de l'auteur)

Sur les hautes altitudes, là où exceptionnellement des champs de culture de pomme de terre ont été défrichés, le long des lieux de passage des charrettes (photo n°08) et de passage répété des troupeaux à la recherche de terrains de pâturage, la profondeur des

rigoles atteint parfois plus de 50cm. Au niveau de ces anciennes terres de culture, il arrive même que tout l'horizon A peut disparaître presque complètement en une seule saison pluvieuse par élargissement et fusion des rigoles voisines et il ne reste à leur place que des véritables bad lands. On peut citer un cas de ce type sur un champ de pomme de terre dans la vallée de Manjavona où finalement c'est l'horizon argileux qui affleure, l'horizon supérieur ayant complètement disparu en l'espace de quelques mois.

L'ablation peut continuer et devenir de plus en plus intense, la roche-mère basaltique apparaît alors très vite à nu. Des exemples de ce type abondent sur le flanc Est de Tsiafajavona.

Cette évolution rapide et extrême des effets de l'érosion est probablement favorisée par au moins deux facteurs : la pluviométrie élevée en altitude et la répétition trop fréquente des feux sauvages annuels qui retarde la réinstallation de la végétation.

Par contre, quand les conditions le permettent, lorsque notamment la présence des touffes de végétation éparses ralentit la vitesse de l'écoulement tout en favorisant l'accumulation locale en amont de chaque touffe, l'évolution peut s'inverser et les rigoles s'effacent en l'espace de quelques mois.

Un exemple récent concerne le versant situé au-dessus de la route du col au lieu dit Iharambato. Là, les rigoles au niveau d'une jachère ont disparu entre les deux visites que nous y avons effectuées, début février et mi-juin 2005. Au cours de la première visite, nous avons remarqué un stade intermédiaire de cette évolution. En effet, nous avons noté la présence de rigoles entre des touffes de graminées et de jeunes pieds d'*Helichrysum* de quelques dizaines de centimètres de hauteur. Déjà, l'accumulation de matériaux en amont de chaque touffe forme un monticule favorable à la réinstallation de la végétation. En aval de chaque touffe par contre, l'ablation est prédominante et il s'y forme même une sorte de microtalus concave à la base de la touffe de végétation. Finalement, on avait un micromodelé en escaliers séparés par des rigoles plus ou moins discontinues. A la deuxième visite, la végétation a presque entièrement recolonisé le sol, les zones concaves d'ablation sont en train d'être remblayées et le profil devient de moins en moins accidenté. Le sol est maintenant presque entièrement recolonisé par une végétation herbacée.

Cette évolution régressive du processus érosif semble la plus fréquente, favorisée probablement par une réinstallation rapide de la végétation due à la forte pluviométrie et à la fertilité des sols volcaniques.

II-4-2- L'effondrement par gravité

L'effondrement par gravité se rencontre un peu partout au niveau des talus le long des routes dans la Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo. Il s'observe lors des fortes précipitations. La surcharge hydrique due aux eaux d'infiltration fragilise la structure du sol qui subit un début de solifluxion et qui s'effondre alors sous l'effet de son propre poids. Dans les zones où la couverture végétale est suffisante, il arrive fréquemment que la forte densité racinaire dans l'horizon A retient le sol qui forme une sorte de corniche à ce niveau, l'horizon inférieur ayant été entraîné par effondrement .

Exceptionnellement, dans les zones de forte pente sous forêt, après le passage des deux cyclones Elita et Gafilo en Février et Mars 2004, on a observé des cas d'effondrement par gravité. Sans doute, la surcharge hydrique du sol suite aux fortes précipitations cycloniques, en est la cause.

II-4-3- Les lavaka

Ils s'observent uniquement au niveau des zones ferrallitisées sur socle cristallin. Nous avons pu relever deux cas de lavaka en pleine évolution, respectivement à Andrindra (photo n°09) et à Antsarahovary (photo n°10). Tous deux se sont produits à l'occasion de l'aménagement du fond de la vallée en rizière. Une partie de la base du versant a été enlevée à la bêche jusqu'à une certaine hauteur pour remblayer le fond de la vallée lors des travaux de remblaiement. La nappe aquifère affleure et l'eau qui sort à la surface peut entamer son action érosive en enlevant grain par grain les éléments du sol à ce niveau. Ainsi fragilisée dans sa structure, la partie érodée ne pourra plus supporter la surcharge pondérale des horizons supérieurs au moment de chaque saison des pluies ; ce qui entraîne l'effondrement de ces derniers et la formation du ravin. Dans les deux cas, le cours d'eau en contrebas assure le déblayage des matériaux arrachés au ravin. Ce qui assure en même temps la poursuite du phénomène de lavaka. A Andrindra, le propriétaire

accélère le processus en ignorant délibérément tous les avis contraires, en aménageant en rizière, à chaque morte saison, la surface du bas fond rendue disponible par le lavaka au cours de la saison des pluies précédente.



Photo n°09 : un lavaka sur socle cristallin à Andrindra (cliché de l'auteur)
Premier plan : rizières au niveau de la plaine alluviale
Deuxième plan : lavaka



Photo N°10 : un lavaka sur socle cristallin à Tsarahovary (cliché de l'auteur)
Premier plan : rizières en étage
Deuxième plan : à gauche, ensablement d'une rizière, à droite, lavaka

L'incision linéaire concerne l'érosion du fond du lit des cours d'eau. Avec l'érosion latérale, elle constitue l'un des éléments les plus importants de la dynamique de l'érosion régressive.

Au niveau des hautes vallées, les cours d'eau ont creusé facilement dans les matériaux volcaniques tendres. Presque partout, le lit est encaissé et encombré de blocs de basaltes de différentes dimensions arrachés en amont ou dégagés par l'érosion. Par ailleurs, le profil en V des vallées au niveau des rapides atteste de l'importance, au cours du temps, de l'incision linéaire (figure N°10).

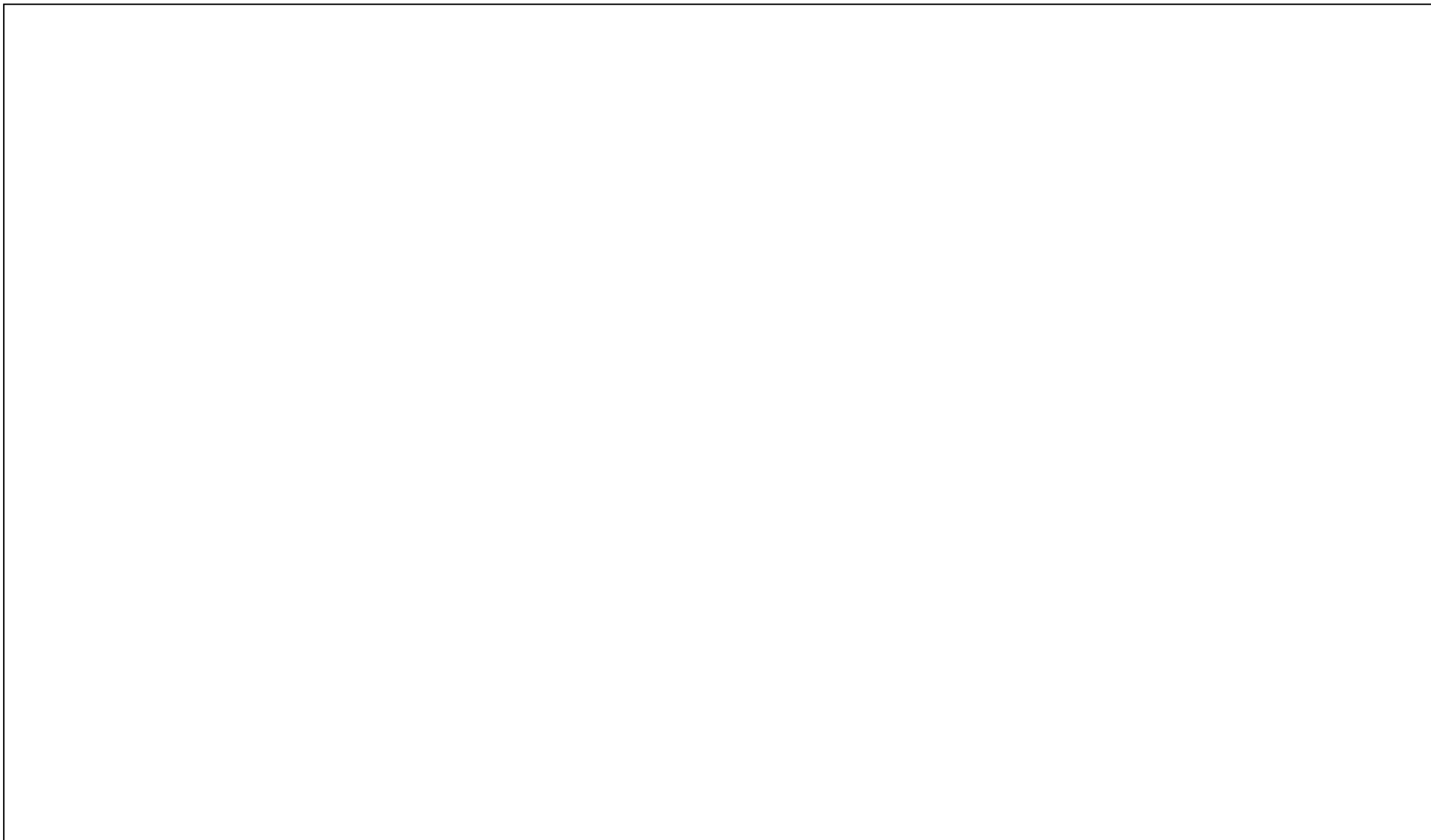


Figure n°10 : coupe transversale des amphithéâtres terminaux des hautes vallées
(Source : FTM, feuille 048, 1/100 000, 1965)

Plus en aval, dans la plaine alluviale, la rivière Ankeniheny a creusé dans les alluvions jusque dans la couche du conglomérat de base, façonnant ainsi des rives en forme de talus qui peut atteindre quelquefois sept ou huit mètres (près du village d'Ankeniheny). Le lit encombré de galets roulés témoigne également de la force de l'incision linéaire. Il est probable qu'à terme l'incision linéaire va faire évoluer la plaine alluviale en terrasse alluviale.

II-4-5- L'érosion latérale

Elle concerne les rives de presque tous les cours d'eau.

La rivière d'Ankeniheny va nous fournir un bon exemple d'érosion latérale.

L'Ankeniheny possède des rives formant souvent un talus à pente verticale. Les données concernant les pertes en terres restent inconnues, mais l'ablation au niveau des rives non protégées s'observe tous les ans pendant la saison des crues. Chaque crue possède en effet une très grande force érosive qui arrache brutalement une partie des talus constituant les rives du cours d'eau. Son impétuosité la rend difficile à maîtriser. Il est fréquent qu'au cours d'une crue, elle déborde de son lit et en même temps érode les rizières qui la bordent, créant ainsi la désolation des paysans. Assez souvent, elle change du lit. On en trouve des exemples récents :

- près du village d'Ankeniheny, du cyclone de Mars 1959 à aujourd'hui, toute la couche d'alluvions tendres a été ainsi emportée sur une largeur de 100 à 200 mètres d'après les buttes témoins de part et d'autre de la rivière
- aux lieux dits, Manolotrana et Ambonilemaka qui sont des anciennes méandres jusque dans les années 80 ; aujourd'hui abandonnés par le lit du cours d'eau, ces anciens méandres ont été promptement transformés en rizières (photos n° 11, 12).



Photo N°11 : Méandre transformé en rizière (cliché de l'auteur)
Premier plan : champ de culture pluviale
Deuxième plan, à gauche et au centre, trace de l'ancienne rive



Photo N°12 : Un ancien méandre sur la rivière Ankeniheny (cliché de l'auteur)
Premier plan : rivière
Deuxième plan : l'ancien méandre avec sa plage de galets

Par ailleurs, nos observations sur le terrain ont débouché sur deux remarques que nous allons rapidement passer en revue.

La première concerne un phénomène assez curieux à propos des méandres de cette rivière Ankeniheny par ailleurs très impétueuse. En effet, très souvent, elle présente des méandres en épingles, presque anguleux (photo n°13, figure N° 11). Des observations plus attentives sur le terrain permettent de constater que la déviation brutale constatée a lieu lorsque le cours d'eau heurte de front la couche de conglomérat de base (figure N°12). Fortement cimenté, ce dernier résiste très bien, comme une roche compacte, aux attaques du courant qui, obligé de contourner l'obstacle, se retrouve ainsi fortement et brutalement dévié. Ce phénomène permet en quelque sorte de mesurer les limites de l'érosion latérale malgré la force du courant.



Photo N°13 : les méandres en épingle à cheveux sur la rivière Ankeniheny

(Source : google earth 2006).

Figure 11 : Schéma explicatif de la formation des méandres en épingle à cheveux sur la rivière Ankeniheny , vue de haut
(Source : Observations sur terrain)

encoche

Figure N°12: Profil montrant les conglomérats de base au niveau d'un méandre sur la rivière Ankeniheny
(Source : Observations sur terrain)

Antoby mérite aussi une petite remarque à cause de ses eaux troubles presque toute l'année. Elle prend sa source près de Nosiarivo et ses affluents sont tous situés dans la forêt de Manjakatempo. Avant de déboucher dans la plaine alluviale, ce sont des torrents impétueux et aux eaux claires, biens alimentés toute l'année.

En débouchant dans la plaine, avec la chute brutale de la vitesse du courant, l'Antoby coule plus lentement entre les alluvions volcaniques à sa droite et les sols ferrallitiques sur socle qui s'érodent facilement : ses eaux deviennent troubles, preuve de l'importance de l'érosion latérale qu'elle exerce sur ses rives. La pente étant assez faible, l'Antoby se charge de l'argile mais laisse tout au long de son lit le sable et le limon. Le sable charrié est siliceux. Dans tout le bassin versant, c'est le seul gisement de sable de rivière existant pouvant être utilisé dans la construction immobilière.

En conclusion, l'action érosive ne semble pas aussi spectaculaire que dans le reste des Hautes Terres où prédominent les roches cristallines. Ce fait est dû probablement à l'humidité, aux types de sols rencontrés et à la repousse rapide de la végétation sur ces sols volcaniques fertiles. La présence du phénomène de ravinement limité uniquement aux sols ferrallitiques sur roche cristalline, moins fertiles, semble attester la vraisemblance de cette hypothèse.

Conclusion de la deuxième partie

La mise en place du massif volcanique, en déplaçant vers l'Ouest la ligne des crêtes centrale, s'est accompagnée, à un niveau régional plus large que notre zone d'étude, de la mise en place de nouvelles données géomorphologiques, et a engendré un bouleversement total du réseau hydrographique et des données climatiques.

L'érosion par les eaux de ruissellement qui s'ensuivait allait à son tour modifier profondément la géomorphologie initiale. En particulier, les variations climatiques du Quaternaire, avec les périodes pluviales et displuviales, allaient fortement contribuer à l'évolution morphogénétique en favorisant tantôt l'incision linéaire et l'érosion régressive, tantôt l'érosion latérale. Tout cela a fini par faire disparaître les appareils d'émission et a façonné un relief rajeuni avec ses larges et profondes vallées pénétrant jusqu'au cœur du massif, ses interfluves aux formes diverses

Les matériaux arrachés par l'érosion allaient se déposer dans les lacs de barrage qui ont constitué autant de zones d'accumulations où se sont déposés les matériaux arrachés au massif. La reprise générale de l'érosion suite au creusement du fleuve Onive a non seulement vidé tous ces lacs de leurs eaux et créé à leur place des bassins alluviaux (bassin alluvial d'Ankeniheny) mais de plus s'est attaqué aux sédiments qui s'y étaient précédemment déposés, transformant certains bassins en terrasses alluviales comme à Andranomaria .

Actuellement, l'érosion continue, favorisée notamment par l'homme et la tendance du climat à l'assèchement.

TROISIEME PARTIE :
LA PLACE DE L'HOMME DANS LA
TRANSFORMATION DES PAYSAGES LOCAUX

TROISIEME PARTIE : LA PLACE DE L'HOMME DANS LA TRANSFORMATION DES PAYSAGES LOCAUX

A première vue, le bassin versant de l'Ankeniheny présente la particularité d'être apparemment un territoire où coexistent côte à côte deux espaces : un espace réservé à la colonisation humaine avec ses villages, ses hameaux, ses champs de cultures, ses bois de pins, de mimosas ou d'eucalyptus et une zone vide d'habitants vouée à la végétation naturelle avec ses forêts et ses savanes. Qu'en est-il exactement ? Comment et pourquoi cette particularité s'est-elle mise en place ?

CHAPITRE I - DES ZONES DE VEGETATION NATURELLE AU MILIEU D'UN TERRITOIRE RURAL DENSEMENT PEUPLE

I-1- La Station Forestière de Manjakatempo, zone des vestiges forestiers

Le bassin versant de l'Ankeniheny abrite une grande partie de la Station Forestière de Manjakatempo. Historiquement, cette Station a été créée pour essayer de conserver les restes des forêts primaires qui subsistaient à l'époque. Elle englobe les vestiges forestiers de Tsaratanàna-Analamitsaraka, la forêt de l'Ankaratra et enfin la forêt couvrant Manjavona, Tavolotara, Manotongana, Malakialina, et les domaines de la brousse éricoïde et de la prairie d'altitude situés à plus de 2000 mètres d'altitude.

Comment de tels vestiges ont-ils pu être conservés dans un territoire aussi anciennement occupé par l'homme ? Bien entendu, on doit admettre que depuis sa création en 1923, la Station semble être en grande partie responsable de la conservation de ces vestiges de végétation naturelle en les soustrayant aux pressions anthropiques. Mais comment expliquer par contre qu'ils ont été conservés jusqu'à cette date malgré qu'ils aient été habités ? La population n'était-elle pas assez dense pour exercer une pression qui aurait entraîné la disparition de la forêt ou du moins sa dégradation ? Sinon y aurait-il eu d'autres facteurs ? Avant d'aborder ces questions et pour mieux comprendre le problème, nous allons faire un bref aperçu de la population actuelle au sein de la zone étudiée.

I-2- Une population dense essentiellement rurale

L'ethnie merina est majoritaire dans la population de la Commune. Il existe quelques migrants , ce sont des fonctionnaires ou des gens qui sont mariés avec des autochtones. Presque tous les habitants, surtout dans le bassin versant de l'Ankeniheny présentent entre eux des liens familiaux . Comment cette population est-elle répartie ? De quelles activités vit-elle ?

I-2-1- Répartition de la population

Le tableau suivant montre la répartition de la population par fokontany :

Tableau N°02 : repartition de la population par fokontany

Fokontany	Nombre d'habitants
Ambolokotona	1 231
Ankofafa	570
Amparihimena	467
Andranomaria	2 096
Ambatomainty	2 108
Ankadivory	811
Ankaratra avaratra	1 904
Nosiarivo	1 474
Soanierana	1 932
Tsangambatonintaolo	693
Tsiafajavona Ankaratra	2 759
Total	16 045

source: PCD2004 Tsiafajavona Ankaratra

D'après ce tableau, plus du tiers de la population totale vit dans le bassin versant de l'Ankeniheny, répartie dans les trois fokontany qui intéressent notre zone d'étude : Tsiafajavona Ankaratra (2 759 habitants), Soanierana (1 932 habitants) et Anosiarivo (1474 habitants). Au total, on y dénombre donc 6065 habitants. La densité globale de la population dans le bassin versant est près de 59 hab/km². Si on exclue les 58 km² appartenant à la Station forestière et presque vide de population, la densité dans la zone effectivement habitée s'élève jusqu'à 135 hab/km². Cette surpopulation favorise la migration des jeunes vers d'autres régions.

En ce qui concerne la répartition par âge, comme dans beaucoup de pays en voie de développement, la population est jeune.

Tableau N° 03 : répartition de la population par âge et par sexe

Age	Masculin	Féminin	Total	Pourcentage%
0-17 ans	4 857	5 664	10 521	65
18-60 ans	2 387	2 329	4 716	30
+ 60 ans	361	447	808	5
total	7 605	8 440	1 6045	100
pourcentage %	47	53	100	-

Source : PCD 2004, Tsiafajavona Ankaratra

Croquis N°10 : Répartition de la population par fokontany dans la commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra
(Source PCD 2004)

Le tableau montre que 65% de la population ont moins de 18 ans. C'est la conséquence d'une part d'un taux de natalité relativement élevé, et d'autre part de l'exode rural évoqué plus haut. En effet, en 2003, les statistiques communales font état d'un taux de natalité de 1.81% contre 0.57% pour le taux de mortalité. D'autre part, on peut constater que les franges de la population en âge de travailler, 18 à 59 ans, ne constituent que 30% de la population. En d'autres termes, trois actifs font vivre sept autres personnes, en plus de leur propre subsistance.

En conclusion, on est donc en présence d'un territoire occupé en partie par une population dense, jeune et victime d'un exode rural important

I-2-2- Les activités de la population

La majorité de la population vit de l'agriculture et de l'élevage. Le tressage de nattes, de paniers, la confection de balais, la forge, la menuiserie, la production de briques, de charbon, de bois de chauffe constituent des activités secondaires auxquelles s'adonnent occasionnellement les habitants surtout en période de soudure ou lorsque la demande se fait sentir.

Le secteur tertiaire n'occupe qu'une frange infime de la population et inclut quelques épiciers et les employés de la Commune et de la Station ainsi que les instituteurs.

Le tableau suivant présente la répartition de la population selon leurs activités :

Tableau N°04 : la répartition de la population selon leurs activités

	Agriculteurs éleveurs	Commerçants	Fonctionnaires	Autres (enseignants surtout)
nombre	15 533	51	22	50

source: Document MAEP Tsiafajavona Ankaratra, 2003

I-2-2-1- L'agriculture

Le tableau montre que 99% de la population vivent de l'agriculture. Il s'agit, soit d'une riziculture irriguée pratiquée dans le bassin alluvial et les hautes vallées, soit d'une polyculture pluviale sur « tanety ». Ainsi, les cultures de maïs, de haricot, de patate douce, de pomme de terre, de taro et de manioc couvrent fréquemment les flancs des versants jusqu'à 1 900 m d'altitude au milieu des savanes laissées en friche. Les parties les plus pentues et éloignées des habitations constituent des champs de cultures itinérantes. Les terrains proches des habitations, par contre, ainsi que les buttes difficilement irrigables du bassin alluvial sont cultivés tous les ans. Ces derniers constituent des champs de culture intensive qui bénéficient d'un plus grand apport de fumure, de soins plus méticuleux. et d'un meilleur entretien .

Depuis quelques années, la riziculture pluviale et les cultures de contre saison commencent à être pratiquées : pomme de terre, brèdes et petits pois surtout.

Suite à la récente introduction des vaches laitières, les plantes fourragères font aussi leur apparition : l'avoine en culture de contre saison, le kizozi et l'elephant grass en culture pluviale.

Les plantations d'arbres fruitiers sont constituées, par ordre d'importance, de pêchers, de pruniers et de bibassiers. Les arbres sont plantés en bocages autour des champs cultivés et toujours sur les terrains proches des habitations.

La fumure utilisée est le fumier de ferme et la bouse de vache séchée, ramassée dans les pâturages. Pour les cultures sur brulis, ce sont les cendres qui servent d'engrais. Ainsi, la faible utilisation d'engrais chimiques à laquelle s'ajoute le déclin de l'élevage expliquent la baisse générale des rendements (tableau n°5).

Le tableau n°5 nous renseigne sur les rendements moyens obtenus dans la Commune.

**Tableau N°5: rendements moyens de quelques cultures vivrières dans la
Commune de Tsiafajavona Ankaratra:**

Production	Rendement (T/Ha)
Riz	3.5
Mais	2
Haricot	0.200
Pomme de terre	09
Manioc	10
Patate douce	12

source: Document MAEP, Tsiafajavona Ankaratra

1-2-2-2- L'élevage

L'élevage tient une faible importance et se réduit tout au plus à quelques têtes de bétail par ménage. Il faut y ajouter quelquefois un ou deux cochons, quelques poules et quelques canards. L'élevage des Ovins et des dindes a pratiquement disparu.

1-2-2-3- La pêche

L'élevage des truites dans la Station qui fournissaient des alevins pour les rivières environnantes jusqu'en 1972 a complètement cessé en 2005.

Par contre quelques familles commencent l'élevage des carpes royales.

II-3- Les infrastructures

Ce sont les voies de communication et les infrastructures socioculturelles.

Les infrastructures routières : il s'agit d'une partie de la RIP Ambatolampy-Faratsiho qui s'articule à la route de la Station forestière et au sein de cette Station. Ces routes sont difficilement praticables pendant la saison humide.

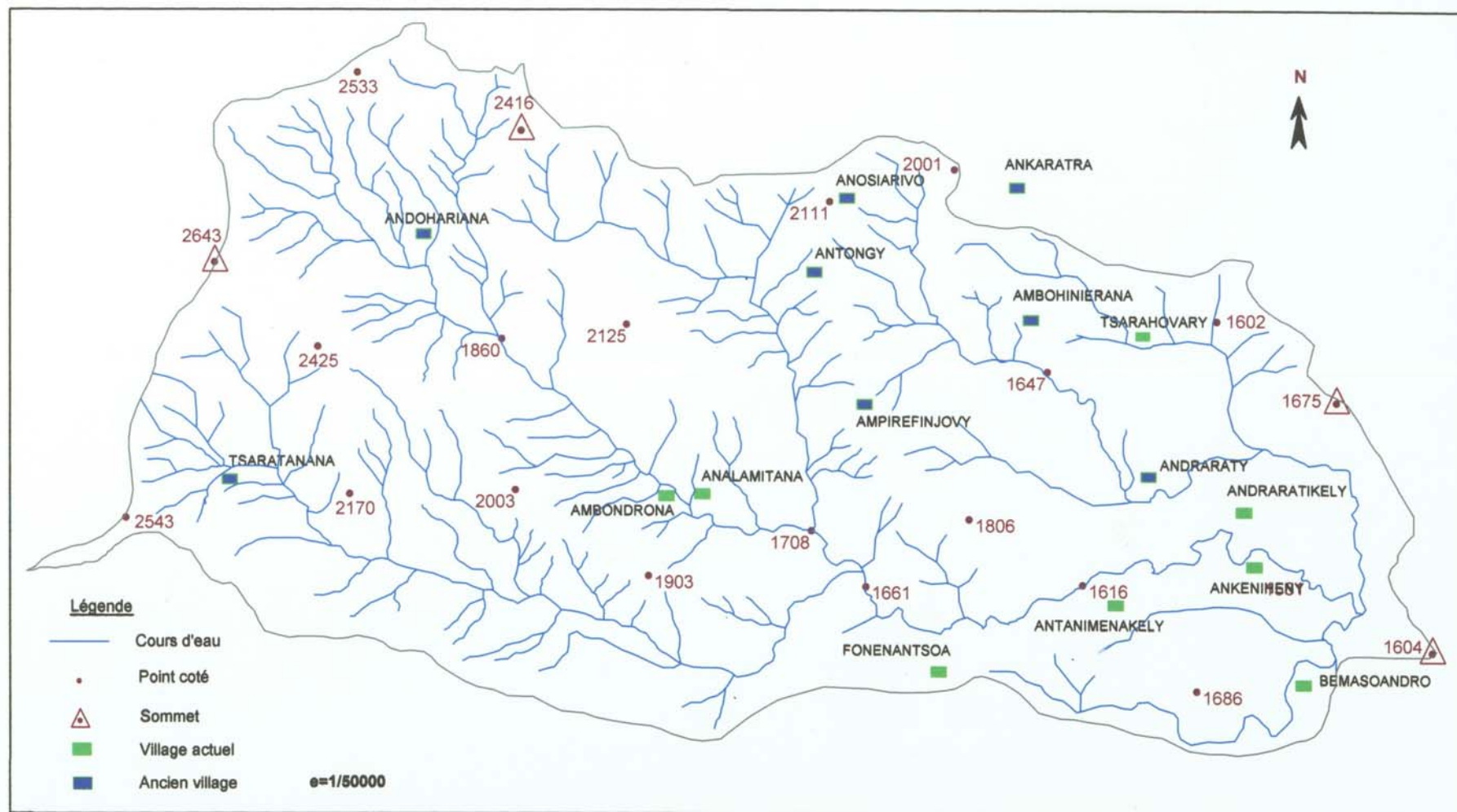
Il existe actuellement trois écoles publiques et quatre écoles privées. Un établissement préscolaire privé est érigé à Andraratikely.

La commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra est équipée d'un Centre de Santé de Base II (CSB II).

Un barrage en mauvais état sert actuellement à l'irrigation. Ce qui est insuffisant pour ravitailler correctement les rizières.

En résumé, il s'agit d'un territoire occupé par une population dense d'agriculteurs et d'éleveurs, insuffisamment équipée, mal encadrée et relativement pauvre.

Pour en revenir à la problématique posée au début de cette partie, nous devons admettre que la protection légale et plus ou moins efficace exercée par les agents de la Station Forestière, avec son statut de Réserve Intégrale, a permis de conserver en partie le patrimoine naturel de la région et donc la diversité de ses paysages. Il est commun d'avancer qu'auparavant ces vestiges auraient pu l'être grâce aux faibles pressions anthropiques et surtout grâce aux facteurs climatiques particulièrement favorables. Certes, on peut prétendre également qu'ils ont été épargnés des défrichements parce qu'ils occupent des pentes trop fortes. C'est peut-être vrai mais on oublie dans tout cela une donnée importante, majeure : ces forêts étaient habitées et abritaient tous les villages du clan d'avant la création de la Station. Pourquoi dès lors ces forêts n'étaient-elles pas été, comme il arrive souvent, les premières cibles de l'homme ? Face à cette contradiction, nous avons pensé que s'il est vrai que dans un sens l'homme a certainement participé à leur dégradation, il a pu également contribué à leur conservation, justement parce que peut-être d'une certaine manière, ces forêts étaient importantes à ses yeux. Le problème revient dès lors à chercher en quoi la forêt était-elle si importante qu'elle a pu être conservée. C'est pourquoi, dans les prochains chapitres, nous chercherons à connaître dans l'histoire de l'organisation du territoire, la contribution de l'homme en termes de conservation ou de dégradation de l'environnement. Autrement dit, il s'agit de connaître la part de l'homme dans la diversité actuelle des paysages et, cela depuis l'époque clanique.



Croquis N° 11: LOCALISATION DES VILLAGES DANS LE BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY
(Sources : FTM 048, 1965, observations sur terrain)

CHAPITRE II - L'ORGANISATION DU TERRITOIRE DEPUIS L'EPOQUE CLANIQUE

L'enquête que nous avons menée auprès des habitants concernant l'occupation humaine a montré que celle-ci semble relativement ancienne. Nous avons complété cette enquête par des visites sur terrain des vestiges des anciens villages et des tombeaux présumés de leurs habitants.

Pour simplifier l'étude, nous allons distinguer deux périodes principales :

- La période précoloniale, pendant laquelle la forêt constituait l'habitat naturel car en effet, tous les vestiges des anciens villages y sont localisés,
- La période coloniale et post coloniale au cours de laquelle les habitations se sont déplacées hors des zones forestières.

Pour chaque période, nous traiterons l'habitat et les activités.

I-1- La période précoloniale

Pendant cette période, l'organisation du territoire était respectueuse de l'environnement.

I-1-1- La forêt, un habitat

Les villages de cette période sont tous situés dans ou à la limite des lambeaux forestiers. Cependant, d'après les vestiges qui en restent et d'après leur histoire héritée de la tradition orale, on peut les classer en deux subdivisions temporelles :

La première est celle concernant les traces des premières installations de l'homme, la seconde intéresse la période pendant laquelle les villages étaient fortifiés.

I-1-1-1- Les traces des premières installations de l'homme

La date des premières installations de l'homme dans l'Ankaratra reste inconnue. Les gens qui vivaient durant cette période n'ont laissé aucun nom dans la mémoire du

terroir. Leur origine et leur histoire se perdent dans la légende et la population actuelle ne revendique aucun lien d'ascendance avec eux. La tradition orale a retenu deux villages datant de cette période. Ce sont Andohariana et Tsaratanàna (croquis n°11).

Andohariana est situé dans le cirque de Manjavona, au nord-est de Tsiafajavona. Il occupe une terrasse en contrebas d'une cascade, entre deux torrents. Récemment encore quelques lambeaux de forêt l'entouraient.

Tsaratanàna situé dans la forêt occupant la rive gauche de la rivière du même nom, dans la vallée d'Angorodona, au sud-est de Tsiafajavona est bâti également sur une petite terrasse. On peut remarquer la présence de deux tombes près de son rebord sud qui ont la particularité d'être orientées méridionnalement, c'est-à-dire dans le sens nord-sud.

Apparemment donc, il ne reste de ces villages que leur nom, leur emplacement et quelques tombes. Erigés dans deux vallées boisées situées au cœur du massif, où la vue ne porte pas loin, ils constituent, par cela même, d'excellents refuges contre les regards indiscrets.

I-1-1-2- Période des villages fortifiés

Cette période, succédant à la précédente, s'est terminée avec l'arrivée des Français.

Six villages appartiennent à cette époque. Il s'agit des villages d'Ankaratra, d'Antongy, de Nosiarivo, d'Ampirefinjovy, d'Ambihinierana et d'Andraraty (croquis n°11). La majorité de la population de la zone étudiée revendique des ancêtres communs ayant créé ces villages.

Avant d'aller plus loin concernant ces villages, nous dirons quelques mots sur l'habitation caractéristique de cette période. Il s'agit de la traditionnelle « trano bongo ». A base rectangulaire ou carrée, elle est creusée en partie dans le sol et la partie émergente du mur, faite de mottes de terre, ne fait pas plus d'une cinquantaine de centimètres. Les pans de la toiture en chaume, sont composés d'une charpente faite de gaulettes ; cette dernière repose sur une poutre servant de faîtière soutenue par deux ou trois piliers de rondins. Cette habitation rustique présente de multiples avantages : sa forme trapue et

sa toiture en chaume la rendent très discrète dans le paysage et parfaitement adaptée aux rigueurs du climat frais d'altitude; de plus, les matériaux dont on s'est servi pour sa construction, en limitant les prélèvements sur la forêt aux gaulettes et aux rondins, permettent en quelque sorte de retarder la dégradation de cette dernière.

a) Ankaratra

Ankaratra est implanté en dehors et au Nord de la zone d'étude, à mi-pente, sur les hauteurs qui dominant, à l'ouest, la vallée du Lac Froid, au milieu de la forêt, à une altitude de 1799 mètres. Il y occupe le sommet d'une petite colline aménagée en une large terrasse, entre deux torrents qui se rejoignent plus bas avant de se jeter dans le Lac Froid. Protégé naturellement par une épaisse forêt, la vue y porte très loin, à des dizaines de kilomètres vers l'Est. Adossé du côté Ouest à l'interfluve allant de Nosiarivo à Ambohimahavony, le village est bordé des trois autres côtés par des pentes très raides. Au sud et au nord, ces pentes se terminent par des falaises de basaltes à l'origine des deux cascades sacrées Riana Atsimo et Riana Avaratra. Des fossés creusés du côté amont, à l'ouest et au nord-ouest du village ont été ajoutés pour parfaire la protection naturelle du site.

C'était donc un véritable fortin, soigneusement choisi en raison de sa position stratégique, face à des ennemis potentiels venant de l'Est. Ce qui semble démontrer une organisation sociale avancée.

Très tôt abandonné, le village d'Ankaratra était considéré comme sacré et continue de l'être jusqu'à nos jours. Comme pour d'autres endroits considérés comme tels, il est très fréquenté par les « mpanasina », les premiers jours d'Alahamady (mois du Bélier), premier mois du calendrier lunaire traditionnel, et d'Alakaosy. Ce caractère sacré est une des raisons pour lesquelles la forêt y subsiste encore.

Il semble qu'Ankaratra fut abandonné brutalement après une incursion Sakalava.

b) Antongy et Nosiarivo

Après l'épisode tragique qui a coûté au clan l'anéantissement du village d'Ankaratra, la tradition orale a retenu que bien plus tard, le clan s'enfonçait plus haut en altitude et au

cœur de la forêt où un autre village fortifié fut créé. Il s'agit du village d'Antongy près du sommet de Nosiarivo, près de 2000 mètres d'altitude (croquis N°11).

Entre-temps, le clan s'installa temporairement au sommet même de Nosiarivo, à 2111 mètres d'altitude. Village dépourvu de fossé protecteur, son existence n'est plus signalée actuellement que par la présence d'une tombe. Implanté au sommet de la montagne, à l'orée de la forêt et contrairement aux villages antérieurs tournés uniquement vers l'est, il bénéficie d'une vue panoramique grandiose ouverte sur le sud, l'est et le nord. Dans ces trois directions, la vue porte jusqu'à une distance d'une centaine de kilomètres.

C'est du côté Ouest qu'apparemment, la protection naturelle du village semble la plus fragile puisque la portée de la vue est limitée par les hauts sommets de l'Ankaratra. De ce fait, l'approche éventuelle d'ennemis venant de ce côté n'est détectée qu'à une distance de quelques kilomètres. Cependant, de ce même côté, le sommet de Nosiarivo est isolé du reste du massif par les profondes vallées de Tavolotara et de Manotongana et seule, l'arête étroite séparant ces deux vallées permet d'y accéder.

C'est donc un emplacement éminemment stratégique, très difficile d'accès, apparemment facile à protéger contre les incursions Bezanozano ou Sakalava. C'est un point de vigie exceptionnel où toute approche suspecte est immédiatement décelée à temps.

Le village d'Antongy est situé à quelque trois cents mètres au Sud du sommet d'Anosiarivo, au niveau d'une petite terrasse aménagée sur la ligne de crête en fil de rasoir reliant celui-ci à Ampirefinjovy. Concernant sa protection, on note la présence de plusieurs fossés qui entaillent l'arête en amont au nord du village et en aval au sud, tandis que du côté Ouest et Est, le village est naturellement protégé par les pentes très abruptes, presque à pic, des amphithéâtres terminaux de Tavolotara et de Malakialina. C'était donc un village presque imprenable, savamment camouflé au milieu de la forêt.

Les tombes sont érigées en dehors du village, dont trois caveaux à Ampasintelo, un monticule en contrebas à l'Est de Nosiarivo et deux tombes sur la même arête que le village mais plus en bas au Sud.

c) Ampirefinjovy, Ambohinierana et Andraraty

Le clan s'étant agrandi, ses membres s'étaient installés dans trois villages situés plus bas en altitude : Ampirefinjovy, Ambohinierana et Andraraty (croquis N°11).

Erigés sous le couvert de la forêt protectrice mais sur les hauteurs, les trois villages sont situés de façon à faciliter les activités d'élevage et agricoles et à assurer le maximum de sécurité des gens, qu'ils soient chez eux ou en train de s'adonner aux travaux agraires.

Andraraty est situé à la limite inférieure de la forêt, sur une croupe d'interfluve entre Antsomangana et Tsarahovary. Actuellement, il ne reste de la forêt originelle que des « savoka à anjavidy » et « dingadingana ». Les champs de patate douce et de taro occupent l'emplacement du village. Andraraty était dépourvu de fossés protecteurs mais on l'a entouré d'une haie épaisse de cactus qui n'ont disparu que très tard pendant la colonisation, décimés par la phylloxera.

Très proche de la plaine, il permet une surveillance aisée des rizières ; c'est en outre un refuge sûr pour un repli rapide en cas d'une attaque contre les gens travaillant dans les champs et rizières éparpillés dans la plaine.

Ambohinierana occupe la colline boisée dominant à l'ouest le village d'Andraraty dont il est distant de 600 à 700 mètres. C'était un village entouré de deux fossés larges et profonds. Actuellement, ces fossés restent assez bien conservés (largeur actuelle : 4 à 5m, profondeur : 5 à 6m). Ambohinierana constitue la seconde ligne de défense du clan.

Ampirefinjovy, situé sur un promontoire à quelques centaines de mètres au Sud-est d'Antongy, sur la même ligne de crête, était dépourvu de fossés mais domine encore largement le paysage alentour. Il constitue le dernier rempart d'Antongy contre une éventuelle attaque.

Que sont-ils devenus, ces différents villages ?

En résistant aux Français, tous ces villages, à l'exception d'Andraraty durent être évacués de force avec la fin de la pacification de la région et leurs habitants se fixèrent

dans tout le bassin alluvial.. Andraraty dépérit petit à petit. Il fut définitivement abandonné au cours des années 80.

Toute la population s'éparpilla ainsi hors des zones de forêts. Il ne reste finalement des anciens villages que des vestiges et des tombes

I-1-2- Un peuple d'agriculteurs-éleveurs

De quelles activités vivaient les populations qui se sont succédées dans ce territoire et quel en a été l'impact sur l'évolution des paysages ?

Pour des raisons de commodité pratique, l'apparition de la riziculture irriguée que nous considérons comme une forme évoluée de l'agriculture va nous permettre de distinguer deux sous périodes : avant et après l'avènement de cette culture.

I-1-2-1- Avant la riziculture irriguée

C'est la période correspondant aux premières installations de l'homme. Les traces des activités agricoles de cette époque n'existent plus aujourd'hui. D'après la tradition orale, cependant, les hommes se seraient contentés de défricher la forêt où ils pratiquaient quelques cultures comme le taro, la patate douce, le pois d'Angola. On peut donc imaginer que c'était une agriculture itinérante où la culture sur brûlis était la règle. Aucune information sur une quelconque forme d'élevage n'a pu être obtenue.

On peut donc supposer que c'était une période où la pratique de l'agriculture itinérante parvenait à la longue à déboiser progressivement la région et où l'appauvrissement faunistique commençait.

Figure n°13 :

Figure n°14 :

I-1-2-2- Après l'apparition de la riziculture irriguée

Le nouveau clan qui arrivait plus tard dans la région et qui succédait à la vague de population précédente s'amenait avec une forme de civilisation plus avancée et avait une vision de l'organisation du territoire très originale. Auteur des villages fortifiés, le clan s'installait en créant le village d'Ankaratra et s'appropriait toute la région. Il pratiquait l'élevage bovin et une véritable agriculture, plus évoluée et plus diversifiée basée sur la riziculture irriguée. Ces nouvelles activités allaient s'étendre, englober et même déborder des limites du bassin versant de l'Ankeniheny. Il semble que les premières rizières aient été aménagées à l'emplacement du Lac Froid actuel. Plus tard, elles allaient occuper tout le bassin alluvial. La population élevait une race de zébus sans bosse qui s'adapte par la suite remarquablement au climat des hautes altitudes. Les troupeaux paissaient dans la forêt et dans les prairies d'altitude (figure n °13).

Ainsi se profilait une nouvelle organisation de l'espace : la plaine alluviale allait être désormais réservée à l'agriculture, les moyennes altitudes servir d'habitat et en même temps de terrains de pacage, tandis que les hautes altitudes couvertes de prairies consacrées exclusivement à l'élevage (figure n°13).

a) L'agriculture

Quelles ont été les plantes cultivées ?

En matière d'agriculture, il semble que, outre la place importante de la riziculture irriguée, on cultivait également le maïs, le tsaradrafy (pois d'Angola), une variété de fève, le voavahy, le haricot, le taro et la patate douce, consommés comme compléments alimentaires. Le chanvre a été couramment cultivé pour sa fibre utilisée à la confection des tissus jadis très appréciés. De même, la culture du mûrier dont les feuilles servaient de nourriture au ver à soie était commune. Quelques pieds et souches centenaires sont les seuls vestiges actuels de cette dernière activité. Les matériels utilisés étaient rudimentaires : « l'angady » qui servait au travail de la terre : labour, binage, sarclage..., la hache et le coupe-coupe pour abattre les arbres ou pour débroussailler, la faucille pour la moisson, différents paniers pour le transport.

Comment se faisait la fertilisation des sols ?

En ce qui concerne la fertilisation des sols, on utilise traditionnellement les cendres et la fumure organique.

Dans le cas de la culture sur brûlis, les cendres sont produites sur le lieu même du champ de culture. Mais on se sert également des cendres du foyer, des cendres des bouses de vache ou encore du « fompotra » qui signifie littéralement tourbe.

Le fompotra s'obtient par incinération du « sorokahitra ». Voici comment on procède :

- A l'aide de l'angady, un sol tourbeux à végétation herbacée épaisse et touffue est décapé sur une épaisseur de un à deux centimètres ; une partie du sol, la partie aérienne des végétaux et une partie des racines sont ainsi détachées et constituent le « sorokahitra ».

- Séchés et amassés en tas plus ou moins volumineux, les « sorokahitra » sont brûlés jusqu'à incinération complète.

Concernant la fumure organique, il s'agit principalement du fumier de ferme. Mais pour en disposer facilement et suffisamment et pour remédier à l'insuffisance des moyens de transport, des techniques originales et efficaces ont été mises en pratique. Ainsi, ces agriculteurs-éleveurs descendaient une partie de leurs troupeaux et les parquaient la nuit dans des enclos construits soit près des terrains de culture (parcs à bœufs traditionnels) soit sur les terrains de cultures même pour y laisser le fumier (la technique du « vala »).

Comment se faisait alors la mise en valeur des terrains de cultures ?

La technique de mise en valeur diffère selon le terrain à mettre en culture. En effet, il y a lieu de distinguer deux types de terrains de culture que nous allons qualifier de : terrains de cultures permanents et de terrains de cultures itinérants.

Dans le cas des terrains de cultures permanents localisés uniquement au niveau du bassin alluvial avant la colonisation, le calendrier agricole commençait très tôt, avec la production de fumier. Tous les ans, durant la saison sèche, bien avant le labour et les semailles, les gens s'installent dans les mêmes hameaux temporaires avec une partie des troupeaux. Le parc qui sert chaque nuit d'étable est remis en état ; des « sorokahitra » y sont jetés pour être piétinés et ainsi mélangés aux bouses des vaches. Le fumier obtenu est, soit éparpillé directement dans les rizières proches juste avant le labour, soit, dans le cas des cultures pluviales, mélangé au « fompotra » ou aux cendres des bouses des vaches avant d'être utilisé. Après le labour et les semailles, tout le monde regagne les villages sur les hauteurs tandis que les troupeaux sont renvoyés dans leurs terrains de

pacage en altitude. On ne redescend les troupeaux que plus tard pour le piétinage qui a lieu après les premières pluies, mais cette fois-ci, on prend soin d'y choisir les éléments les plus forts et les plus costauds.

D'autres techniques sont utilisées pour mettre en valeur les terrains de cultures itinérantes c'est-à-dire les jachères. Il s'agit de la classique culture sur brûlis et du « vala »

La culture sur brûlis est appliquée de préférence lorsqu'on veut aménager des champs dans les savanes arborées ou les zones boisées. Le passage du feu est jugé indispensable pour parfaire le débroussaillage entamé à la hache et au coupe-coupe et pour transformer les arbres et arbrisseaux abattus ainsi que les broussailles en cendres riches en minéraux. Le labour qui suit immédiatement le brûlis permet d'enfouir les cendres et de se débarrasser des racines pouvant gêner la suite des travaux (semailles, binage, sarclage). Un supplément en cendres de « fompotra » ou de bouse de vache peut être apporté au moment des semailles.

Le « vala » était la technique la plus fréquemment adoptée par les agriculteurs-éleveurs pour la mise en valeur des savanes herbeuses. On le pratique pendant la saison des pluies lorsque la repousse de la végétation des savanes des basses et moyennes altitudes est suffisante pour servir de pâturage aux animaux. Le travail comporte trois étapes :

1^{ère} étape : Choix de la parcelle à mettre en valeur

La parcelle est choisie en fonction de la densité de la couverture végétale : une végétation serrée, bien touffue est signe d'une bonne fertilité retrouvée

2^{ème} étape : Fertilisation de la parcelle

Selon sa superficie, parcelle est fertilisée en une seule fois ou divisée en autant de lots qu'il est nécessaire. Chaque lot sert successivement de parc à bœufs temporaires. Pour cela, on l'entoure d'une murette en mottes de terre prélevées sur place, surmontée d'un enclos en bois. Les zébus sont descendus des prairies d'altitude pour y être parqués toutes les nuits. Une fois la quantité de fumier jugée suffisante, on passe au lot suivant qui

sera traité de la même façon. La murette en terre laissée sur place servira de système antiérosif tandis que les bois de l'enclos seront réutilisés

3^{ème} étape : le labour et la mise en culture

Le labour doit être fait immédiatement après l'étape précédente car l'efficacité de la technique dépend de la célérité avec laquelle on enfouit les bouses des vaches et les végétaux piétinés dans les enclos.

Le champ ainsi préparé sera cultivé pendant deux ou trois ans de suite avant d'être de nouveau laissé en jachère.

b) L'élevage

En ce qui concerne l'élevage, la zone des prairies d'altitude, humide toute l'année, constitue un excellent pâturage pour les zébus. Les troupeaux paissaient librement sans passer la nuit dans des parcs à bœufs. Les membres du clan veillaient uniquement à les regrouper ou à les changer de pâturage périodiquement, tout en les surveillant contre les vols de bovidés. Il existait par ailleurs un système de transhumance saisonnière qui s'était mise en place naturellement. Pendant la saison humide, les troupeaux occupaient généralement les prairies d'altitude tandis qu'en hiver, les zones boisées des hautes vallées et des moyennes altitudes constituaient pour le bétail un bon refuge contre les aléas climatiques que sont le vent et le froid hivernaux. Les feux de pâturage pour accélérer la repousse des prairies, semblaient rarement pratiqués. Lorsqu'on y avait recours, on évitait soigneusement les zones de trop forte pente qui risquent d'être dangereux pour les troupeaux attirés par les repousses.

Conclusion

On peut tirer quelques conclusions concernant cette période.

Primo, l'organisation du territoire semble avoir été dictée par un impératif primordial qui était la sécurité. En effet, on peut avancer que les vagues de populations qui s'y sont succédé ont volontairement choisi cette zone montagneuse pour s'y réfugier.

La forêt a servi de refuge à l'habitat. Non seulement les habitations étaient cachées dans des petites clairières au sein de la forêt mais de plus, c'étaient des cases trapues, donc difficilement visibles de loin, aux toitures faites du chaume des savanes herbeuses

donc parfaitement intégrées aux couleurs naturelles à l'ombre des feuillages des arbres. Par ailleurs, l'observation scrupuleuse de deux tabous a, à notre avis, largement contribué à assurer et pérenniser la sécurité du clan et de son habitat. Le premier dit qu' « Ankaratra ne se raconte pas » (Ankaratra tsy fitantara). On peut penser que ce tabou, tout comme la répugnance ancestrale des gens du terroir à faire épouser leurs filles hors du fief du clan, ont servi en leur temps à protéger les secrets de l'habitat et des activités du clan. Le second tabou est, on ne peut plus clair : « On ne défriche pas la forêt qu'on habite » (Ny ala onenana tsy tevena). Il indique donc clairement que la forêt, c'est l'habitat et évidemment, on ne détruit pas son habitat.

Par ailleurs, nous avons dit que les emplacements des villages présentaient une autre particularité qui renforce l'idée de montagne refuge. En effet, contrairement à la majorité des villages de l'époque situés aux sommets de hautes collines dominant les alentours, visibles de loin et reconnues par tous comme habitées, ceux de notre zone d'étude s'accrochaient aux flancs de la montagne, au sein de la forêt, sur une terrasse ou sur l'arête d'un interfluve. Aussi, il serait vain de les chercher aux emplacements habituels évoqués plus haut. Cependant, de ces villages parfaitement invisibles, la vue porte loin. C'est donc une précaution supplémentaire qui renforce l'idée de montagne refuge.

Nous avons vu également que les prairies d'altitude servaient de terrains de pacage et que le clan répugnait à se servir des feux de pâturage pour accélérer leur repousse. On peut penser que les feux de brousse étaient dangereux pour la sécurité, en révélant, indirectement bien sûr mais au grand jour, l'existence du bétail et la richesse du clan. D'ailleurs, trois au moins parmi les plus hauts sommets abritent des tombes des ancêtres du clan et sont pour cela considérés comme sacrés. Jusqu'à maintenant, le moindre feu de brousse qui risque d'atteindre ces sommets soulève la désapprobation générale et déclenche la mise en œuvre des rites pour se réconcilier avec les ancêtres et rendre aux lieux leur caractère sacré. Par ce moyen, si on peut parler ainsi, le clan a réussi à faire passer son message à sa postérité.

Secundo, l'adoption d'une forme d'agriculture intensive, utilisant le fumier et concentrée sur les mêmes terres au niveau de la plaine alluviale et de son pourtour, a permis de limiter le recours à l'agriculture itinérante sur brûlis, donc de mieux conserver l'environnement.

De même, la pratique d'une agriculture intensive utilisant des fumiers dans les zones basses, participe à la réduction de la superficie des terres consacrées à la culture sur brûlis. Elle peut être perçue comme une précaution supplémentaire pour se faire encore plus discret et se faire oublier.

Tertio, l'organisation du territoire mise au point n'est pas parfaite et présente certains impacts négatifs sur l'évolution à long terme du paysage. En laissant les troupeaux paître librement dans les sous-bois, l'homme a accéléré la dégradation et l'appauvrissement floristique de la forêt. D'autre part, la culture sur brûlis et les feux de pâturage, bien que rarement pratiqués, ont sûrement contribué à la dégradation de l'environnement naturel. Enfin, seules les zones habitées de la forêt ont bénéficié de la protection. Ce qui a rétréci la superficie des zones forestières.

Finalement, on peut dire qu'une forme originale d'occupation de l'espace s'est ainsi amorcée et développée qui a su tirer profit au maximum du caractère montagneux du territoire et relativement préserver et respecter l'environnement naturel. En effet, la répartition spatiale de l'habitat et des activités a exactement respecté la diversité altitudinale des paysages naturels : les hautes altitudes herbeuses au-dessus de 2 000 m étaient réservées à l'élevage bovin, les zones forestières des reliefs entre 1800 et 2000 m servaient d'habitat tandis que la plaine alluviale et son pourtour étaient consacrés aux activités agricoles (figure n°13). Les emplacements des villages rendaient ainsi plus commodes de s'occuper et de s'assurer de la sécurité de l'élevage à l'Ouest et au Sud des villages et de l'agriculture en contrebas à l'Est.

En résumé, on peut parler non pas de forêt refuge mais plutôt de montagne refuge.

II-2- De la période coloniale à nos jours

II-2-1- Habitat

Rappelons que la population contrainte par la force de quitter leurs villages traditionnels au sein de la forêt se dispersa et descendit au milieu des zones de culture. La grande majorité se fixa dans et autour de la plaine alluviale d'Ankeniheny (croquis n°11) et même remonta le long des hautes vallées.

Avec la sécurité apportée par l'administration coloniale, l'habitat se dispersa encore plus. Les habitations isolées ou en petits hameaux sont devenues fréquentes. Cette dispersion a peut-être nui à l'unité du clan, mais par contre elle a favorisé la mise en valeur de la plaine alluviale et des espaces cultivables alentours.

II-2-2- Elevage

Cette nouvelle occupation de l'espace, en permettant la mise en valeur des hautes vallées réservées autrefois au pacage d'hiver des troupeaux a mis en conflit l'élevage et l'agriculture. Avec l'apparition du fasciolose (maladie causée par un ver plat parasite la douve du foie ou Fasciola gigantica), ce fut un des facteurs qui ont définitivement mis fin à l'élevage traditionnel.

Bien sûr les éleveurs ont tenté de survivre en multipliant les feux de pâturage sur les hauteurs, mais rien n'y fait. Des éleveurs traditionnels, il ne reste actuellement que quelques récalcitrants invétérés qui continuent de paître leurs petits troupeaux presque à la sauvette, cette fois au sein même du périmètre de la Station.

II-2-3- Evolution inverse de l'agriculture et de l'élevage

Au cours de cette période, de nouvelles cultures apparaissent telles la culture de la pomme de terre, du tabac et des arbres fruitiers (pêchers, pruniers, bibassiers, pommiers) plantés en bocage autour des champs ou autour des habitations. D'autres sont abandonnées, notamment la culture du chanvre et du mûrier. Les cultures pluviales s'étendent progressivement sur une grande partie des zones des moyennes altitudes réservées auparavant à l'élevage. La riziculture irriguée occupe la presque totalité de la

plaine alluviale et avec l'indépendance, remonte le long des hautes vallées d'Antezina, d'une partie de Manjavona et de Tsaratanàna, jusqu'à une altitude autour de 1800 mètres.

En ce qui concerne l'évolution des cultures pluviales, deux types d'agriculture se dégagent progressivement : une agriculture intensive dans les périmètres autour des villages et des hameaux et une autre moins intensive sur les tanety des basses et moyennes altitudes éloignés des villages.

En effet, autour des villages, l'agriculture bénéficie facilement de l'apport d'une grande quantité de fumier de ferme et est l'objet de soins méticuleux : sarclage et binage répétés, buttage. Il s'agit presque d'un jardinage. Les mêmes parcelles sont cultivées tous les ans. Les rendements sont généralement élevés.

Les champs situés plus loin des villages, par contre, reçoivent généralement moins de soins et moins de fumure provenant des parcs à bœufs. C'est une zone d'agriculture itinérante. Les principaux handicaps en sont l'insuffisance des matériels de transport comme les charrettes et l'insuffisance de la quantité de fumier produite. Pour pallier à ces problèmes, les deux solutions traditionnelles que sont la technique du « vala » et la culture sur brûlis ont été généralisés et réservés à ces terrains de culture. Ce qui permettait d'obtenir de bons rendements tant que l'élevage était florissant dans le cas des vala et la jachère assez longue pour ce qui concerne la culture sur brûlis. L'apparition des nouveaux moyens de transport comme les charrettes permet un apport de fumier aux champs éloignés du village. Plus tard, avec la régression de l'élevage traditionnel, la technique du vala fut progressivement abandonnée et les rendements baissaient. De même, la période de jachère de plus en plus courte n'arrive plus à régénérer naturellement la fertilité des sols. Il semble actuellement urgent que de nouvelles techniques doivent être avancées et généralisées pour résoudre le problème.

Par ailleurs, la période coloniale constituait une période de mutation difficile pour l'élevage. A son début pourtant, cette époque semblait ne rien changer aux pratiques traditionnelles de l'élevage en pacage libre. C'est plutôt l'implantation de la Station Forestière de Manjakatempo qui marque le début de la fin d'une époque pour les habitants. Les 8000 hectares de la Station, dont une grande partie est située dans la zone étudiée, occupent, en effet, non seulement une grande partie des pâturages traditionnels

mais surtout une partie non négligeable des champs de culture sur tanety et toute la zone des anciennes habitations à l'exception d'Andraraty.

Cette occupation abusive a ainsi privé les habitants de leur espace vital et a perturbé complètement leur mode de vie. Une des conséquences la plus évidente de l'exode forcé qui s'ensuit semble être le déclin de l'élevage.

A la fin de la période coloniale, cependant, un nouvel équilibre semble avoir été trouvé, avec une population en majorité composée d'agriculteurs dont chaque famille dispose de quelques têtes de bétail tout au plus, qu'on rentrent tous les soirs dans les parcs à bœufs du village. Ces bêtes servent aux divers travaux des champs (labour, piétinage, hersage, transport) et sont surtout indispensables pour produire le fumier nécessaire à l'agriculture.

Une nouvelle période semble ainsi s'ouvrir qui doit déboucher sur une nouvelle politique d'aménagement et d'appropriation de l'espace par les habitants. En outre l'utilité traditionnelle de conserver la forêt s'estompe lentement dans les habitudes. Il est grand temps de trouver une autre forme de gestion rationnelle de l'espace.

Avec la colonisation, la démographie galopante, le rétrécissement de l'espace, le relâchement des us et coutumes et le déclin de la société traditionnelle constituent autant de facteurs accélérant la dégradation de l'environnement naturel.

CHAPITRE III - UN ENVIRONNEMENT NATUREL EN PERPETUELLE EVOLUTION

Ce chapitre traitera principalement des formes de dégradation et de conservation de l'environnement sous l'action de l'homme.

III-1-Les différentes formes de dégradation

III-1-1- La déforestation

La déforestation est associée aux techniques ancestrales de mise en valeur des sols : défrichement par la culture sur brûlis et prélèvements indispensables aux besoins propres de la population (bois de chauffe, bois de construction), régénération des pâturages.

III-1-1-1- La déforestation par la culture sur brûlis

De par l'occupation humaine relativement ancienne, toutes les zones cultivables du bassin versant ont été défrichées et débarrassées ainsi de leur couverture forestière. On peut penser que le défrichement n'a pu se faire que grâce au coupe-coupe et au feu, autrement dit par la technique de la culture sur brûlis.

Cependant, toute la zone n'a pas été entièrement débarrassée de sa couverture forestière. Ainsi, à l'arrivée des Français, il restait encore quelques lambeaux de forêts limités ou aux zones les plus pentues c'est-à-dire là où le défrichement n'était pas assez rentable, comme à Tsaratanàna, Analamisaraka, Ankafotra, Manjavona ou aux zones d'habitat. Grâce aux mesures répressives du temps de la colonisation, ces lambeaux de forêt ont pu être conservés jusqu'en 1960. Depuis, les vestiges des forêts des zones pentues sauf la forêt de Manjavona ont progressivement disparu à part quelques bosquets, buissons ou arbres isolés, seuls témoins des anciennes forêts.

Les orchidées épiphytes autrefois abondantes, ont pareillement subi les conséquences des mêmes pratiques illicites. Le résultat semble un appauvrissement floristique de la forêt protégée de la station.

Après la disparition de la forêt primaire, les cultures sur brûlis sont pratiquées systématiquement pour défricher les jachères occupées par les savoka et les savanes arbustives. Pour cette raison, aucune chance n'est laissée à la régénération de la forêt naturelle.

III-1-1-2- La déforestation pour les besoins en combustibles

Une autre forme de déforestation est celle des prélèvements de bois pour les besoins des ménages en combustibles. Actuellement, ce type de prélèvement concerne les reboisements d'Eucalyptus sp et de Pinus sp ainsi que les bois de *Mimosa dealbata* et d'Helichrysum (« rambiazina »).

Cependant, la pauvreté ambiante et la pression démographique aidant, on évolue petit à petit vers un véritable déboisement, la demande excédant de loin l'offre. Les arbres sont systématiquement abattus très jeunes dès qu'ils peuvent servir. Aussi, il devient rare de trouver en dehors de la station des futaies d'Eucalyptus ou de Pinus, et les « Mimosas » dépassent exceptionnellement les quatre mètres. Il faut en outre remarquer que le charbon de bois qu'on en tire est plutôt destiné à la vente à Ambatolampy ou à Antananarivo. En 2003, on enregistre une production de plus de 48000 sacs de charbon et 87 000 en 2004 destinés à la vente (source : UFA).

Les gens s'adonnent donc à la confection du charbon de bois plutôt pour remédier à la misère que pour satisfaire leurs besoins propres en combustibles.

III-1-1-3- La déforestation pour les besoins en bois d'œuvre

En plus des deux causes évoquées plus haut, les besoins en bois d'œuvre déciment également les plantations. Il faut noter que, comme dans le cas du charbon, le bois prélevé sert autant pour les besoins locaux que pour les besoins du marché. Le problème devient critique puisque les ressources sont presque toutes épuisées et une prise de conscience collective s'avère urgente et indispensable. En 2004, plus de 900 camions de bois ont été sortis dans la station forestière (source : UFA).

III-1-1-4- La déforestation pour la production de « laro »

Le « laro » est la cendre mélangée aux graisses animales dans la fabrication du savon traditionnel local ou « savony gasy ». Obtenu autrefois par incinération des essences de lumière telles les « seva » et les « afotra », le « laro » affectait les formations secondaires.

Actuellement, cette pratique concerne toutes les essences indigènes sans distinction (même l'helicrysum est utilisé) et constitue un facteur déterminant dans la disparition récente de ce qui restait de lambeaux de la forêt originelle comme à Tsaratanàna, Analamisaraka, Tambonana, Andohariana.

III-1-2- Les feux de pâturage

Dans le temps, les feux de pâturage concernaient les prairies des hautes altitudes, au-dessus de 2000m, au niveau des andosols.

Selon la tradition orale, il paraît qu'ils auraient été organisés et circonscrits à des zones délimitées d'avance par les éleveurs. Les terrains à trop forte pente auraient été exclus systématiquement pour éviter les morts accidentelles des zébus.

Les feux servaient à faciliter la repousse de la savane herbeuse des pâturages, au début de la saison des pluies. Ils ne sont répétés au même endroit qu'après des intervalles de plusieurs années.

Réprimés plus ou moins sévèrement pendant la période coloniale, ils reprenaient après l'indépendance et ont été de plus en plus fréquents après 1972.

Avec l'insécurité engendrée par les vols de bœufs, les éleveurs ont presque tous transféré ce qui restait de leurs troupeaux vers les altitudes plus basses où ils sont parqués la nuit dans des enclos près des habitations.

Ces changements ont fait que l'habitude des feux de pâturage s'est déplacée vers les zones de savanes herbeuses, arborées ou arbustives des basses et moyennes altitudes, faisant partir en fumée tous les efforts de reboisement de la Première

République et affectant toutes les formations naturelles de « Mimosas » et d'*Helichrysum* qui repoussent de plus en plus rabougries après chaque passage des feux.

III-1-3- L'appauvrissement floristique et faunistique

En dehors de la Station Forestière, l'appauvrissement floristique est très net avec la dégradation et la disparition progressive des végétations climaciques dues aux actions anthropiques évoquées plus haut avec la disparition des vestiges forestiers, dégradation des prairies d'altitude, de la végétation xérophytiques des roches.

Dans la Station Forestière, la protection légale n'a pas pu empêcher l'appauvrissement floristique.

Historiquement, Perrier de la Bathie a fondé justement le périmètre forestier de Manjakatampo afin de protéger les restes de forêt naturelle existante contre les feux de brousse séculaire. C'est ainsi que le service des eaux et forêts de l'époque transforme en 1923 ce terrain domanial en Station Forestière et Piscicole. Depuis, avec la présence permanente des agents de ce service, une série de reboisements en essences exotiques a été entreprise autour des lambeaux des forêts naturelles.

Parmi les causes de l'appauvrissement, on peut toujours citer les incendies volontaires qui constituent un fléau qui menace à tout moment les peuplements exotiques, les prairies et les brousses éricoïdes d'altitude. Viennent ensuite les exploitations illicites qui constituent un facteur de dégradation aussi bien pour la forêt naturelle que pour les reboisements. Les exploitants de « laro » opèrent des coupes illicites spécifiquement sélectives en s'attaquant aux « lalona » (*Weinmannia bachiana*), « ambora » (*Tambourissa religiosa*), « lampy vahatra » (*Ilex mitis*), « mongy » (*Croton goudotii*), « hazontoho » (*Oncostemon leprosum*). Le feuillage récolté sert à la confection du laro pour le savon local (savony gasy) tandis que les troncs abattus sont laissés sur place.

Il existe d'autres exploitants illégaux qui abattent les pieds de « Felamborona » (*Tina dasycarpa*), « Hazolahy » (*Carrissa edulis*), « Lalona » (*Weinmannia bachniana*), « Lampy vahatra » (*Ilex mitis*) pour la fabrication de roues de charrettes, de mortiers, de

pilons, d'auges, de manches d'outil ou d'instrument. Il y a, enfin, la récolte sauvage d'écorces de feuilles et des racines pour les besoins de la pharmacopée locale.

Beaucoup d'espèces sont concernés. D'après Abraham P (1991), il s'agit de 73 espèces d'arbres réparties en 57 genres et 35 familles outre les lianes et les arbustes. Il n'est pas rare de rencontrer dans la forêt de « Tsy savihandahy » (Zanthixyllum madagascariensis), « Sandrinosa » (Evoda fatraina) débarrassés de leur écorce ou de leur rameaux.

Un autre facteur d'appauvrissement est constitué par le bétail errant dans toute la station forestière. Pour broutage et piétinement, le cheptel bovin détruit la régénération naturelle des espèces. Parmi les plus appréciées par le bétail figurent les « Ambora » (Tambourissa religiosa), « Tsitsihina » (Dicoriphe viticoïde) et « Fitoravina » (Polyscias ornifolia).

En 1993, la GTZ a conduit un inventaire qui a permis d'évaluer quantitativement l'ampleur des prélèvements illicites, source de l'appauvrissement floristique en milieu forestier. Ainsi, il y a 180 souches illicites à l'hectare en forêt naturelle et 55 tiges mortes sur pied par hectare. En forêt exotique, les vols de bois constituent un phénomène très fréquent ainsi qu'en témoignent les 160 souches illicites observées à l'hectare en peuplement de *Pinus patula*.

Des causes naturelles peuvent également intervenir. Exceptionnellement les deux cyclones de Février-Mars 2004, « Elita » et « Gafilo » ont frappé la forêt naturelle surtout aux endroits les plus exposés, cimes et crêtes où les arbres ont été littéralement déracinés comme à Nosiarivo.

Les dégâts les plus fréquents sont les bris de cime/chablis et attribuable à la conjugaison de plusieurs causes intervenant chacun à raison de 45%. Les dégâts causés par l'influence humaine se limitent à 10% des dégâts observés tandis que le feu n'intervient presque pas comme agent destructeur dans les forêts naturelles. Evidemment, ces dégâts peuvent entraîner la mort des arbres.

Conclusion

La disparition de la forêt et l'appauvrissement floristique et faunistique sont donc surtout liés à des causes anthropiques dont les effets néfastes sont aggravés par suite de la pression démographique et de la paupérisation.

Une prise de conscience collective semble s'imposer alliée à une politique de reforestation rationnelle.

III-2- Conservation de l'environnement

III-2-1-Les mesures de conservation ancestrales et du temps de la colonisation

Revenons un peu sur les anciennes zones d'habitat qui ont conservé leur couverture forestière. La tradition qui veut qu'on ne défriche pas la forêt où l'on vit semble avoir un double avantage : non seulement la sécurité face aux incursions guerrières (forêt refuge) mais aussi le souci de conserver les plantes médicinales. Il s'agit de la forêt d'Analabe-Anosiarivo-Manotongana, de la forêt d'Ankaratra et celle d'Ambohinierana. Une autre tradition orale veut que la forêt Analabe-Anosiarivo ait été plantée et offerte en dot à la fille unique d'un seigneur de l'Ankaratra par son prétendant en provenance de Tsinjoarivo. Il nous semble cependant que, quelle que soit la part de vérité qu'elle contient, cette anecdote présente l'avantage de suggérer aux générations futures que la forêt est un héritage sacré, et que la détruire est tabou.

Pendant toutes les années de colonisation, les mesures répressives, draconiennes prises par les autorités coloniales à l'encontre des contrevenants ont quelque peu ralenti la déforestation dans les zones en dehors de la Station où, dans les années soixante, il restait encore des lambeaux de forêts galeries tout au long des cours d'eau et la forêt relique de Tsaratanàna et d'Analamisaraka. Par contre, les forêts au sein de la station sont conservées jusqu'à maintenant bien que des coupes illicites ciblant les meilleures essences de bois d'œuvre (*lalona* (*Weinmannia bachniana*), *ambora* (*Tambourissa religiosa*), *andriambolafotsy* (*Pittosporum humbertii*) y ont aménagé des éclaircies et des clairières.

III-2-2- Le reboisement

Proposé par Perrier de la Bathie pour conserver les restes de la forêt naturelle, le périmètre forestier de Manjakatombo a été fondé par l'Etat en 1923. Entre 1925 et 1937, une première série de reboisements a été entreprise : Pinus pinaster (150 ha), Pinus kesiya (80 ha) et Pinus patula (15 ha), cela essentiellement aux alentours du laboratoire et sur la route vers Nosiarivo. Inspirés par le climat subtropical à tempéré régnant dans la station forestière, les forestiers ont diversifié les espèces cultivées : entre 1936 et 1938 avec la plantation de nombreuses essences exotiques sur de petites surfaces aux alentours de la Station Piscicole du haut. Les premiers peuplements du Cupressus lusitanica, Cryptomeria japonica, Araucaria angustifolia, Chamaecyparis lawsoniana, Cedrela serrata, Quercus palustris et Fraxinus exelsior datent de cette époque.

Les reboisements reprennent en 1950 lorsque les reboisements extensifs de Pinus patula démarrent à raison de 50 à 100 ha par an et que les trois arboreta sont installés : Anosiarivo, Antsomangana, Tavolotara.

Les derniers reboisements extensifs se terminent en 1970, date du retrait de l'appui technique forestier français. Le périmètre reboisé s'étend alors jusqu' aux environs du sommet d'Ambohimirandana.

En dehors de la Station Forestière, c'est l'avènement de l'Indépendance qui déclenche les premières campagnes de reboisement communautaire. Mais il semble que la population ait mal compris le message, perçu alors comme un message politique qui entrave notamment la liberté de pacage des animaux et la mise en culture des jachères. Aussi, les différents périmètres de reboisement communautaire furent-ils incendiés entre 1972 et 1975, après la chute de la première République.

Les essences cultivées pour la reforestation sont presque toutes exotiques. Il s'agit de différents genres de Conifères (Pinus, Cryptomeria, Araucaria, Cupressus, Abies), d'Eucalyptus, et de Mimosas. Un essai de reboisement en essences indigènes par le service des Eaux et Forêts voit le jour avec une pépinière à Malakialina. Les zones reboisées se situent au niveau des lambeaux forestiers de Tsaratanàna et d'Angorodona mais mal protégées du piétinement des zébus, les plants dépérissent.

Conclusion de la troisième partie

Avec l'installation de l'homme, de profondes modifications vont survenir.

Durant la période précoloniale, c'est-à-dire à l'époque où les hommes vivaient en habitat groupé, dans des villages au sein de la forêt, cette dernière faisait elle-même partie de l'habitat en étant un refuge contre toute agression éventuelle. Les zones défrichées pour les besoins de l'agriculture devaient alors être situées assez loin du village pour ne pas révéler de façon trop évidente l'emplacement exact de ce dernier. La pratique de l'agriculture itinérante et la culture sur brûlis allaient grignoter petit à petit la forêt non habitée. Ce qui explique qu'à la fin de cette période, il ne restait plus que quelques îlots forestiers qui soulignaient paradoxalement, mais approximativement bien sûr, les divers emplacements des villages.

Finalement, à la fin de cette période, on peut présumer que les prairies d'altitude n'avaient subi aucune modification notable, par contre, il ne restait de la forêt de moyennes altitudes que les formations dégradées de savanes et de savoka avec des vestiges épars de l'ancienne forêt originelle. Plus bas encore en altitude, le bassin alluvial, dégarni totalement de sa couverture forestière, constitue une zone où l'empreinte humaine était la plus évidente avec ses rizières et ses champs de cultures permanentes. Le long des cours d'eau, grâce aux conditions qui y favorisent une régénération naturelle rapide, des forêts-galeries ont pu se maintenir.

Durant la période coloniale, les habitants vont progressivement délaisser l'élevage au profit de l'agriculture, la superficie des zones de culture s'agrandit de plus en plus au détriment des savanes et des savoka. Parallèlement, tout le bassin alluvial est petit à petit mis en valeur et aménagé en rizières et en champs de cultures permanents. Des plantations d'arbres fruitiers vont transformer l'espace autour des hameaux et des habitations en un paysage de bocages. Les premiers reboisements d'Eucalyptus, de Mimosas et d'Helichrysum occupent une partie non négligeable des jachères. Leur régénération naturelle est en grande partie à l'origine de l'apparition des savanes arborées ou arbustives actuelles.

Après l'Indépendance, la dégradation anthropique du milieu s'accélère parallèlement à la croissance démographique. Il s'ensuit une réduction encore plus grande

des vestiges forestiers et une part de plus en plus importante des espaces occupés par l'agriculture dans le paysage (photo n°15).



Photo n°15 : un espace occupé par l'agriculture

Premier plan : la plaine alluviale aménagée par l'homme

Deuxième plan : la Station forestière et piscicole de Manjakatombo

CONCLUSION GENERALE

Tout au long de ce mémoire, nous avons tenté de répondre au problème posé au départ qui est de connaître la part des conditions naturelles et la part de l'homme dans la mise en place et la conservation de la diversité des paysages.

Il y a d'abord l'existence d'un cadre physique favorable à la dynamique des paysages. En effet, le volcanisme de la fin du tertiaire s'est accompagné de l'apparition d'un puissant massif volcanique et de lacs de barrage en avant des coulées basaltiques. Les produits d'émission étaient constitués d'épaisses couches de matériaux meubles ou tendres, peu résistants à l'érosion (scories ou cendres renfermant des bombes volcaniques) entre lesquelles s'intercalent de minces couches de coulées basaltiques.

Sous l'effet des facteurs climatiques particulièrement favorables, notamment une pluviométrie abondante s'élevant avec l'altitude, le massif s'est transformé en une vaste zone d'ablation ; les lacs de barrage, par contre, constituaient des zones d'accumulation des matériaux arrachés par l'érosion torrentielle.

Il en résulte, au niveau du massif, un paysage au relief disséqué avec ses hautes vallées bordées de pentes raides et terminées en amphithéâtres, ses longs interfluves plus ou moins érodés. La reprise d'érosion suite à la rupture de l'Onive a fait apparaître des terrasses et des plaines alluviales à la place des lacs de barrage.

Le climat humide a permis l'installation d'un climax forestier aux altitudes de moins de 2100m. Les variations altitudinales de la pluviométrie et de la température se traduisent par une répartition altitudinale de la végétation et des sols. Ainsi, suivant l'altitude, on peut distinguer trois ensembles de paysages.

- entre 1550 et 1700m, une zone mise en culture où la forêt a complètement disparu et où l'on rencontre un bassin et une terrasse alluviale bordés de collines aux pentes faibles ou moyennes ; les sols y sont variés : sols alluviaux, sols hydromorphes, sols ferralitiques rouges, sols ferralitiques humifères bruns.
- Entre 1700 et 2100m, une zone des vestiges forestiers, des périmètres de reboisement et des cascades et où sont présents les sols ferralitiques bruns et les andosols.

- A plus 2100m d'altitude, la zone des andosols, couverte de prairies et dominée par les hauts sommets de l'Ankaratra.

Si la plupart du temps, l'homme est à l'origine de la disparition de la forêt, dans ce cas précis, il semble qu'il a plutôt joué le rôle contraire. En effet, à l'époque précoloniale, la population considérait la forêt comme son habitat, son refuge, donc ne devait pas être détruite. C'est donc la volonté délibérée de l'homme qui est à l'origine de la conservation des vestiges forestiers. On peut même avancer que c'est toute la montagne qui était considérée comme un refuge et pour les hommes et pour leurs activités d'élevage et d'agriculture.

Plus tard, la pression démographique et la destruction de la société traditionnelle ont accéléré la destruction de tout l'environnement. Avant qu'il ne soit trop tard, des solutions adéquates doivent être prises dans le cadre d'un plan d'aménagement de tout le bassin versant. Bien entendu, leur mise en œuvre, pour être efficace, requiert l'adhésion et la participation de toute la population concernée. Nous suggérons notamment de :

- développer les activités de production (vulgarisation des cultures génératrices de revenus, amélioration des techniques agricoles et d'élevage),
- appuyer ces mesures financièrement et en infrastructures (microfinances, routes et pistes de desserte, barrage pour l'irrigation, électrification de la zone habitée, adduction d'eau).
- renforcer la sécurité des biens et des personnes (poste avancé de gendarmerie)
- trouver des sources d'énergie autres que le bois et le charbon (énergie solaire, électricité, biogaz)
- mettre en place une éducation de qualité pour tous les enfants de la zone
- allier la protection de l'environnement au tourisme villageois.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	i
Résumé.....	ii
Sommaire.....	iv
 INTRODUCTION GENERALE	 1
PREMIERE PARTIE	15
LE CADRE PHYSIQUE, SUPPORT FAVORABLE A LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES	16
CHAPITRE I - A L'ORIGINE, UNE DUALITE STRUCTURALE.....	16
<i>I-1- Une dualité géologique.....</i>	<i>16</i>
I-1-1- les roches du socle.....	16
I-1-2- les roches volcaniques	17
<i>I-2- Une dualité géomorphologique</i>	<i>20</i>
I-2-1 : La surface d'érosion mésotertiaire.....	20
I-2-2- Le massif volcanique	21
<i>I-3- Relief, hydrographie, sols.....</i>	<i>25</i>
I-3-1- Un relief contrasté	25
I-3-2- Un réseau hydrographique dense	26
I-3-3- Des sols variés en fonction de l'altitude et de la topographie	29
I-3-3-1- Les sols ferrallitiques rouges	30
I-3-3-2- Les sols ferrallitiques humifères bruns	34
I-3-3-3- Les sols alluviaux bien drainés	34
I-3-3-4- Les sols tourbeux	36
I-3-3-5- Les sols hydromorphes à gley ou pseudo-gley.....	36
I-3-3-5- Les andosols	37
CHAPITRE II - UN CADRE BIOCLIMATIQUE PARTICULIER.....	39
<i>II-1- Un climat tropical d'altitude.....</i>	<i>39</i>
II-1-1 : De novembre à mars, une saison chaude caractérisée par l'abondance des précipitations	39
II-1-1-1- Une saison humide	39
II-1-1-2- Une saison chaude	40
II-1-2-1- Faiblesse des précipitations	41

II-1-2-2 - Une saison froide.....	41
II-1-3- les intersaisons.....	42
II-2- <i>Une Végétation et une flore assez diversifiées</i>	42
II-2-1- La forêt à mousse et à sous bois herbacé	43
II-2-2- <i>La sylvie à lichens</i>	43
II-2-3-La brousse éricoïde	44
II-2-4- La prairie d'altitude	44
II-2-5- Les essences introduites	44
II-2-6- Les arboreta	45
II-2-7-La savane	46
II-3 - <i>Une faune assez pauvre</i>	47
Conclusion de la première partie.....	48
DEUXIEME PARTIE	1
LES FACTEURS A L'ORIGINE DE LA DIVERSITE DES PAYSAGES DANS LE	
BASSIN VERSANT DE L'ANKENIHENY	50
CHAPITRE I - EVOLUTION DES ZONES DE DEPRESSIONS EN ZONES	
D'ACCUMULATION.....	51
I-1- <i>Un vaste lac de barrage, la vallée de l'Onive</i>	51
I-2-1- la terrasse alluviale d'Andranomaria.....	53
I-2-2- Le bassin alluvial d'Ankeniheny	57
I-2-3- Les modifications locales du réseau hydrographique et leurs conséquences	
morphogénétiques	60
I-2-3-1- Genèse de la vallée d'Antanimietry et changement de lit de la rivière	
Antezina.....	60
I-2-3-2- Capture de Tsimbotrikely par Bemasoandro	62
CHAPITRE II : EVOLUTION DU MASSIF VOLCANIQUE EN UNE VASTE ZONE	
D'ABLATION.....	64
II-1 - <i>Des hautes vallées caractéristiques des zones montagnardes</i>	64
II-1-1 - La vallée de Malakialina	65
II-1-2 - La vallée de Tavolotara	66
II-1-3- La vallée de Manjavona.....	66
II-1-4- La vallée de Tsaratanàna	66
II-2- <i>Des interfluves profondément façonnées par l'érosion</i>	69
II-2-1- L'interfluve entre Tsaratanàna et Manjavona	69
II-2-2- <i>L'interfluve entre Manjavona et Tavolotara</i>	70

II-2-3- L'interfluve entre Tavolotara et Malakialina	70
<i>II-4- Les manifestations actuelles de la dynamique érosive.....</i>	<i>75</i>
II-4-1- Des rigoles omniprésentes	75
II-4-2- L'effondrement par gravité.....	79
II-4-3- Les lavaka	79
II-4-4 : L'incision linéaire	80
II-4-5- L'érosion latérale	83
Conclusion de la deuxième partie	87

TROISIEME PARTIE : LA PLACE DE L'HOMME DANS LA TRANSFORMATION DES PAYSAGES LOCAUX

CHAPITRE I - DES ZONES DE VEGETATION NATURELLE AU MILIEU D'UN

TERRITOIRE RURAL DENSEMENT PEUPLE.....

<i>I-1- La Station Forestière de Manjakatempo, zone des vestiges forestiers</i>	<i>90</i>
<i>I-2- Une population dense essentiellement rurale.....</i>	<i>91</i>
I-2-1- Répartition de la population	91
I-2-2- Les activités de la population	94
I-2-2-1- L'agriculture	95
1-2-2-2- L'élevage	96
1-2-2-3- La pêche.....	96
<i>II-3- Les infrastructures</i>	<i>96</i>

CHAPITRE II - L'ORGANISATION DU TERRITOIRE DEPUIS L'EPOQUE CLANIQUE

.....

<i>I-1- La période précoloniale</i>	<i>99</i>
I-1-1- La forêt, un habitat.....	99
I-1-1-1- Les traces des premières installations de l'homme	99
I-1-1-2- Période des villages fortifiés	100
I-1-2- Un peuple d'agriculteurs-éleveurs	104
I-1-2-1- Avant la riziculture irriguée	104
I-1-2-2- Après l'apparition de la riziculture irriguée	106
Conclusion	109
<i>II-2- De la période coloniale à nos jours</i>	<i>112</i>
II-2-1- Habitat	112
II-2-2- Elevage	112
II-2-3- Evolution inverse de l'agriculture et de l'élevage	112

CHAPITRE III - UN ENVIRONNEMENT NATUREL EN PERPETUELLE EVOLUTION

.....	115
<i>III-1-Les différentes formes de dégradation.....</i>	<i>115</i>
III-1-1- La déforestation.....	115
III-1-1-1- La déforestation par la culture sur brûlis.....	115
III-1-1-2- La déforestation pour les besoins en combustibles	116
III-1-1-3- La déforestation pour les besoins en bois d'œuvre	116
III-1-1-4- La déforestation pour la production de « laro »	117
III-1-2- Les feux de pâturage.....	117
III-1-3- L'appauvrissement floristique et faunistique.....	118
Conclusion	120
<i>III-2- Conservation de l'environnement.....</i>	<i>120</i>
III-2-1- Les mesures de conservation ancestrales et du temps de la colonisation .	120
III-2-2- Le reboisement.....	121
Conclusion de la troisième partie	122
CONCLUSION GENERALE	124

BIBLIOGRAPHIE

GLOSSAIRE

LISTES DES ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES

LISTES DES FIGURES

LISTES DES CROQUIS

LISTES DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

Bibliographie :

1. **ABRAHAM (P)** (1991) : « *Rapport sur l'inventaire des arbres et des plantes medecinales dans la forêt naturelle de Manjakatempo.* », PDFIV, 18p.
2. **ALSAC (C)**, (1965) : « *Etude géologique et prospection de la feuille Ankaratra au 1/100.000* », (rapport provisoire de fin de mission), Tananarive, 15p.
3. **ANDERMACH (S)** (1994) : « *Les arboreta de Manjakatempo sur les hauts Plateaux de Madagascar* », 47p.
4. **ANDRIAMANANA (M) et al**, (1992) : « *Guide projet Manjakatempo et Ambatolampy* », 81p.
5. **ANDRIAMAMPIANINA (N)**, (mém. 1988) : « *Contribution à l'étude de la dynamique et de la stabilisation des lavaka à partir de quelques exemples* ».
6. **ANDRIAMIHARISOA (R)** (1985) : « *Contribution à l'étude de l'érosion des sols, facteurs d'évolution des versants sur les Hautes Terres Malgaches : région de Tananarive* », thèse, Marseille, 310p.
7. **Association pour les montagnes africaines (A.M.A)**, quatrième conférence île Madagascar du 26mai au 1 juin, guide d'excursion ; université d'Antananarivo, ministère de la recherche scientifique, université de Berne.
8. **BATTISTINI (R)** (1964): « *Etude géomorphologique de l'extrême Sud de Madagascar, relief de l'intérieur* » (tome I), édition Cujas, Paris, 619p.
9. **BESAIRIE (H)** (1957), « *Le volcanisme à Madagascar* », travaux du bureau géologique n°83, service géologique Antananarivo.
10. **BESAIRIE (H)** (1973), « *Précis de géologie Malgache* », fascicule n°38, imprimerie national, Tananarive.
11. **BIROT (P)**, (1955), « *Les methodes de la morphologie* » ; PUF, Paris, 177p.
12. **BIROT (P)**, 1965, « *Précis de géographie physique générale* », Paris, 403 p.

13. **BOURGEAT et al** (1979) : « *Pédogenèse et morphogenèse d'après des exemples à Madagascar* », Madagascar revue de géographie n°35, Université de Madagascar, 182p.
14. **BOURGEAT (F)** (1972) : « *Sols sur socle ancien à Madagascar : type de différenciation et interprétation chronologique au cours du quaternaire* », ORSTOM , Paris 335p.
15. **CARRIER (1914)** : « *Le massif de l'Ankaratra et ses abords* », Annale de géographie publiée sous la direction de Vidal de la Blache, la Gallois et Margerie, Colloque sur les régions volcaniques tropicales (16 juin 1973).
16. **CARTE GEOLOGIQUE** (1963), feuille Antsirabe Ambatolampy, service géologique, 1/200000.
17. **CARTE TOPOGRAPHIQUE**, Ankaratra feuille 048, institut géographique national- Paris-Centre à Madagascar, 1/100000.
18. **CHAPUS et all** (1953) : « *Histoire des rois : Traduction du Tantaran'ny andriana du R.P CALLET* », tome I, Tananarive, 668p.
19. **CHARDONNET (J)** (1995) : « *Traité de morphologie, tome I : relief- structure* », Paris 340p.
20. **DEMANGEOT (J)**, « *Les espaces naturels tropicaux* » 184 p.
21. **DE MARTONNE (E)**, « *Traité de géographie physique, notions générales : climat- hydrographie* » Tome I, A. Colin, Paris, 489 p.
22. **DONQUE (G)** (1975), « *Contribution géographique à l'étude du climat à Madagascar* »I, Tananarive, 478p.
23. **DU GRAND (R)**, « *La garrigue montpelliéraine essai d'explication d'un paysage* », PUF, Paris VI.
24. **FEL (A)** (1962) : « *Les Hautes Terres du Massif Central : tradition paysanne et économie agricole* », PUF, Paris, 340p.
25. **Guide touristique** (1995) : « *La Station Piscicole de Manjakatempo* », direction des eaux et forêts (DEF) et GTZ ;

- 26. HOTTIN (G)** (1966), « *Situation des formations du groupe d'Ambatolampy et ses prolongements Nord* », pp 81-84, Compte rendus de la semaine géologique 1965, 1966, Comité national Malgache de géologie de Madagascar, 146p
- 27. KAORITCHEV et al**, (1980) : « *Manuel pratique de pédologie* », Moscou, 279p.
- 28. KAYSER (B)** (1969) : « *L'agriculture et la société rurale des régions tropicales* », Paris.
- 29. LENNERTZ et al** (1994) : « *Instruction pour l'aménagement de la Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo (Madagascar)* », rapport n°6, DFS pour (GTZ) gmbz, 82p.
- 30. LENNERTZ et al** (1994) : « *Plan d'aménagement de la Station Forestière de Manjakatempo, période 1994-2004*, rapport n°7, 89p.
- 31. « Monographie de la commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra »**, 2004, 50p.
- 32. « Monographie de la Station Forestière de Manjakatempo »**
- 33. MOTTET (G)** (1974) : « *Contribution à l'étude géomorphologique des hautes terres volcaniques de Madagascar, le massif de l'Ankaratra* », tome II, 446 p.
- 34. NEBOIT (R)**, 1991 : « *L'homme et l'érosion : l'érosion des sols dans le monde* », fascicule n°34, Clermont Ferrand, France, 269p.
- 35. PERRIER DE LA BATHIE** (1927) : *Le Tsaratànana , l'Ankaratra et l'Andringitra* », mémoire de l'académie Malgache, fascicule III, Tananarive.
- 36. PETIT (M)** (1970) : « *contribution à l'étude des reliefs granitiques à Madagascar* », thèse géo, 307p.
- 37. PETIT (M)**, (1965), « *Etude morphologique du bassin versant de la Tafaina* », comptes rendus de la semaine géologique 1965, Tananarive.
- 38. PETIT (M) et al**, (1965) : « *Les lavaka Malgaches : un agent naturel d'évolution des versants* », bulletin de l'association de Géographie Française, pp 29-33.

- 39. PIEPER et al** (1993) : « *Instruction pour l'inventaire de la Station Forestière de Manjakatempo (Madagascar)*, rapport n°4 DFS pour GTZ.
- 40. RABETSITONTA (G)**, (1977) : « *Monographie de la Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo* », DEF et la conservation des sols, Tananarive 72p.
- 41. RAHARINELINA (M.J)** (1994) : « *Contribution à la promotion de l'ecotourisme dans la Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo* »
- 42. RAMAMONJISOA (J)** : « *L'aménagement traditionnel et son évolution* », in Omaly sy Anio n°29-32, université d'Antananarivo, pp 459-465.
- 43. RAMPANJATO (T)**, (1999 mém.) : « *Evolution des sols sous forêt de pinus patula sur les Hautes Terres par traitement éventuel des peuplements forestiers : cas des Stations Forestières de Manjakatempo et d'Angavokely* », 75p.
- 44. Réseau érosion** (1999) : « *Influence de l'homme sur l'érosion à l'échelle du versant* » volume1.
- 45. RICHARD (GF)** (1989) : « *Le paysage un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux* », ORSTOM, Paris, 210p.
- 46. ROEDERER (P)** (1971) : « *Les sols de Madagascar* », ORSTOM- Tananarive, 71p.
- 47. ROSSI (G)**, (1979) : « *Importance, causes et conséquences de la crise morphoclimatique actuelle à Madagascar* », Madagascar revue de géographie n°34, Université de Madagascar, 188p.
- 48. ROSSI (G)** (1993) : « *Dynamique des versants montagnards tropicaux, linéarité et discontinuité de développement : étude de géographie comparée* », Réseau érosion, bulletin n°13, ORSTOM, Montpellier pp158-161.
- 49. TRICART (J) et al**, (1970) : « *Introduction à l'utilisation des photographies aériennes : en géographie, géologie, écologie, aménagement du territoire* », tome I : notions générales, données structurales, géomorphologie, Paris, 247p.
- 50. TRICART (J)** (1962) : « *L'épiderme de la terre : esquisse d'une géomorphologie appliquée* », Masson et Cie Paris, pp 33-53.

GLOSSAIRE

Alluvions : Dépôt meuble, laissé par un cours d'eau, formé de galets, de sables, de limon, etc. Quand le dépôt est mince, largement étalé, on parle de nappe alluviale.

Amphithéâtre : Forme en creux des montagnes, en contrebas des crêtes sommitales.

Bassin versant : hydrol ; bassin versant ou bassin d'alimentation ou bassin hydrographique : espace géographique alimentant un cours d'eau et drainé par lui. Le bassin versant a pour axe le cours d'eau principal et pour limite la ligne de partage des eaux le séparant des bassins versant adjacents.

Capture : détournement naturel de la partie amont d'un cours d'eau vers cours d'eau voisin dont le premier devient l'affluent.

Colline : Relief souvent isolé de faible hauteur (100 à 300m) dont les versants ne comportent généralement pas d'escarpement

Cuirasse : couche durcie résultant de l'incrustation de la carapace des sols tropicaux par des oxydes de fer déshydratés, pectises, résulte d'une altération plus poussée sous l'effet du climat tropical, accru par les actions humaines, riche en hydroxydes et oxyde de fer, aluminium, magnésium ; plus riche en Fe_2O_3 (14%), que la carapace (4%) ; ne brise qu'au pic ou au marteau, tandis que souvent la carapace se brise à la main. Par érosion du sol meuble sus-jacent, la cuirasse vient au jour.

Erosion : *geomorphol*, ensemble des phénomènes extérieurs de l'écorce terrestre qui contribuent à modifier les formes créées par les phénomènes endogènes (tectonique et volcanisme).

Espaces géographiques : l'espace planétaire, objet des descriptions et des analyses géographiques devient de ce fait espace géographique. Son approche est variable suivant l'échelle choisie : continentales, océaniques, régionale, locale et suivant l'objet de la recherche : géographie physique ou humaine. Les dimensions et les caractères étudiés varient suivant cet objet : espace rural et agricole, espace industriel, espace urbain.

Ferrallitique (sol) : classe des sols à profils ABC des régions tropicales humides et équatoriales. Les sols ferrallitiques présentent une forte individualisation des sesquioxydes de fer et d'aluminium et une dominante d'argile de type kaolinite.

Gley : *pedol*, horizon d'engorgement prolongé par l'eau où les phénomènes de réduction (fer ferreux) l'emportent sur les phénomènes d'oxydation.

Morphologiquement, cet horizon est caractérisé par des teintes, verdâtres ou bleutées.

Habitat : le mot a été adopté par les géographes en 1923 pour désigner le mode de groupement des établissements humains.

Habitation : l'habitation se définit comme l'élément de base de l'habitat : c'est la maison rurale avec ses dépendances, la maison urbaine ; la forme, la disposition intérieure de l'habitation rurale dépendent dans une large mesure du climat, des matériaux locaux, de la nature des récoltes à conserver, de la quantité de bétail à abriter.

Hameau : forme de groupement élémentaire des habitations rurales, qui se place entre le village et la ferme isolée dans la hiérarchie des formes d'habitat. Dans les classifications habituelles, le hameau, qui est un groupe de quelques maisons -et de quelques ménages-, est définie comme une forme d'habitat dispersé.

Interfluve : partie haute de l'espace compris entre deux vallées ; des interfluvés étroits à versants raides sont parfois nommés serres.

Laro : Cendre mélangé aux graisses animales dans la fabrication du savon traditionnel local ou « savony gasy ».

Lit : hydrol ; tracé d'écoulement des eaux d'un fleuve ou d'une rivière :

Lit mineur, occupé en permanence par le cours d'eau.

Lit majeur, envahi par les hautes eaux. On réserve le nom de lit rocheux au fond de vallée (talweg) où se trouve la roche en place (le lit rocheux est souvent masqué par les alluvions et divers dépôts détritiques).

Méandre : sinuosité régulière décrite par le lit ordinaire d'un cours d'eau au chenal bien calibré mais dissymétrique. La berge de rive concave, sapée par le courant, est abrupte ; la rive convexe où se dispose momentanément des alluvions est en pente douce.

Piemont : geomorphol : région basse située au contact d'un massif montagneux qui diffère des plaines proprement dites par son organisation qui commande la montagne elle-même.

Plaine : surface continentale étendue, plane et peu élevée. La plaine alluviale ou lit d'inondation des cours d'eau est appelée aussi la basse plaine ou basse plaine alluviale.

Planèze : plateau de lave de forme triangulaire provenant de la dissection d'un édifice volcanique conique par des vallées rayonnantes.

Plateau : 1- étendue de terrain haute, plane ou peu disséquée, entourée de vallées profondes.

Pseudogley : *pedol* ; horizon à engorgement périodique par l'eau, caractérisé par une alternance des phénomènes de réduction et d'oxydation. Morphologiquement, cet horizon présente une alternance de zone grisâtres et ocres ou rouillés.

Sédiment : dépôt d'origine détritique, chimique ou organique provenant de la destruction mécanique ou de l'altération des roches préexistantes, de la précipitation d'éléments dissous dans les eaux ou de l'accumulation de matières organiques en milieu continental ou marin.

Source : (hydrol) point d'apparition à la surface du sol, sous forme d'écoulement concentré des eaux d'une nappe aquifère recoupée par la surface topographique. Une source se caractérise par son débit, son régime et la qualité de ses eaux qui dépendent de son origine ;

Le régime d'une source peut être pérenne, plus ou moins variable, saisonnier c'est à dire tarissant pendant la saison sèche, ou intermittent.

On distingue :

1. les sources de déversement au toit d'une roche imperméable surmontée d'une roche poreuse contenant une nappe aquifère ; la source étant au point le plus bas de la nappe peut permettre sa vidange complète.
2. les sources de débordement également au toit d'une roche imperméable, mais non au point le plus bas de la nappe ; la source peut tarir bien avant la nappe ;
3. les sources de dépression, dites antérieurement sources d'émergence, issues d'une nappe encaissant dans les formations poreuses épaisses aux points de recoupement de la nappe par la surface topographique de la dépression, généralement une vallée.
4. les sources artésiennes, jaillissant où non, sont issues de nappes captives dont le niveau hydrostatique est nettement au-dessus de celui de la source. Les sources artésiennes jaillissantes peuvent être dues à la pression de gaz (geyser).
5. les sources thermales ont leurs eaux à une température supérieure à la moyenne annuelle du lieu, signe de leur voyage en profondeur. Elles sont généralement minérales, c'est à dire contiennent en dissolution une certaine quantité de substance chimiques souvent radioactives et de gaz.

Sol squelettique : sol formé d'une charpente pierreuse sans remplissage terreux.

Terrasse : étendue de terrain subhorizontale, entaillée par l'érosion ultérieure.

Terrasse fluviale : étendue plane, dans un talweg, au-dessus de la plaine d'inondation (ou lit majeur), représentant une partie d'un lit ancien abandonné par suite de l'enfoncement du lit du cours d'eau. On peut avoir ainsi soit une terrasse rocheuse, dépourvue de nappe alluviale, soit une terrasse alluviale.

Crête : sommet d'un ensemble montagneux ou seuil culminant d'un phénomène physique : crête d'une montagne.

2- plaine au-dessus de vallées à versant raides

3- ensemble de hautes terres où dominant les étendues planes.

Territoire : nous entendons par « territoire », l'espace géographique qu'occupe d'une façon exclusive d'une population donnée ou un clan pour son habitat et ses activités de chasse, élevage ou d'agriculture.

Transhumance : *geogr agr* ; une des variétés de la vie pastorale. Dans ce système d'élevage, le cheptel oscille entre deux zones nettement distinctes, selon un rythme saisonnier.

Village : agglomération rurale dont la population comporte une proportion importante d'agriculteurs.

Versant : surface inclinée d'un relief, se terminant souvent en bas dans une vallée, mais nécessairement.

LISTE DES ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES :

Photo n° 01 :	Affleurement des conglomérats de base au niveau d'un talus à Andravola	46
Photo n° 02:	Affleurement des conglomérats de base au niveau d'un talus, exutoire Ankeniheny	46
Photo n° 03 :	Les anciens lavaka sur la colline d'Antanimietry.....	52
Photo n° 04 :	Cascade au niveau d'une capture à Bemasoandro.....	54
Photo n° 05 :	Capture de Tsimbotrikely par le ruisseau de Bemasoandro	54
Photo n° 06:	La vallée de Tsaratanàna.....	58
Photo n° 07 :	Vallons et vallées en V	62
Photo n° 08	Rigole sur un ancien terrain de culture à Tsarahovary.....	68
Photo n° 09 :	des rigoles parallèles due aux passages fréquents des charrettes	68
Photo n° 10 :	Un lavaka sur socle cristallin à Andrindra.....	71
Photo n° 11 :	Un lavaka sur socle cristallin à Tsarahovary.....	71
Photo n° 12 :	Méandre transformé en rizière	75
Photo n° 13 :	Ancien méandre sur la rivière Ankeniheny.....	75
Photo n° 14 :	Les méandres en épingles à cheveux sur la rivière Ankeniheny.....	76
Photo n° 15	Un occupé par l'agriculture	113

LISTE DES FIGURES :

Figure n° 01 :	Exemple de localisation de cuirasses.....	24
Figure n° 02 :	Exemple de localisation de cuirasses.....	25
Figure n° 03 :	Coupe d'un sol alluvial, près du village Ankeniheny.....	27
Figure n° 04 :	Coupe d'un sol hydromorphe sur une rizièrè Antoby.....	28
Figure n° 05 :	Coupe d'un « andosol ».....	30
Figure n° 06 :	Répartition des sols suivant les altitudes.....	30
Figure n° 07 :	Profil montrant de la terrasse alluviale d'Andranomaria et la plaine d'Ankeniheny	44
Figure n° 08 :	Profil de la terrasse alluviale d'Andranomaria.....	45
Figure n° 09 :	Coupe géologique simplifiée du bassin alluvial de l'Ankeniheny.....	50
Figure n° 10 :	Coupe transversale des amphithéâtres terminaux des hautes vallées.....	73
Figure n° 11 :	Schéma explicatif de la formation des méandres en épingles à cheveux sur rivière Ankeniheny vue de haut.....	77
Figure n° 12 :	Profil montrant les conglomérats de base au niveau d'un méandre sur la rivière Ankeniheny.....	77
Figure n° 13:	Organisation du territoire pendant l'époque clanique dans le bassin versant de l'Ankeniheny.....	95
Figure n° 14:	Organisation du territoire pendant l'époque coloniale dans le bassin versant de l'Ankeniheny	95

LISTE DES CROQUIS :

Croquis n° 01 :	Localisation de la zone d'étude.....	02
Croquis n° 02 :	Localisation de la commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra.....	04
Croquis n° 03 :	La Station Forestière et Piscicole de Manjakatempo, commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra.....	05
Croquis n° 04 :	Croquis géologique simplifié du bassin versant de l'Ankeniheny...	11
Croquis n° 05 :	Les surfaces d'érosion autour d'Antananarivo	15
Croquis n° 06 :	Croquis topographique du bassin versant de l'Ankeniheny.....	16
Croquis n° 07 :	Réseau hydrographique dans le bassin versant de l'Ankeniheny	20
Croquis n° 08 :	Les localités environnantes de la zone d'étude	43
Croquis n° 09 :	Croquis géomorphologique simplifié du bassin versant de l'Ankeniheny.....	63
Croquis n°10 :	Répartition de la population par fokontany dans la commune rurale de Tsiafajavona Ankaratra.....	83
Croquis n° 11 :	Localisation des villages dans le bassin versant de l'Ankeniheny..	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 01 :	Variation moyennes des précipitations.....	31
Tableau n° 02 :	Répartition de la population par fokontany.....	81
Tableau n° 03 :	Répartition de la population par âge et par sexe.....	82
Tableau n° 04 :	La répartition de la population selon leurs activités.....	84
Tableau n° 05 :	Rendements moyens de quelques cultures vivrières dans la commune de Tsiafajavona Ankaratra.....	86

Annexe 01 :

Ankeniheny

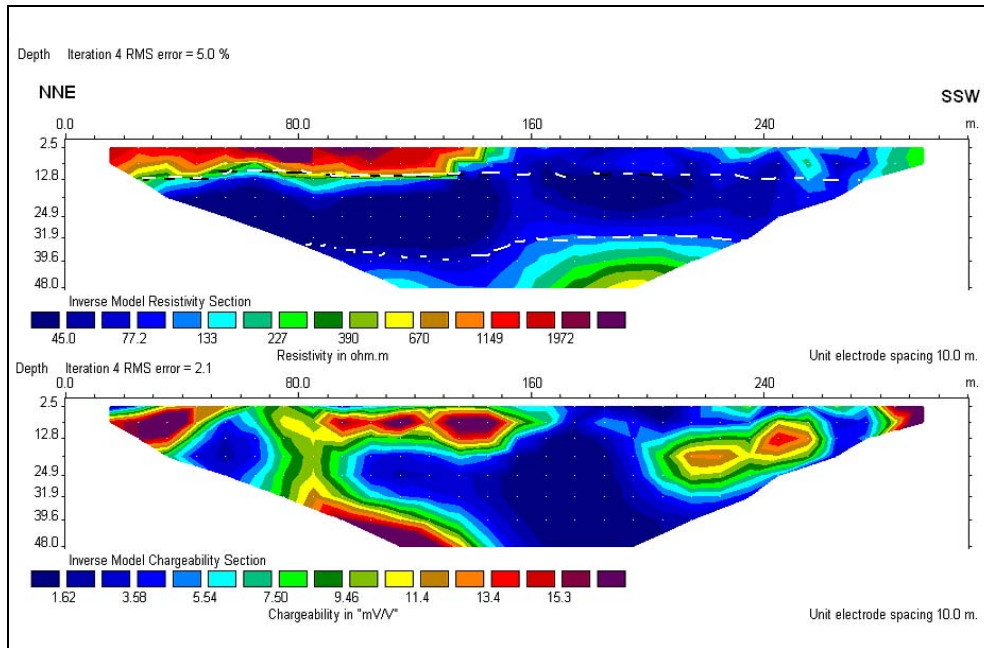


Figure 1: Imagerie électrique du panneau 5

Soanierana

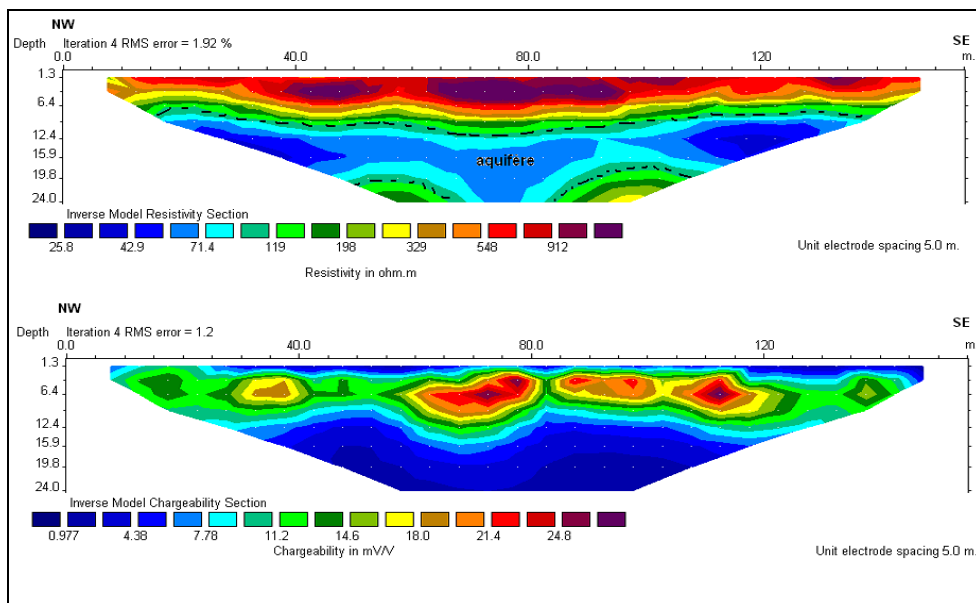


Figure 2: Imagerie par tomographie électrique du panneau 8

ANNEXE 02

Station de Manjakatampo : Températures moyennes (1951-1980)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TN	12.6	12.3	12.3	11	8.5	6.2	6.1	6.1	7.3	8.7	10.5	11.3
TX	23.8	24	23.1	22.7	20.9	18.6	18.4	18.5	21	23.1	24.2	24
TM	18.2	18.2	17.7	16.8	14.7	12.4	12.2	12.3	14.2	15.9	17.3	17.7

Station d'Ambatolampy: Températures moyennes (1961-1989)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TN	13.7	14.1	13.7	12.2	9	6.6	7.1	6.2	7.6	10.4	12.4	12.9
TX	25.4	25.6	24.6	24.3	22.2	20	19.3	19.8	22.7	25	24.7	25.2
TM	19.5	19.9	19.1	18.2	15.6	13.3	13.2	13	15.2	17.7	18.5	19.1

Station d'Ambatolampy: précipitations moyennes (1961-1989)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
normale	247.9	226.7	191.9	76.5	40.1	14.4	22.9	24.5	15.2	85.2	203.7	272.6

ANNEXE 03

LISTE DES ESPECES ANIMALES DANS LA STATION FORESTIERE ET PISCICOLE DE MANJAKATOMPO :

Espèces	Noms vernaculaires	Familles
Scopus umbreta	takatra	SCOPIDAE
Capella macrodactyla	kitanotano	CHARADRIEDAE
Dedrocigna viduata	Tsiriry	ANATIDAE
Coturnix communis	Kibobo	PHASIANIDAE
Streptopelia picturata	Domohina	COLOMBIDAE
Milvus migrans	Pampango	FALCONIDAE
Gymnogenys radiatus	Fanindry	FALCONIDAE
Circulaires poliocephalus	Kankafotra	CUCULIDAE
Buteo brachypterus	Bokabe ou Hindry	FALCONIDAE
Centropus toulou	Toloho	PENICOPHADEA
Ixocinela	Tsikorovana	TURDIDAE
madagascariensis		
Phedina borbonica	Sidintsidina	HURUNDINIDAE
madagascariensis		
Corithornis vintsioïdes	Vintsy	ALCEDINIDAE
Laptosomus discolor	Vorondreo	LEPTOSOMIDAE
Zosterop	Fotsy maso, Jerina	ZOSTEROPIDAE
madesarpatana		

Source : monographie de la station forestière de Manjakatompô pp29 RABETSITONTA ; 1977

ANNEXE 04 :

LISTE DES ESPECES VEGETALES DANS LA STATION FORESTIERE ET PISCICOLE DE MANJAKATOMPO :

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Tsitsihina	Dicoriphe viticoïdes
Lalona mavokely	Weinmannia bojeriana
Lampy vahatra	Ilex mitis
Hazomafaitra	Cassinopsis madagascariensis
Dimbinala	Poliscias sp
Lalona	Weinmannia bachniana
Ambora	Tambourissa religiosa
Fitoravina	Polyscias ornifolia
Dintinina	Ochrocarpus sp
Fantsikahitra	Canthium sp
Sily manga	Croton louvelii
Mangina	Malleastrum
Fandramanana	Aphloia theaeformis van minima
Laingoala	Danaïs vestita
Hazontoho	Oncostemon leprosum
Mokaranana	Macaranga alnifolia
Tanterakala	Embelia sp
Ambovitsika	Pittosporum ochrosiaefolium
Sana madinidravina	Elaeocarpus sericeus
Tsikafekefe	Tricalysia sp
Dontory	Pauridiantha lyalii
Sily fotsy	Croton submettalicum
Sana	Elaeocarpus sericeus var grandiflorus
Maimbovitsika fotsy	Pittosporum pachyphyllum
Aoka	Chassalia sp
Mongy	Croton goudotii
Sandrinosa	Evodia fatraina
Tandrokosa	Scammonea tenuifolia (liane)
Amborasaikatra	Tambourissa obovata
Andriambolafotsy	Pittosporum humbertii
Voantsehatra	Syzigium sp
Ambora mena	Tambourissa purpurea
Tsy saviandahy	Zanthixyllum madagascariensis
Vangaty	Astrotrichillia sp
Sevalahikely	Buddlea madagascariensis (liane)
Afokalo	Dombeya lucida
Taimboalavo	Erythroxylum ferruginum
Hazolahy	Carissa edulis
Voamarintampina	Eugenia emirnensis
Varonginankaratra	Ocotea nervosa
Vanaka	Sloanea rhodanta var rhodanta
Lendemy lahy	Anthocleista madagascariensis

Mongy
Sevabe
Malambovoany
Tsikafekafe
Taolanampotsy
Rotra
Rotranala
Tsiotahazo
Laingo
Harongampanihy lahy
Ramazava
Famatsilakana
Ramaindify madinidravina
Felaborona
Felaborona
Sirambengy madinidravina
Ditiambiaty
Hazoteva
Hazomalany boriravina
Voamialitaona
Fanjavala madinidravina
Merika / hafontsokina
Sakaihazo / ranendo
Bararaka
Tsimahamasatsokina
Hazoboemiba
Ravintsara
Andrareza
Ramijohy
Kavodiana
Voantsilana

Croton monge
Solanum mauritianum
Alberta minor
Coffea sp
Enterospermum sp
Eugenia gossypium
Eugenia sp
Halleria tetragona
Morinda sp (liane)
Psorospermum sp
Bochmeria sp
Tina chapelieriana
Neotina isoneura
Tina dasycarpa
Tina striata
Vernonia chapelieri
Vernonia sp
Calantica cerasifolia
Cassipourea myriocarpa
Chassalia ternifolia
Drypetes hilderbrandtii
Grewia apetala var rotundata
Kaliphora madagascariensis
Mapouria sp
Memecylon sp
Ophiocolea floribunda
Ravensara ovalifolia
Trema orientalis
Euphorbia tetraptera
Agauria polyphylla
Schefflera longipedicellata

ANNEXE 05

essence	Occur (%)	N/ha	N/ha (%)	G/ha (m2)	G/ha (%)	Dg (cm)	Dmax (cm)
Ambora	7.8	13.8	2.1	0.39	1.2	18.90	74.5
Amborovitsika	8.7	14.5	2.2	0.53	1.6	21.60	45.9
Fitoravina	15.6	19.9	3.0	0.90	2.8	24.00	87.3
Hazomafaitra	6.0	28.0	4.2	0.57	1.8	16.10	33.2
Lalona	68.3	204.3	30.6	10.88	33.7	26.00	150.5
Lampivahatra	45.9	73.0	11.0	4.48	13.9	27.90	117.2
Mokaranana	8.7	21.7	3.3	0.68	2.1	20.00	66.5
Tsitsihina	56.0	200.2	30.0	11.23	34.7	26.70	186.0
Autres indigènes	-	82.1	12.3	2.21	6.8	18.50	56.0
Essences exotiques	-	8.4	1.3	0.46	1.4	26.37	80.0
Total	-	665.9	100	32.33	100	24.90	186.0

Source : plan d'aménagement de la station forestière de Manjakatombo (Lennertz et al 1994 ; pp30)

Occur (%) : occurrence

N/ha : nombre de tige par hectare

N/ha (%) : pourcentage de nombre de tige par hectare

G/ha (m2) : surface terrière en m2

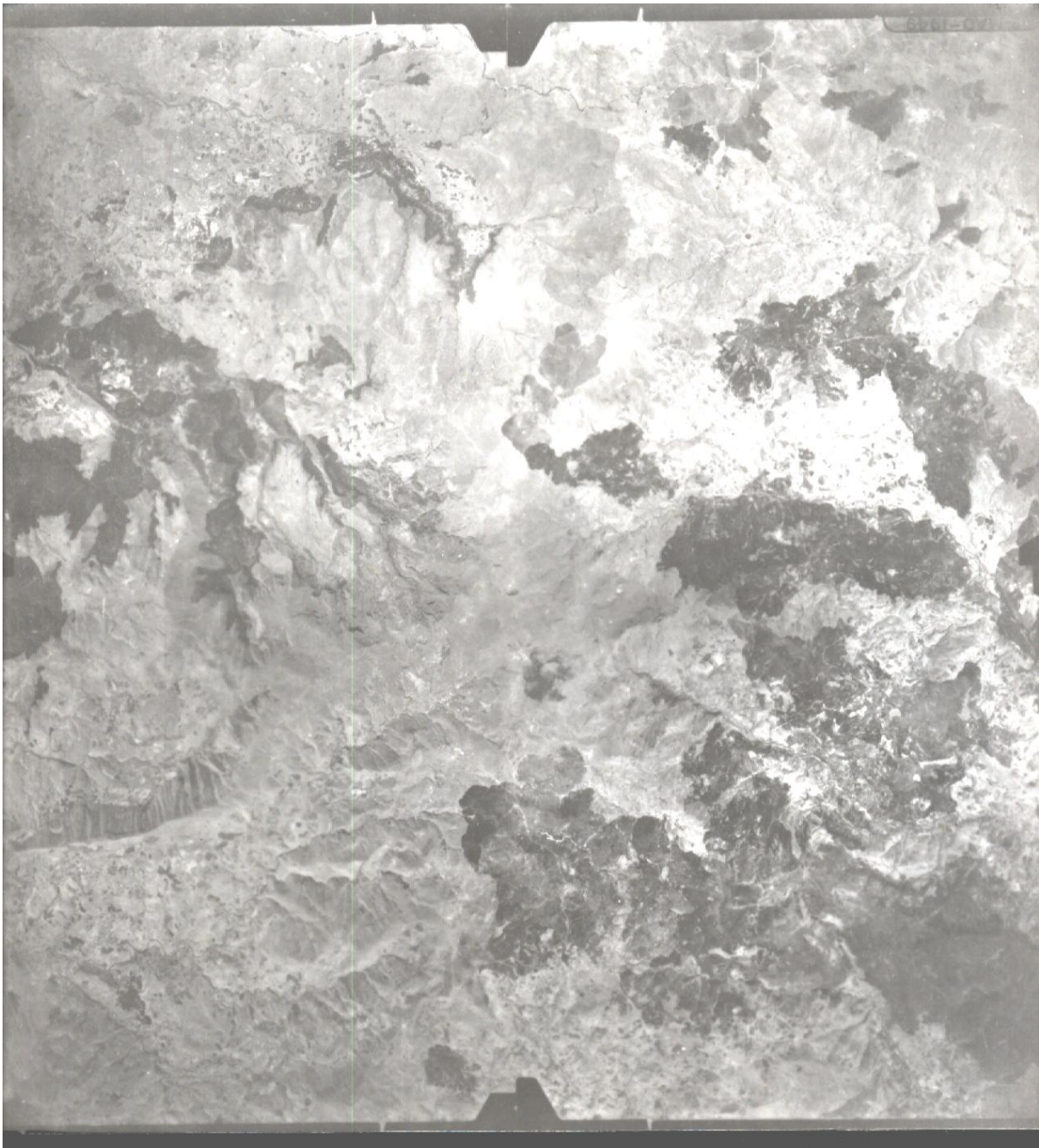
G/h (%) : pourcentage de la surface terrière

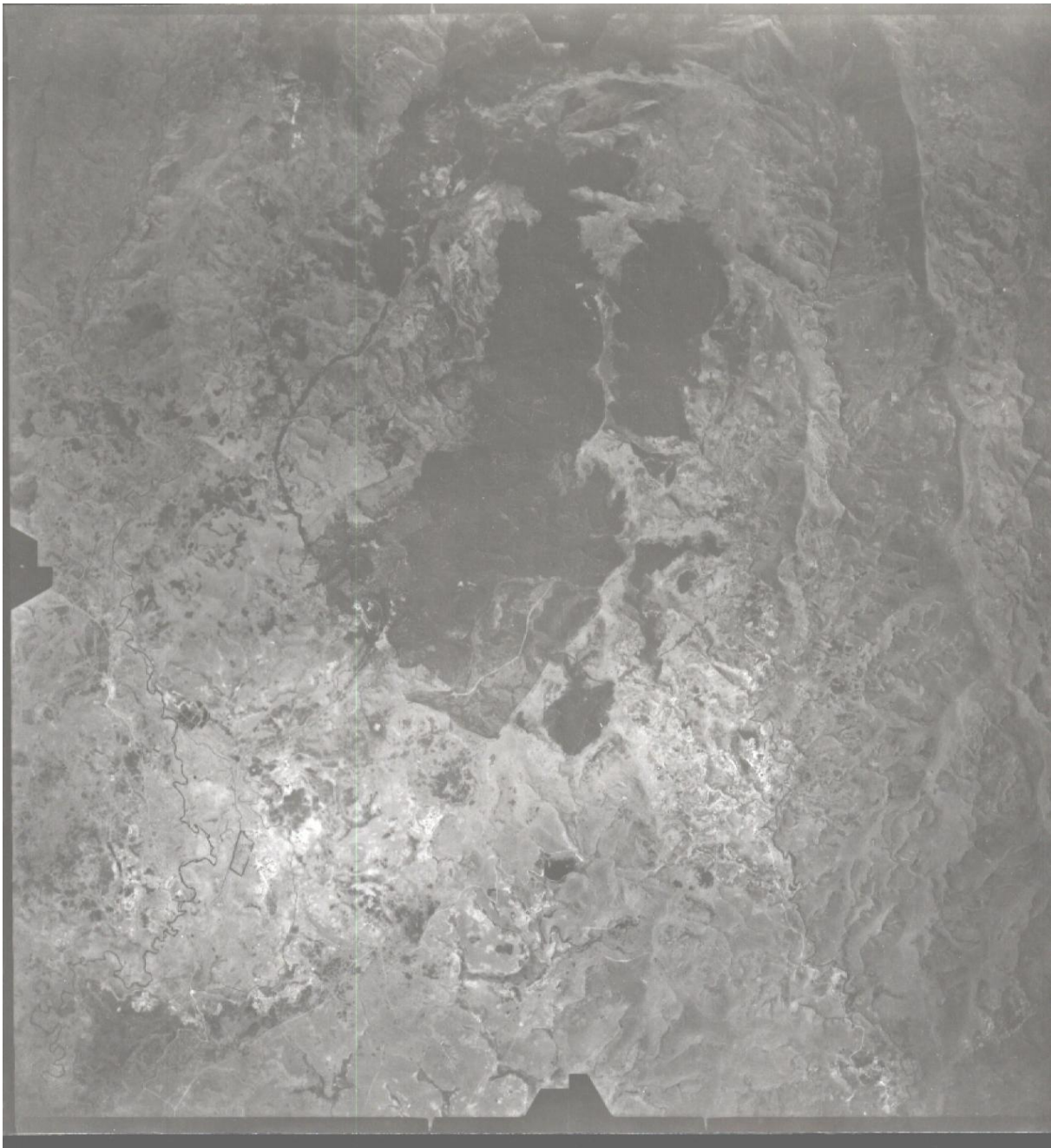
Dg (cm) : diamètre à la surface terrière moyenne

Dmax (cm) : diamètre maximal

Annexes 07







UAG 1041 151.87

1117



99 / 500



IGN / FTM

91

