



OFFICE NATIONAL DE
L'ENVIRONNEMENT

BILAN ET EVALUATION DES TRAVAUX ET REALISATIONS
EN MATIERE DE CONSERVATION DES SOLS A MADAGASCAR
- 1996 -

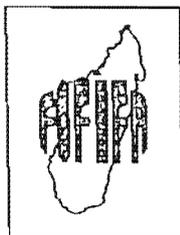
BILAN - EVALUATION
DES PROJETS DE CONSERVATION DES SOLS
DE LA REGION DE :
BEFORONA

*Equipe de **BEFORONA**:*

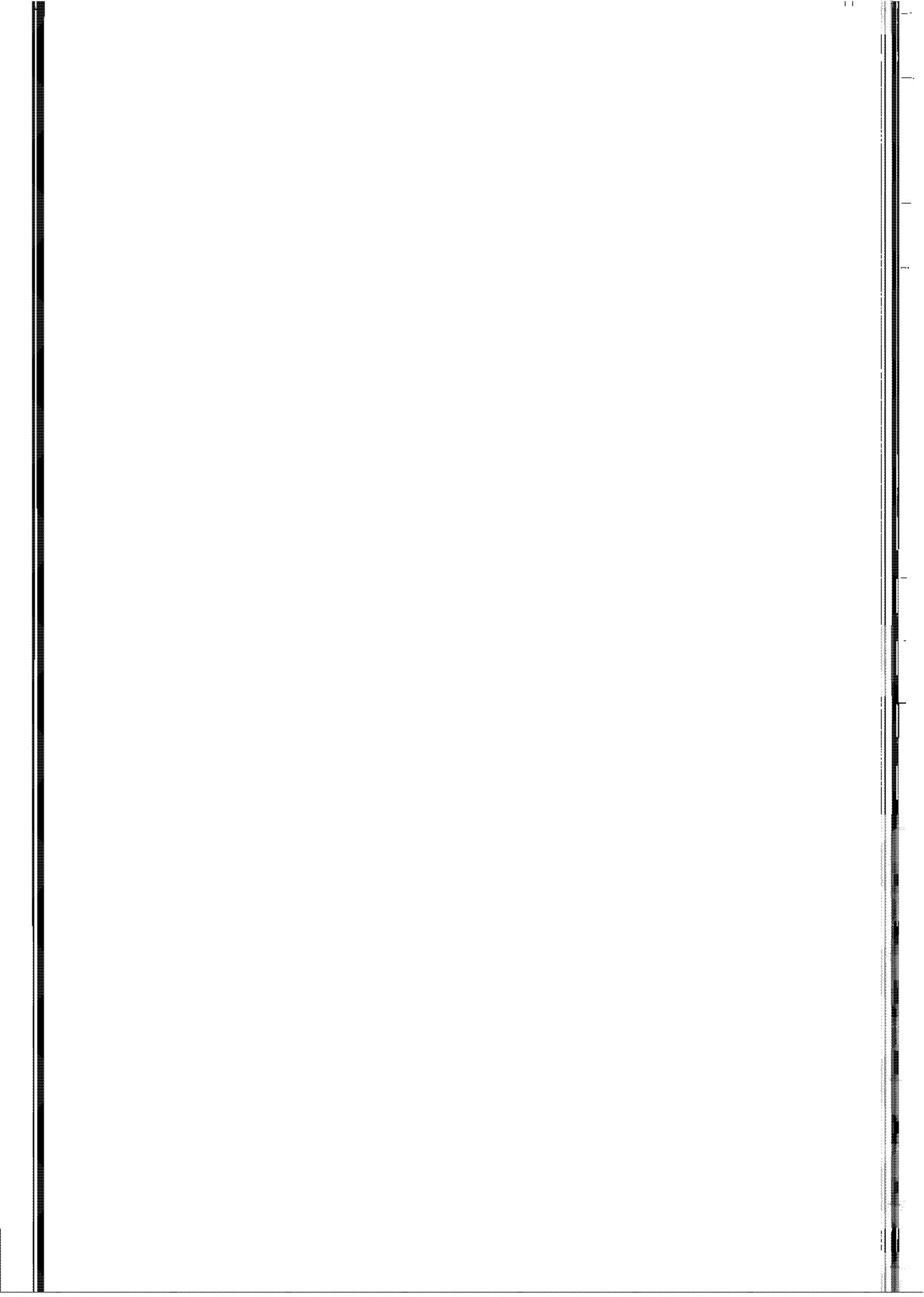
- ANDRIANOMANANA Michel
- RAKOTOROA Pascal
- RAHARINAIVO Rojo

Sous la responsabilité de ANDRIAMAMPIANINA Nicolas

Décembre 1996



Centre de coopération internationale
en recherche agronomique
pour le développement



PLAN

INTRODUCTION.....	3
1. PRESENTATION DES PRINCIPAUX FACTEURS REGIONAUX	7
1.1. 1.1 PRESENTATIONS DES FACTEURS PHYSIQUES.....	7
1.1.1. La pluviométrie.....	7
1.1.2. Bilan de l'eau.....	8
1.1.3. Les sols.....	9
1.1.4. La végétation.....	10
1.2. STRUCTURATION SOCIALE.....	15
1.2.1. Historique.....	15
1.2.2. Immigration dans la région.....	15
1.2.3. Structure démographique.....	15
1.3. PRINCIPAUX FACTEURS AGRONOMIQUES DETERMINANTS L'EROSION	16
1.3.1. La culture sur brûlis : le « tavy ».....	16
1.3.2. Les « <i>tanimbofy</i> ».....	17
1.3.2.1. Le caféier.....	17
1.3.2.2. La banane.....	18
1.3.3. Le manioc.....	18
1.3.4. Le gingembre.....	18
1.3.5. Productivité du sol.....	19
1.4. LE SYSTEME TRADITIONNEL D'UTILISATION DES TERRES.....	20
1.4.1. La répartition des unités d'utilisation des sols.....	20
1.4.2. Evolution de la déforestation aux dépens du tavy.....	22
1.4.3. Les aspects fonciers.....	24
1.4.3.1. Système traditionnel de classification socio-culturelle de l'espace.....	24
1.4.3.2. Le système foncier administratif.....	25
2. L'EROSION DES SOLS	28
2.1. ASPECT QUALITATIF.....	28
2.1.1. Erosion en nappe.....	28
2.1.2. Erosion en masse.....	28
2.2. ASPECTS QUANTITATIFS.....	29
3. TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS ET VULGARISATION.....	32
3.1. LE CENTRE TECHNIQUE FORESTIERE TROPICALE (CTFT).....	32
3.1.1. Objectifs et approches.....	32
3.1.2. Principales Innovations techniques.....	33
3.1.3. Devenir des aménagements.....	35
3.2. PROGRAMME CONSERVATION DES SOLS :AGROFORESTERIE COMME ALTERNATIVE AUTAVY.....	36
3.2.1. Principes et approches.....	36
3.2.2. Thèmes de recherches et innovations techniques.....	36
3.2.3. Principaux résultats.....	38
3.2.4. Devenir des recherches agroforestières.....	39

3.3. PROJET TERRE-TANY : DIAGNOSTIC-ECOSYNTHESE ET RECHERCHE ACTION.....	40
3.3.1. Objectifs et approches.....	40
3.3.1.1. Première phase.....	40
3.3.1.2. Deuxième phase.....	41
3.3.2. Principaux résultats.....	42
3.3.3. Perspectives et limites.....	43
3.4. EXEMPLE DE PROJETS DE DEVELOPPEMENT : OPERATION SAVOKA, AMENAGEMENT INTEGRE DES VALLEES FORESTIERES, RESERVE DE LA BIOSPHERE DE MANANARA NORD,.....	43
3.4.1. La Réserve de la Biosphère de Mananara Nord.....	44
3.4.1.1. Problématique.....	44
3.4.1.2. Objectifs.....	44
3.4.1.3. Méthodologie.....	44
3.4.1.4. Domaines d'activités.....	44
3.4.1.5. Réalisations et vulgarisation.....	45
3.4.1.6. Evaluation.....	45
CONCLUSION.....	47
BIBLIOGRAPHIE.....	49
ANNEXES	

INTRODUCTION

La recherche sur l'érosion et les activités de conservation des sols ont débuté pratiquement au début des années 50 à Madagascar. Ces activités ont été confiées successivement au Bureau de la conservation des sols du service des Eaux et Forêts, à la Division Lutte contre l'Erosion du Centre Technique Forestier Tropical et au Programme Conservation du Sol du FOIFFA.

En particulier pour Beforona, les actions ont commencé en 1969 dans le cadre de la Campagne Mondiale Contre la Faim lancée par la Banque Mondiale vers la fin des années soixante. Les travaux ont été menés par le Centre Technique Forestier Tropical puis celui-ci a été remplacé par le Programme de Conservation des sols du FOIFFA. Actuellement, le Projet TERRE-TANY y mènent des travaux de recherches sur les ressources naturelles et socio-économiques.

Le Firaisana¹ de Beforona est situé au PK 165 de la Route Nationale 2 reliant Tananarive à Tamatave. Géographiquement la région de Beforona est comprise entre 48°30' à 48°50' longitude Est et à 18°50 latitude Sud (Carte n°1). C'est une zone forestière située sur la deuxième falaise après l'Angavo. La " savoka ", formation forestière secondaire domine le paysage. La région est traversée par des rivières dont les principales sont les rivières de Beforona, Sahandahy, Iharana et Ilazana.

La sélection du site de Beforona, dans le cadre de ce travail de Bilan des recherches sur l'Erosion et la Conservation des Sols effectuées à Madagascar, est justifiée par l'existence de différentes activités de recherche et de conservation des sols qui ont été menées. Ces activités ont été effectuées par différentes organismes. Ces derniers se différencient par ailleurs par leurs approches.

Au début, les travaux menés par le CTFT concernent l'aménagement test des vallées forestières. Beforona et Andranomody (à l'Est d'Ambositra) ont été choisis comme stations de recherche et sites pilotes. A Beforona, le bassin versant de Marolafa d'environ 150ha a été sélectionné pour être mis en valeur selon les méthodes et principes de la conservation des sols et des eaux. Les actions ont porté essentiellement sur :

- l'aménagement intensif des bas-fonds,
- la mise en cultures sèches des pentes inférieures à 12%,
- la protection des versants par le reboisement,
- la promotion de l'élevage.

En 1985, le Programme Conservation des Sols (PCS) du FOIFFA a basé ses recherches sur l'agroforesterie. Une parcelle de démonstration a été installée dans le but de convaincre la population locale des intérêts du système agroforestier dans la région. Les thèmes de démonstration se rapportent à la non utilisation du feu, l'alley cropping (culture en couloir), le mulching, la rotation culturale, la jachère améliorée et la production de bois de chauffe et de bois d'oeuvre.

¹ Circonscription administrative et territoriale

Les autres thèmes de recherche concernent la mesure de l'érosion en parcelles élémentaires, la sélection et la gestion des arbres en système agroforestier.

Le Projet « Terre-Tany »¹ pour sa part a développé des thèmes de recherches sur les ressources naturelles, leurs interrelations et leur gestion par la population locale. Ces recherches écologiques concernent le cycle de l'eau, le cycle des minéraux et le cycle de la biomasse. Des mesures de l'érosion ont été également poursuivies. Les études sur le milieu humain concernent la démographie, la sociologie, l'économie régionale, les aspects culturels et les stratégies des ménages face à la dégradation des ressources naturelles. L'ensemble de ces recherches visent à élaborer une synthèse environnementale régionale.

Le Projet « Terre-Tany » tire sa particularité de son approche systémique et multidisciplinaire. L'utilisation du Système d'Information Géographique aide aussi le Projet à faire une analyse fine du milieu et de sa dynamique.

Concernant l'ensemble de la Falaise orientale, divers organismes ont également mené dans la zone des activités de développement. Parmi ces interventions on note particulièrement :

- Au centre-Est : l'Opération Savoka sous l'égide de la Direction des eaux et Forêts. Récemment, on a eu l'installation du PCDI (Projet de Conservation et de Développement Intégré) de Zahamena.
- Au Nord-Est : le PCDI de Masoala avec le CARE International et le Man and Biospher à Mananara Nord.
- Au Sud : le Parc Ranomafana avec le USAID.

Le Point commun des ces différents organismes est la recherche d'alternative au « tavy »

Le « tavy »³ constitue un mode de gestion de l'espace adapté dans la région dans le temps où la pression démographique était encore faible. Cependant, celle-ci augmente régulièrement. Si autrefois la durée de la jachère naturelle était de 6 à 10 ans, actuellement elle n'est plus que de 2 à 4 ans. Ceci va de pair avec l'intensification de l'utilisation des sols qui, par conséquence, entraîne la diminution rapide de leur fertilité et une régénération difficile.

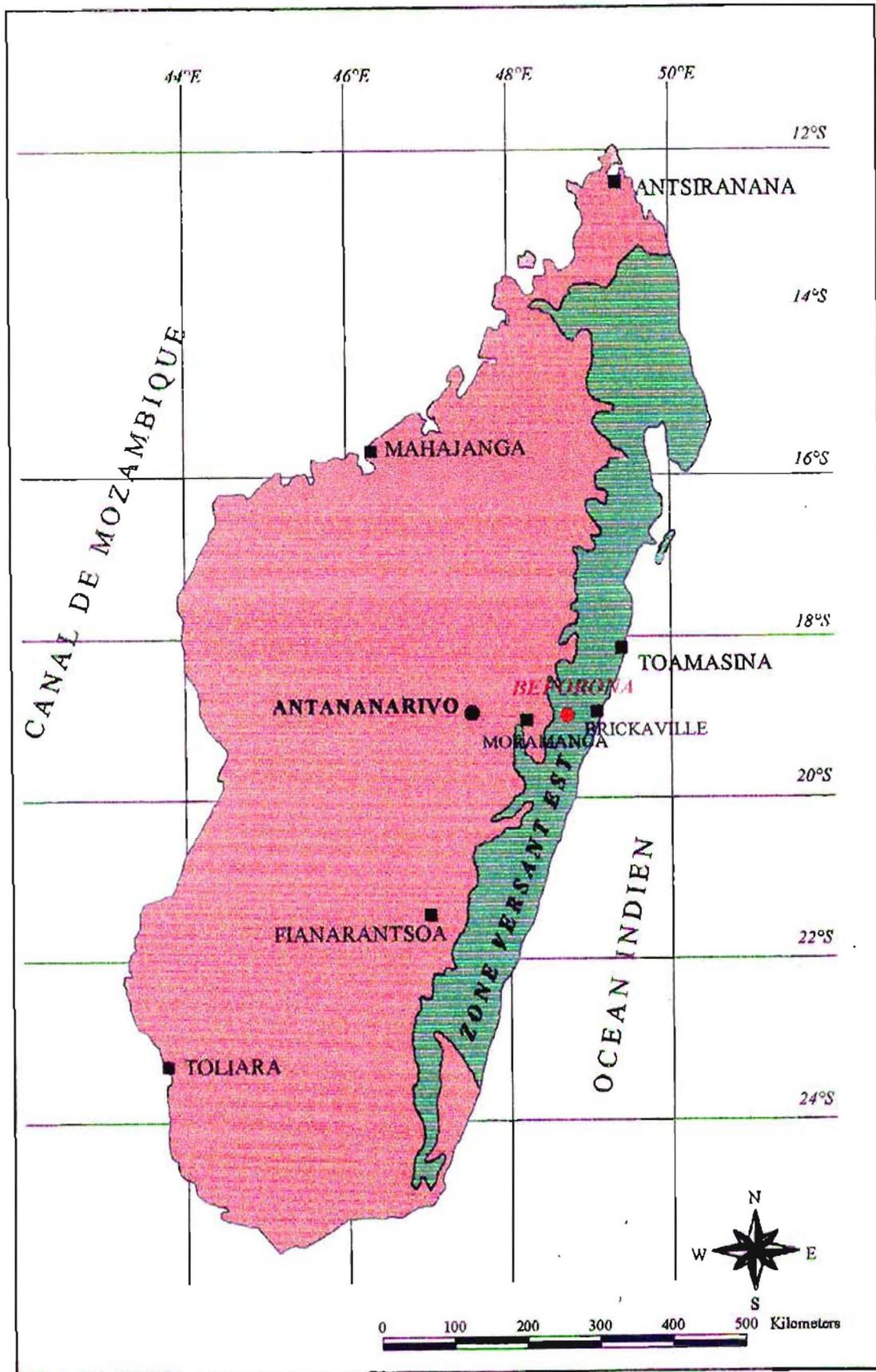
Le « tavy » a été toujours considéré comme la cause principale de l'érosion des sols sur la côte Est malgache. Ainsi l'ordonnance n°60-127 du 3 Octobre 1960 dicte que : " Or, l'une des causes les plus graves de la dégradation et de la stérilisation des sols, est la pratique inconsidérée des défrichements avec brûlis (tavy) et des feux de végétations " (cité par RATOVOSON C. 1985).

En outre, tout le monde reconnaît que le tavy est plus qu'un système cultural car il est également un système socio-culturel. La pratique du tavy est considérée par la population comme un moyen de conserver la tradition. Il est ainsi utopique de vouloir supprimer le Tavy par la répression. L'intervention nécessite des compréhensions profondes du fonctionnement du milieu et des relations homme environnement.

² Projet de la Coopération Suisse en appui au programme Conservation du Sol du FOFIFA.

³ Système de culture qui nécessite avant la mise en culture un défrichement et une mise à feu, culture sur brûlis.

LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDES



Source Projet BEMA/Terre-Tany

Les travaux d'évaluation sur le site de Beforona sont effectués en 3 étapes :

- Recensement et études bibliographiques sur l'érosion des sols et les actions de conservation des sols entreprises à Madagascar depuis les années 50.
- Consultation des responsables et personnes ressources ayant travaillé dans les activités de conservation des sols.
- Observation et enquête sur le terrain auprès des différents responsables en place et surtout auprès des paysans.

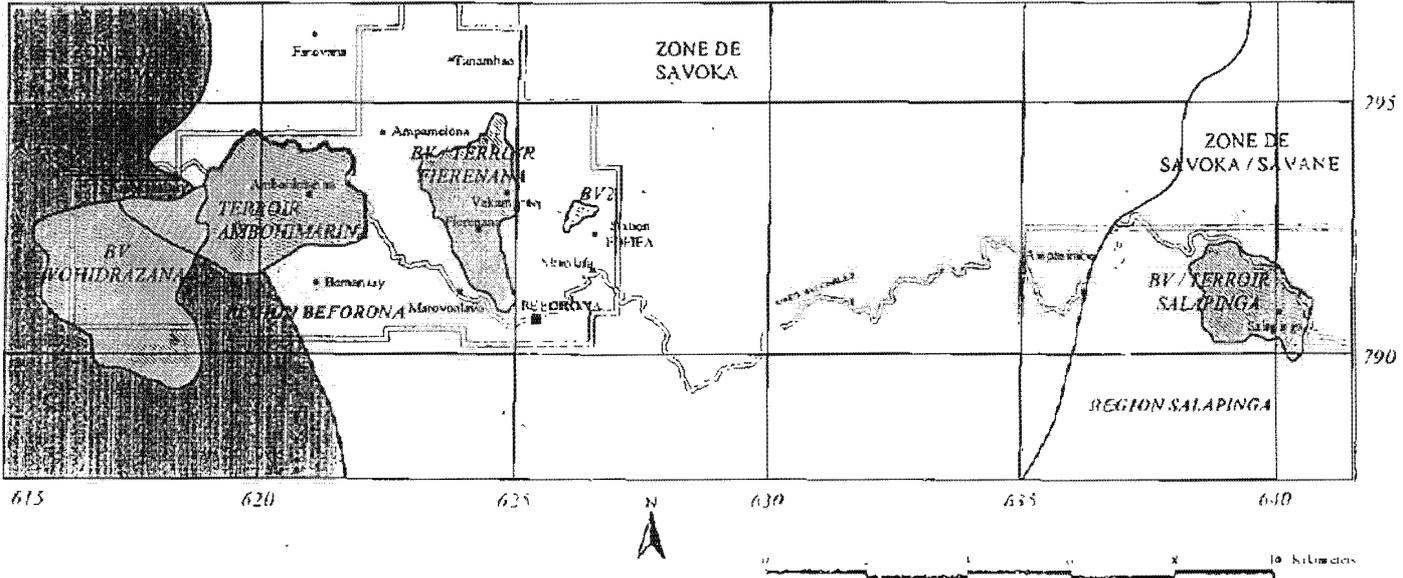
Dans la réalisation des enquêtes et recoupements sur le terrain, nous avons adopté la méthode d'approche collective auprès des paysans surtout avec les groupements. Les responsables locaux ont fait l'objet d'enquête individuelle. Il en a été également auprès des personnalités telles que l'ex-maire de la commune, des commerçants, des restaurateurs, de l'ex-agent du service des Eaux et Forêts, et de l'ex-chef de Station du FOFIFA.

Pour ce faire nous avons entrepris nos travaux de recherches et d'enquête dans les zones d'action définies par le Projet « Terre-Tany » : Terroirs d'Ambohimarina, et de Fierenana, aux environs du Firaisana de Beforona ainsi que dans le terroir de Sahanampinga). Ces terroirs se différencient par l'état des couverts végétaux naturels dominants :

- Ambohimarina : dominance forestière
- Beforona et Fierenana : dominance savoka
- Sahanampinga : dominance savane herbeuse

L'objectif est d'avoir le plus d'informations possibles concernant l'état du couvert végétal, l'érosion des sols, et surtout les actions de conservation jusqu'ici menées dans la région avec leurs impacts.

Figure n° 2



6

795

790

615

620

625

630

635

640



10 Kilometers

1. PRESENTATION DES PRINCIPAUX FACTEURS REGIONAUX DETERMINANT L'EROSION

1.1. 1.1 PRESENTATIONS DES FACTEURS PHYSIQUES

1.1.1. La pluviométrie

Le facteur pluviométrique est primordial en matière d'érosion des sols. Il intervient à la fois sur la quantité d'eau tombée et sur les intensités des pluies. Les caractéristiques saisonnières de la pluie influencent aussi l'érosion des sols. Dans la région orientale, les pluies se raréfient d'est en ouest, les moyennes annuels se présentent comme suit : le long du transect :

Tamatave :	3524mm
Beforona :	2750mm
Andasibe :	1713mm
Moramanga :	1504mm

(Source OLDEMAN L.R. 1990)

Nous donnons ci-après les paramètres pluviométriques importants de la région de Beforona, données obtenues sur trente années d'observation (Source : CTFT/DRFP/ Projet Terre-Tany)

Nombre moyen de jours de pluie par an : 208
 Mois le plus arrosé : Mars (moyenne de Mars : 453mm)
 Mois le moins arrosé : Septembre (moyenne de Septembre : 100mm)
 Pluie moyenne annuelle : 3500mm à l'est et 2000mm à l'ouest
 Intensité moyenne des pluies en 24h : 100mm/h
 Indice d'érosivité des pluies⁴ : 494 (Source CTFT), valeur assez faible par rapport aux autres régions de Madagascar (côte ouest 1200)

Notons que la zone est annuellement traversée par des cyclones tropicaux. Ces phénomènes climatiques sont à l'origine de fortes pluies et d'importants dégâts physiques : éboulements, sapements de berge, inondations, destruction de massifs forestiers. Les chiffres suivants montrent l'importance des pluies durant les cyclones tropicaux, exemple de " HUTELLE " Mars 1993:

Tab n°1: Pluies journalières durant le cyclone Hutelle du 01 au 03 Mars 1993

Station météo	Hauteur de pluie(mm)			Total (mm)	Total mensuel (mm)
	01/03/93	02/03/93	03/03/93		
Bekampinga (est)	184,6	346,1	4,4	535,1	829,3
Marolaini (centre)	142,8	317,4	6,6	466,1	875,1
Validrazana (ouest)	171,2	287,0	6,8	465,0	736,9

(Source :Projet Terre-Tany-1993)

⁴ C'est une indice qui indique l'agressivité des pluies. Elle s'obtient en faisant intervenir l'intensité maximale de la pluie en 30 minutes et l'énergie globale de la pluie (Cf. § Mesure des phénomènes d'érosion)

Tab n°2 : Intensité maximale des pluies à Marolafa du 1^{er} au 3 Mars à 9h45

Intervalle	1'	5'	10'	15'	30'	1h	6h	12h	24h
Heure	14,03	14	14	14	13,55	13,50	9,30-13,30	7,00,7,00	22,00,22,00
Intensité (mm/h)	144	155,2	115,2	113,6	94,4	67,2	42,9	24,6	18,3
Tot.pluie (mm)	2,4	9,6	19,2	28,4	47,2	67,2	237,2	294,6	439,7

(Source :Projet Terre-Tany-1993)

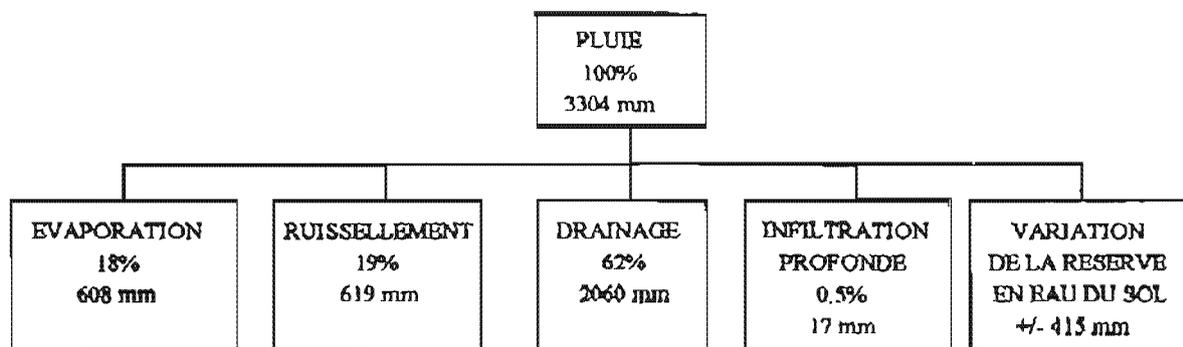
1.1.2. Bilan de l'eau

Dans le cadre du Projet « Terre-Tany », des bilans de l'eau ont été établis dans les deux bassins-versants de Vohidrazana et de Sahanampinga. Le bassin versant de Vohidrazana se trouve en zone encore couverte de forêts, limite occidentale de la région. Il est situé entre 600m et 900m d'altitude. Le relief est celui des collines multifaces aux pentes abruptes. Les vallées sont très encaissées.

Le bassin versant de Sahanampinga se trouve à l'Est de la région, dans le domaine de la savane herbacée. Le relief est plus ou moins ondulé, les pentes restent accentuées. Les vallées sont plus larges et moins encaissées.

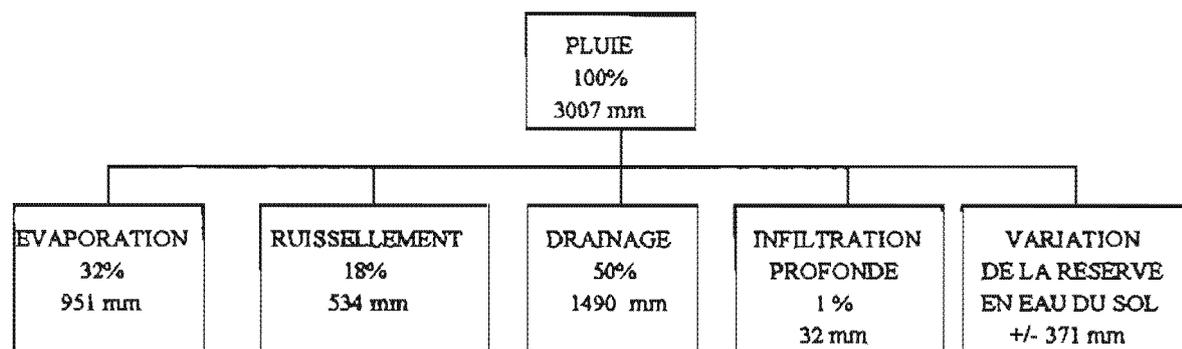
Les bilans de l'eau montrent les effets de la couverture végétale sur le comportement hydrique des bassins versants :

**Fig. 3 Bilan de l'eau à VOHIDRAZA
BV sous forêt**



(Sources : BRAND J./Projet Terre-Tany 1995)

Fig. 4 Bilan de l'eau à SAHANAMPINGA
BV sous savane



(Source : BRAND J./Projet Terre-Tany 1995)

Sous forêt :

- Le drainage, l'écoulement sous forme de débit de base à l'exutoire est très important (62%).
- L'évaporation directe est atténuée par la masse végétale.
- L'infiltration profonde et la variation de la réserve en eau du sol sont assez élevées à cause la rétention en eau améliorée du sol et de la végétation

Sous savane :

- On note la forte évaporation,
- la faible quantité de la variation de la réserve en eau du sol,
- le drainage reste également assez important (50%)

Entre les deux bassins versants, on remarque par ailleurs une taux de ruissellement quasi identique. Ceci s'explique en forêt par la saturation en eau permanente du sol d'une part et par l'existence d'un écoulement sous forme d'infero-flux assez important et rapide. Sous savane le ruissellement est surtout composé par les eaux superficielles.

Notons que ces résultats sont relatifs à une année d'observation seulement. Une assez longue durée d'observation est nécessaire pour tirer des conclusions statistiquement acceptables. Toutefois ces données ne s'écartent pas de celles obtenues à Périnet par le CTFT.

1.1.3. Les sols

Les sols de Beforona, issus du substratum géologique cristallin, sous un climat perhumide présente des profils profonds. Ce sont des sols *ferrallitiques fortement désaturés* selon la classification française et des *ultisols* selon la classification FAO. Les sols présentent en général une bonne structuration et assez stable (polyédrique anguleuse). L'horizon superficiel

(20 à 30cm) est assez humifère avec un taux de matière organique de 6% à 10%. Les horizons sous-jacents présentent une porosité de 50 à 60%. La texture montre un taux assez fourni en argile (30% à 40%) : argileuse à argilo-sableuse.

Du point de vue érosion, ces sols sont sensibles au glissement à cause de la forte porosité superficielle qui favorise l'écoulement en inféro-flux. Il existe une zone de glissement préférentiel entre les couches superficielles poreuses et les couches inférieures massives. Par ailleurs, sur les formations géologiques gneissiques, les sols présentent aussi des litages caractéristiques pouvant occasionner des infiltrations intenses et par la suite des glissements en masse sous forme de coulées boueuses.

Concernant l'érosion superficielle, l'indice d'érosibilité K^3 obtenu par le CTFT est de 0,02 pour la station de l'Ivoloïna à la côte Est. Cette valeur est de 0,07 à Marolafa Beforona selon LAMBO R.W.(1996). Ces valeurs montrent une certaine stabilité des sols vis à vis de l'érosion superficielle : détachement des particules et entraînement par le ruissellement. Nous verrons plus loin les aspects qualitatifs et quantitatifs de ce type d'érosion.

1.1.4. La végétation

Les trois principaux types de formations végétales sont : les forêts naturelles, les forêts secondaires (savoka) et les savanes graminéennes. Entre ces trois types, on a une multitude de formations végétales qui se différencient soit par leur composition floristique soit par leur âge de mise en jachère.

Les forêts naturelles se localisent surtout à l'extrême Ouest de la région d'étude, essentiellement sur l'échine de Vohidrazana. C'est une formation naturelle dense mais déjà écrémée. A partir du village d'Ambohimarina, le « tavy » grignote annuellement la bordure de la forêt. Il n'est pas rare également de rencontrer en pleine forêt des lots isolés de cultures sur brûlis.

Les formations secondaires, aux environs de Beforona et dans le terroir de Fierenana, présentent des espèces végétales souvent héliophytes. Selon la dominance de ces espèces on a : savoka à *Psidium altissimum*, savoka à *Rubus molucana*, savoka à *Aframomum angustifolium*, savoka à *Lantana camara*. On peut également avoir des savoka mixtes arbustives à plusieurs espèces. Lorsque le stade de dégradation du savoka est assez avancé les espèces dominantes sont coïnstituées soit par une fougère, le « Rangotra » _ (*Sticherus flagellaria*) soit par une graminée, le « Tenina » _ (*Imperata cylindrica*).

La savane est formée essentiellement par des espèces graminéennes. C'est le stade ultime de dégradation de la couverture végétale de la falaise orientale. On distingue différents types de savanes selon les espèces de graminées dominantes : savane à *Hyparrhenia rufa*, savane à *Aristida multicaulis*, savane à *Imperata cylindrica*. La savane à *Hyparrhenia rufa* est très dense et haute jusqu'à 80cm. La savane à *Aristida*, moins dense, est localisée surtout sur les sols pauvres en matière organique. Ces formations se retrouvent dans la partie orientale de la région sur le terroir de Sahanampinga.

$$^3 K = \frac{E}{R \cdot LS \cdot 2,24} \text{ où } E = \text{Perte en terre en tonne/ha/an, } R = \text{indice pluie, } LS = \text{facteur topographique (Cf §}$$

Mesure des phénomènes d'érosion.

Dynamique de la végétation

La pratique du tavy influence considérablement la dynamique végétale de la région. L'interprétation des photoaériennes existantes dans la région (1957, 1967, 1987 et 1994) a montré une forte régression de la forêt aux dépens de la culture sur brûlis. Les cartes (Fig. n° 5) nous montrent d'une manière générale un recul de plus de 50% de la forêt entre 1957 et 1994. Nous verrons plus loin le rythme de cette déforestation.

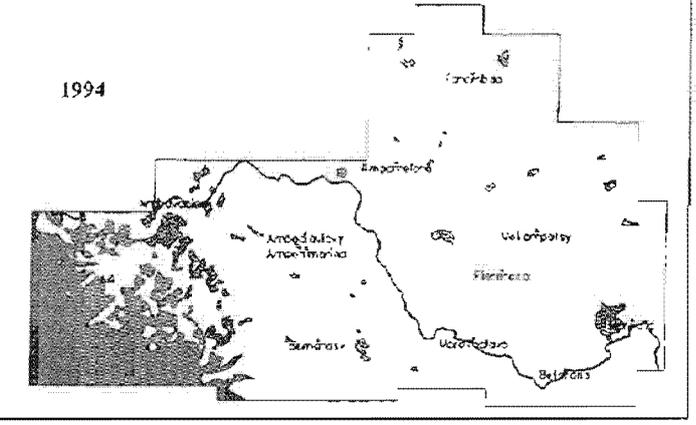
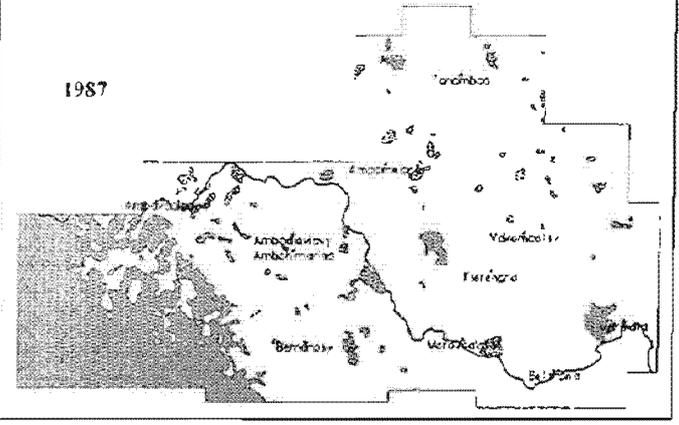
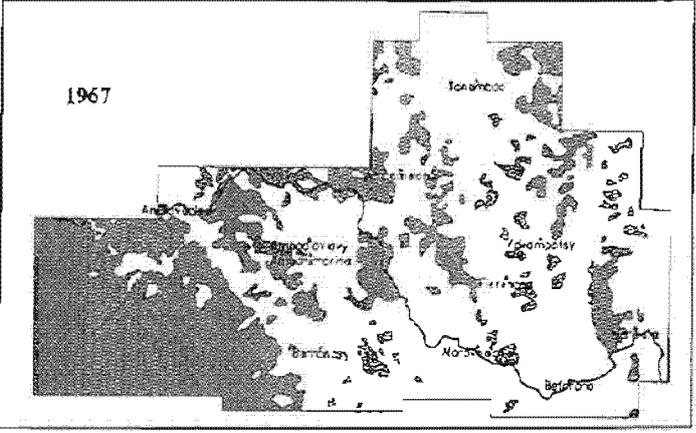
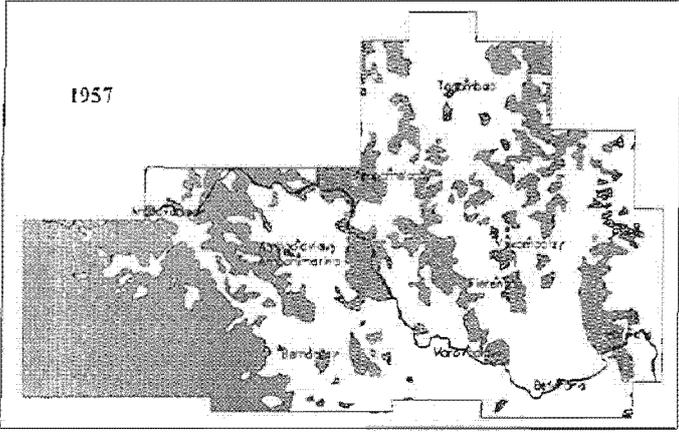
La régression de la forêt ne concerne pas seulement sa superficie, sa physionomie et sa structure sont également perturbées. Selon l'intensité de la mise en valeur ou la durée de jachère, différentes formations végétales se succèdent sur le terrain. Ces successions végétales déterminent la sensibilité du milieu face au processus de dégradation.

DYNAMIQUE FORESTIERE DANS LA REGION BEFORONA

Projet FERRE-TANY
FORIPA / GIUB / BDA
&
Fonds National Suisse pour la
Recherche Scientifique

Echelle 1:90'000
Cartographie, SIG, Bred 93

Figure n° 5



Le tableau ci-après montre la stratification de la couverture végétale les différentes espèces dominantes et les espèces compagnes des terrains selon l'âge des jachères :

Tab n°3 : Age de la jachère et espèces recolonisatrices

Age	Strate	Espèces caractéristiques	Espèces compagnes
8mois	I 0-25cm	<i>Crassocephalum rubens</i> <i>Tristema Virusanum</i> <i>Cyathea bellisquamata</i> <i>Solanum auriculatum</i>	<i>Dianella ensifolia</i> <i>Psychotrya alaotrensis</i> <i>Solanum nigrum</i>
	II 25-50cm	<i>Psiadia altissima</i> <i>Erigeron naudinii</i>	<i>Pteridium acqullum</i>
2-3-4ans	I 0-1m	<i>Harongana madagascariensis</i> <i>Cephalostachium</i> <i>Scleria racemosa</i> <i>Elephantopus scaber</i> <i>Pachytrophe dimepate</i> <i>Cyperus latifolius</i> <i>Lygodium lanceolatum</i>	<i>Psychotrya alaotrensis</i> <i>Dianella ensifolia</i> <i>Ophioglossum sp.</i> <i>Mussaenda arcuata</i> <i>Emilia citrina</i> <i>Panicum brevifolium</i>
	II 1-2m	<i>Psiadia altissima</i> <i>Lantana camara</i>	
5ans	I 0-1m	<i>Psychotrya alaotrensis</i>	<i>Sticherus flagellarus</i> <i>Dianella ensifolia</i> <i>Selaginmella lyalii</i> <i>Panicum brevifolium</i>
	II 1-2m	<i>Harongana madagascariensis</i> <i>Weinmannia rutembergii</i>	
	III 2-4m	<i>Trema orientalis</i>	
	IV 4-6m	<i>Psiadia altissima</i>	
6ans	I 0-1m		<i>Brachiaria bemarivensis</i> <i>Scleria racemosa</i> <i>Elephantopus scaber</i> <i>Mussaenda arcuata</i>
	III 2-4m	<i>Lantana camara</i> <i>Harongana madagascariensis</i> <i>Trema orientalis</i> <i>Pachytrophe dimepate</i>	
	IV 4-6m	<i>Psiadia altissima</i>	

- Les premiers mois de jachère favorisent le développement des espèces végétales graminéennes et les *solanum*. Ces plantes sont d'intéressantes recolonisatrices mais leur durée d'existence est très courte. Ces espèces sont également des héliophytes. Dès cet âge, on voit déjà apparaître le *Psiadia altissima* qui est également une espèce de jachère mûre.
- Vers la quatrième année de jachère, la formation végétale s'uniformise avec la dominance de *Psiadia altissima*. La couverture végétale devient plus haute.
- A la cinquième et à la sixième année on observe une transformation physiologique de la végétation : des espèces ligneuses apparaissent au dépens des espèces herbeuses. A cet âge, les formations végétales sont constituées surtout par des espèces indicatrices de sols déjà en partie régénérés : *Lantana camara*, *Harongana madagascariensis*, *Trema orientalis*, *Pachytrophe dimepate*, *Psiadia altissima*.

Selon le tableau n° 4, on note une diminution du nombre des espèces à l'âge de 5ans à cause de l'élimination progressive des espèces héliophytes. Les arbres commencent à apparaître après quatre ans de jachère. Cependant, la densité par hectare diminue nettement après 5 ans.

Tab n°4 : Densité végétale selon l'âge de jachère et la fréquence d'utilisation

Relevé	Nombre d'espèces sur 24m ²	Densité brute par 24m ²	Densité par hectare	Densité par hectare des arbres
8mois	53	919	382,9	
3ans	50	535	222,9	
4ans	52	1273	530,4	833
5ans	42	1466	610,8	4166
5/6ans	55	801	333,8	7083

Source RAVONLARUAONA V., 1995.

Parallèlement à cette évolution de la densité des arbres, on note également une augmentation de la proportion de celle de la strate arbustive (1 à 4m de hauteur). A 8mois, elle est de 9166 plantes par hectare pour atteindre 46666 plantes par hectare à la troisième année ; à partir de la cinquième année, elle dépasse les 70000 pieds à l'hectare.

Les figures de l'annexe n°8 nous donnent des indications sur les rythmes annuels de défrichement dans les trois bassins versants d'intervention du Projet Terre-Tany :

A Vohidrazana, où la végétation est dominée par la forêt naturelle, le défrichement concerne essentiellement cette formation. Le rythme de défrichement augmente progressivement de 1957 à 1992. S'il est de 0,33ha/an en 1957, il est de 5,61ha/an de 1967 en 1987. On peut porter l'explication de cette augmentation sur l'accroissement démographique.

A Fierenana, terroir à forte dominance de savoka, les défrichement se partagent entre les trois formations végétales : sous forêts naturelles, sous forêts secondaires et sous savoka.

- Entre 1957 et 1967, les défrichements sous forêts naturelles (1,15ha/an) et sous savoka (1,35ha/an) sont sensiblement égaux à cause de la répartition plus ou moins identiques de ces formations. Les rizières étaient sous-exploitées.
- Entre 1967 et 1987 : le défrichement intéresse surtout les forêts secondaires (1,32ha/an) et les savoka (0,98ha/an) ; raréfaction des surfaces forestières. Cependant, les rythmes restent inchangés.
- Entre 1987 et 1992 : la population se réoriente à la riziculture de bas-fond. Notons qu'il a été difficile d'évaluer et différencier les rythmes de défrichement sur les versants à cause de la homogénéisation des formations végétales.

Dans le terroir à dominance savoka et savane de Salampinga, le rythme de défrichement est de 3,2ha/an sous savoka arbustive et 2,5 ha/an sous savane. On a donc dans ce terroir le rythme de défrichement le plus élevé à cause de la basse fertilité des sols.

1.2. STRUCTURATION SOCIALE

1.2.1. Historique

Le premier peuplement de la région de Beforona s'est effectué à partir de la côte Est à la fin du 18^{ème} et au début du 19^{ème} siècle. Le point de départ de la percée vers l'intérieur était l'ancien centre d'Andevoranto. Ces premiers migrants étaient surtout constitués de Betsimisaraka. Quelques migrants venant de la partie Sud de la côte Est (Vatomandry et Mahanoro) ont aussi participé à ce peuplement. Les premiers occupants sont des gens de la forêt et ont amené avec eux les techniques de la culture sur brûlis.

Pendant l'époque coloniale jusqu'à nos périodes, des immigrants constitués de Merina et de peuples du Sud Est de l'île (Antemoro et Antaisaka) ont la population de la région de la Falaise orientale. Les nouveaux venus ont favorisé surtout les cultures irriguées dans les bas-fonds et les cultures de rente (café, gingembre).

L'organisation sociale traditionnelle, encore en vigueur actuellement, est de type clanique. Cette organisation est gérée par le chef de clan qui est le *Tangalamena* et son assistant le *Vavanjaka*. La nomination de ces derniers se fait à partir du lien de parenté et par désignation du dernier Tangalamena. Le Tangalamena et le Vavanjaka prennent des décisions et dirigent le groupe dans les différentes activités socio-économiques et culturelles.

1.2.2. Immigration dans la région

Les différents mouvements migratoires ont abouti à la répartition suivante : 78% de Betsimisaraka, 11% de Bezanozano, 6% de Merina. Les restes (5%) sont des Antemoro, Betsileo, métis chinois ; ce sont des fonctionnaires, commerçants et agriculteurs.

Ce phénomène fait passer la population à 11260 habitants en 1991 soit une densité de 33 hab/km² avec un taux d'accroissement de 56% en 15 ans. On estime donc en 1975 la population du Firaisana de Beforona était environ de 700 habitants.

Parmi les trois terroirs, c'est celui de Beforona qui est le plus peuplé avec un taux de 99 habitants par km² vient ensuite Fierenana avec 47 habitants par km² puis Ambohimarina avec 28 habitants/km² et Sahanampinga avec 10 habitants/km².

1.2.3. Structure démographique

Le tableau n°5 suivant nous donne un aperçu sur les caractéristiques démographique de la région :

Tab n°5 : Caractéristiques démographiques du Firaisana de Beforona en 1995.
(Source RANDRIAMBOAVONJY J.B.(1995))

Caractéristiques	Valeurs
Superficie	337km ²
Population totale	11204
· Homme	5457
· Femme	5747
Tranche d'âge	
· <20ans	55,5%
· entre 20 et 60ans	40,0%
· >60ans	04,5%
Taux de natalité régionale	7%
Taux de natalité nationale	5,2%
Taux de mortalité régionale	5,2%
Taux de mortalité nationale	3,5%
Taux d'accroissement naturel régional	2,4%
Taux d'accroissement naturel national	2,1%
Densité moyenne de la population	32hab/km ²

Selon ces chiffres, on peut noter les points suivants :

- Population jeune.
- Faible espérance de vie.
- Fort taux de natalité et un relatif léger taux de mortalité qui se traduisent par un fort taux d'accroissement naturel. Ce dernier est plus fort que la moyenne nationale.
- Densité humaine élevée qui a tendance à s'alourdir.

Nous sommes donc en présence d'une population dynamique qui tend vers le surpeuplement de la zone. Ce phénomène devient inquiétant quand on rapporte la densité humaine aux terres cultivées (densité agricole).

1.3. PRINCIPAUX FACTEURS AGRONOMIQUES DETERMINANTS L'EROSION

Le facteur primordial d'utilisation des sols qui détermine l'érosion des sols dans la zone de la falaise orientale est l'utilisation des fortes pentes avec le raccourcissement de la période de jachère. Nous allons voir successivement les systèmes de culture prédominants et leurs impacts qualitatifs sur les sols.

1.3.1. La culture sur brûlis : le « tavy »

L'exiguïté des bas-fonds dans la région (à Marolafa, pour un bassin versant de 150 ha, on a seulement 5 ha de bas-fonds), l'héritage culturel concernant l'utilisation des sols contribuent au maintien du système de culture sur brûlis dans la zone. Le tavy se pratique sur les collines

couvertes de forêts secondaires ou de forêts primaires après nettoyage de la surface. Le défrichage se fait au mois de Juillet-Août. On brûle la biomasse asséchée au mois d'Octobre-Novembre. Ce brûlis est suivi par le semis du riz. Le semis s'effectue sans labour à l'aide d'un bâton. La récolte s'effectue au mois d'Avril-Mai. La récolte se fait en coupant le riz épis par épis à l'aide d'un canif tandis que les pailles sont laissées sur pieds.

Quelques semaines après la récolte, le terrain est recolonisé parfaitement par la végétation secondaire. La jachère durera quatre à six ans.

Le système tavy, par l'utilisation du feu, porte atteinte à la biodiversité du milieu. Il est cependant indéniable que l'utilisation du feu permet d'économiser temps et force de travail. Le feu permet aussi de fertiliser momentanément les sols par les cendres. Ces dernières sont captées par les trous de semis lors des premières pluies. Enfin, le feu permet aussi de réduire considérablement la prolifération et l'abondance des mauvaises herbes.

Citons quelques pratiques liées au système tavy, dont les effets positifs sur la protection du sol sont importants :

- Le zéro labour pour le semis ne perturbe pas la structure du sol.
- La densité de semis assez dense permet une bonne couverture des sols (15 x 15cm à 20 x 20cm).
- L'association culturale (observée surtout en bas de pente) permet également une bonne couverture des sols (riz-maïs-lentilles-cucurbitacées).
- Les pailles de riz laissées sur pieds après la récolte (pas de fauchage) continuent de protéger les sols. Elles seront relayées par la couverture végétale naturelle (jachère).
- La mise en jachère (si celle-ci est assez longue) permet la couverture permanente et la régénération des sols.

1.3.2. Les « *tanimboly* »

Les *tanimboly* sont des parcelles de cultures familiales situées soit en bordure des bas fonds soit aux environs des villages ou des cases d'habitation. Ces parcelles sont utilisées comme des parcelles d'« agroforêt » traditionnelle. Il reste quelques étages de végétation naturelle dont les rôles de protection des sols et de production sont importants :

- Etage 1 : Albizzia chinensis et gros arbres fruitiers (Jacquier, fruit à pain)*
- Etage 2 : Petits arbres fruitiers (orangers...)*
- Etage 3 : Bananiers (bas de pente), caféier (jusqu'à mi-pente)*
- Etage 4 : Ananas.*

Ce système permet à la famille de satisfaire une bonne partie de ses besoins quotidiens par la vente des produits. Les principales cultures du système *tanimboly* sont : les caféiers et les bananiers.

1.3.2.1. Le caféier

Le café constitue une culture de rente non moins importante dans la région. Cependant la fluctuation des prix sur le marché limite l'enthousiasme des paysans pour l'entretien et pour le renouvellement des plants. Cette culture a été introduite dans la région vers les années trente.

Les champs de café se retrouvent le long des vallons étroits sous les forêts d'*Albizzia* ou aux environs des villages et des cases. La plantation nécessite :

- Un défrichage partiel en laissant sur pied les *Albizzia* qui serviront d'ombrage aux plantules.
- Une trouaison de 20 cm x 20 cm x 20 cm, espacées de 2 à 3 m.
- Des entretiens tel que : taille, égourmandage, lavachage, sarclage et recépage. Ces entretiens sont exécutés lors des " temps creux " durant la culture de riz sur le tavy. La récolte s'effectue au mois de juillet quand les travaux de riziculture sur tavy sont entièrement terminés.

La culture du café s'adapte bien aux conditions écologiques de la région. Les façons culturales et les besoins physiologiques des plantes (ombrière) permettent un équilibre écologique apparente des sites de plantation.

1.3.2.2. La banane

Plante d'origine asiatique, elle a été introduite à Madagascar par les immigrants indonésiens. Elle est souvent associée aux caféiers et se retrouve le long des cours d'eau et sur les bas de pente. La culture nécessite un sol meuble et bien drainé.

La récolte est quasi permanente pendant toute l'année. Une touffe de 6 à 7 pieds donne 4 à 5 régimes par année. Le rendement varie fortement (du simple au double) avec la qualité des sols. La vente des régimes de bananes assure aux paysans les besoins quotidiens en argent.

Notons enfin que la culture de banane est très sensible aux rafales de vents cycloniques. Des plantations entières peuvent-être perdues lors du passage d'un cyclone.

1.3.3. Le manioc

La culture du manioc constitue une activité agricole dont la destination essentielle est l'autoconsommation. La culture s'effectue sur des sols de tavy épuisés sur les pentes fortes. Actuellement on observe de plus en plus de cultures de manioc qui succèdent immédiatement à la culture de riz de tavy. Ces terrains se dénomment " *ramarasana* " selon le dialecte local. On retrouve aussi le manioc sur les terrains délaissés par le gingembre.

La culture du manioc ne nécessite pas un travail du sol général. Il s'effectue seulement par endroit en quinconce, 30cmx30cm à 40cmx40cm, sous forme de buttes (« *bokaka* » en dialecte local). Le cycle cultural va de six à douze mois. Il commence par un défrichage au mois d'août, plantation au mois de septembre, et se termine en mai-juin. Le manioc constitue ainsi une alimentation d'appoint pendant la période de soudure.

La difficulté de stockage à l'air libre (humidité trop élevée) entraîne une conservation sur pied des produits. Toutefois, les tubercules peuvent s'abîmer si ils sont laissés trop longtemps sur pied. Autrement dit, le manioc est récolté au fur et à mesure des besoins quotidiens.

1.3.4. Le gingembre

La culture de gingembre a été introduite dans la région par des immigrants des Hautes Terres vers les années 70. C'est une culture qui a connu une importante extension dans la

région par l'opportunité économique qu'elle présente. Actuellement, les immigrants venant du Sud-Est de l'île sont les plus entrepreneurs.

Les champs de gingembre se retrouvent sur les pentes fortes des savoka très dégradées. Ils sont remarquables par le labour en plein et les sols fortement dénudés. Le labour s'effectue à l'angady ou à la pioche au mois d'Octobre jusqu'en Novembre. Ensuite le sol est pulvérisé et ratelé pour enlever les racines et les bois morts. Un canal de protection est tracé en amont des champs de gingembre. En effet, de forts ruissellements pourraient exhumer les rhizomes des cultures.

La plantation s'effectue au mois de Septembre à Novembre. La culture exige un sarclage répété pour permettre un bon développement des rhizomes. On récolte après six mois de plantation.

La culture de gingembre revêt quelques aspects contradictoires en matière de développement régional durable :

- La culture de gingembre est une source importante d'érosion : avec une indice de pluie de 494 et une intensité moyenne de 100mm/h, les risques d'érosion sont importants lorsqu'on labour les sols sur fortes pentes. En effet, sous culture de gingembre on a enregistré une perte en terre de 56t/ha en une seule journée après une pluie de 207mm (pente supérieure à 50%).

- La culture de gingembre est également un potentiel de développement : elle permet aux paysans d'obtenir des revenus substantiel. Avec un rendement de 15 t/ha et un prix de vente de 1000 fmg/kg, un paysan peut gagner environ 10 millions par ha pour un investissement d'environ 2 à 3 millions par hectare.

1.3.5. Productivité du sol

La productivité des sols dépend de la fertilité des sols, des techniques culturales et des investissements consacrés aux cultures : dans la région de Beforona cette productivité est également fortement influencée par l'érosion chimique des sols (voir ci-dessous)

Tab. n°6 : Rendement des cultures dans les parcelles des paysans

(Source RANDRIAMBOAVONJY J.B. 1995)

Cultures	Rendement (t/ha)
Riz de tavy	
Jachère 1-5ans	1,3t/ha (Fierenana)
Jachère 5 - 10ans	(pas de différences significatives)
Jachère 10-15ans	
Gingembre	1,5t/ha (Fierenana)
Banane	15t/ha/an
Café	17t/ha
Manioc	0.9t/ha
Riz irrigué	17t/ha
	2,5t/ha/an

On peut remarquer que les rendements du riz de tavy sont assez faibles. Il n'y pas de différences significatives entre une jachère de 5 ans et une jachère de 10ans. De même, la différence entre 5ans et 15 ans n'est pas énorme. Nous avons également observé fréquemment

des rendements inférieurs à 1 t/ha. Pour les autres cultures, les rendements sont en général conformes aux moyennes nationales.

1.4. LE SYSTEME TRADITIONNEL D'UTILISATION DES TERRES

1.4.1. La répartition des unités d'utilisation des sols

La carte de l'utilisation des sols (carte n°2 : Source RANDRIAMBOAVONJY J.B.1995) nous donne la répartition spatiale des unités d'utilisation des sols. Nous récapitulons dans le tableau suivant les superficies de ces unités agricoles dans la région de Beforona par ordre décroissante :

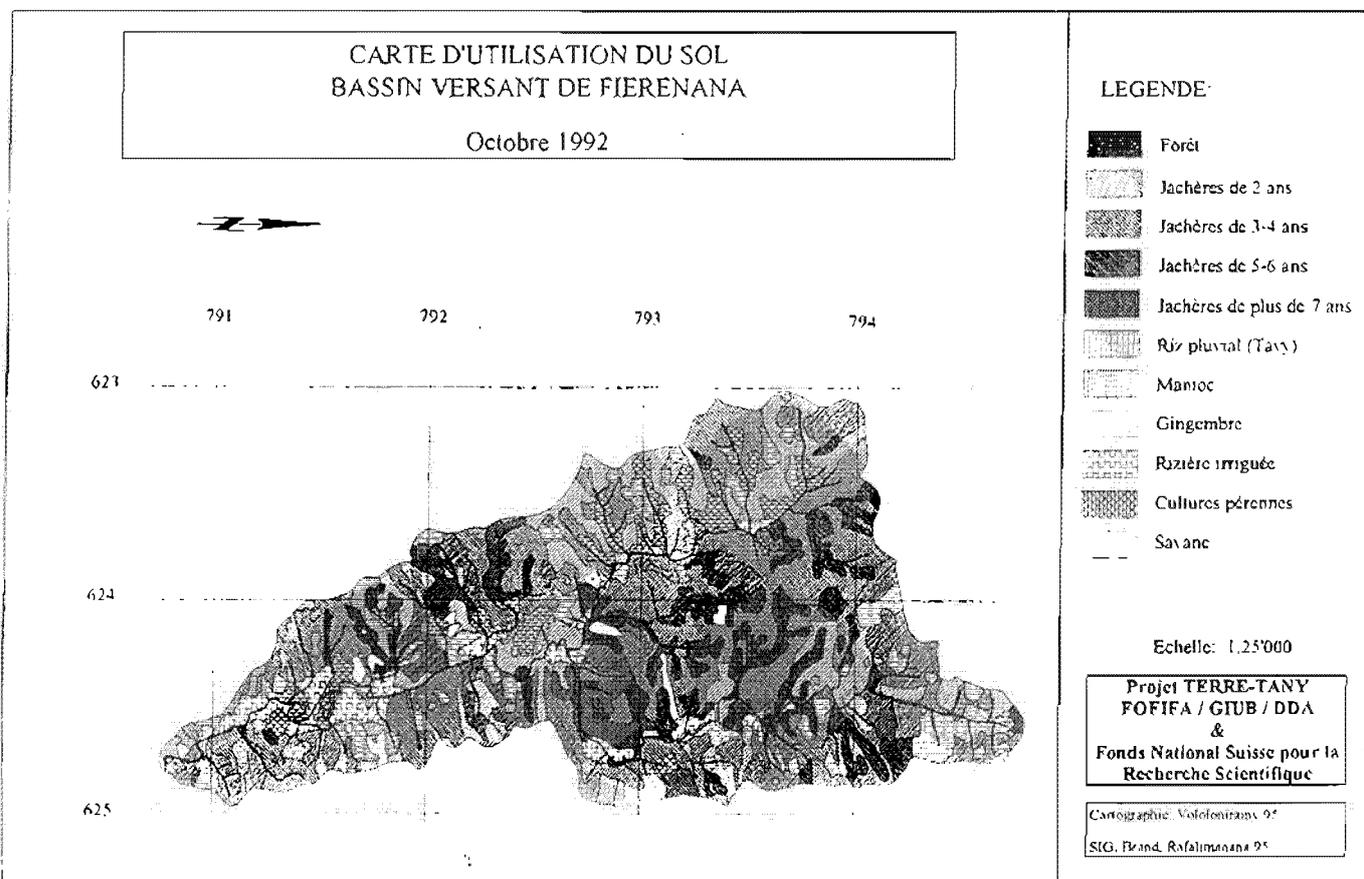
Tab.n°7 : Superficie des unités d'utilisation des terres en 1995 dans la région de Beforona.

Unités d'utilisation	Surface(ha)	Pourcentage
Savoka	2942,7	60,39
Tavy	582,3	11,95
Massif forestier de Vohidrazana	572,5	11,75
Tanimboly (café, banane, ananas...)	321,2	6,59
Gingembre	119,3	2,45
Forêts isolées	112	2,3
Rizières	87,7	1,8
Reboisement	71,8	1,47
Rizières en friche	42	0,87
Manioc	19,3	0,4
Autres	1,8	0,04
Total	4873,1	100

Source : Randriamboavonjy J.B.(1995)

Ces données suscitent quelques commentaires :

- Concernant la couverture végétale de la région, suite à l'utilisation des sols, celle-ci est largement dominée par la formation secondaire (savoka) avec 60% du total. Ce chiffre traduit aussi l'importance de la culture sur brûlis dans la région.
- Le pourcentage occupé par la culture sur brûlis (tavy) concerne seulement la campagne culturale. Quand on compare ce chiffre avec le de la population totale du Firaisana de Beforona (11204 habitants), on a une superficie rizicole infime de 0,05ha de tavy par habitant.



- Le massif forestier de Vohidrazana constitue une réserve de surface rizicole pluviale exploitable assez considérable.
- Notons également l'importance du système tanimboly (café, banane...) dans l'espace.
- Le gingembre bien qu'une culture récemment introduite dans la région occupe une superficie importante.
- Enfin, les rizières n'occupent qu'environ 3% de la superficie totale. Ce chiffre rappelle l'exiguïté des bas-fonds dans la région. Par ailleurs, il est à noter que ces bas-fonds sont aussi sous-exploités : 30% de ces rizières sont en friche.

1.4.2. Evolution de la déforestation aux dépens du tavy

La distribution actuelle des principales formations végétales (forêts naturelles, savoka et prairie herbeuse) montre que l'évolution de la déforestation diffère suivant les localités.

A Vohidrazana où la forêt naturelle est encore importante, le rythme moyen annuel de déforestation est de 5,5ha/an en Sans.

A Fierenana où les formations secondaires (savoka) prédominent (Fig n°6) ce rythme moyen annuel de déforestation est de :

- *Sous forêts naturelles* = 1,15ha/an (1957-1967)
0,12ha/an (1967-1987)
- *Sous Savoka* = 0,5ha/an à 1,5ha en 20ans

A Sahanampinga où on a une importante surface de formations herbeuses (20%), la déforestation intéresse surtout les savoka qui ne représentent plus que 25% de la superficie totale.

1.4.3. Les aspects fonciers

1.4.3.1. Système traditionnel de classification socio-culturelle de l'espace.

Une des particularités de cette zone en matière d'utilisation des sols est l'existence d'un système de classification traditionnelle des parcelles. Cette classification a un sens socio-culturel et technique en matière de gestion traditionnelle des ressources végétales. Il existe ainsi quatre classes principales de terre : le sembotrano, le jinjaranto, le jinjalana et les parcelles individuelles.

• Le sembotrano

C'est une parcelle gérée collectivement sous l'égide du Tangalamena ou du chef du clan. La mise en valeur du sembotrano nécessite l'immolation d'un bœuf en début de campagne et l'observation de plusieurs *fady* et rites culturels. La distribution des lots entre les familles se fait par le Tangalamena, assisté des anciens du Vavanjaka et des anciens du clan.

Par son utilisation collective, les parcelles de sembotrano sont souvent laissées en friche pendant plus de temps que les parcelles individuelles. Elles ne sont pas également remises en valeur que pendant un nombre pair d'années de jachère. Il est par ailleurs interdit de cultiver des arbres et arbustes sur les parcelles de sembotrano.

Actuellement, la pression démographique, l'individualisme et la possibilité d'acquérir des terres par la voie légale entraînent la disparition progressive des sembotrano dans la région. Ainsi, le sembotrano du village de Beforona a cessé de fonctionner en 1990.

L'importance écologique du sembotrano est claire du fait de ses longues années de jachère (Marolafa 6 à 8 ans). Durant ces périodes de jachère les sols auront le temps de se régénérer. Les valeurs relatives à la fertilité des sols selon l'âge des jachères indiquent cette possibilité de régénération :

Tab n°7 : Jachère et fertilité des sols (Résultats d'analyse de la partie superficielle du sol)

	Jachère de 6ans	Jachère de 2ans
K(mé)	0.30	0.22
CaMg(mé)	1.80	0.80
Cz(mé)	0.60	0.20

• Le Jinjaranto

Le « jinjaranto » est également une propriété collective du clan mais son utilisation est individuelle. Chaque individu du clan peut délimiter une parcelle de culture de riz selon ses besoins et ses capacités sur le jinjaranto. Ces parcelles sont utilisées en dehors de l'année de mise en valeur des sembotrano. Toutefois l'utilisation des parcelles de jinjaranto n'est pas inaliénable.

Les parcelles de jinjaranto sont caractérisées par des formations végétales rabougries et souvent monospécifiques. Les sols y sont moins fertiles. En général, les jinjaranto concernent la plus grande partie des savoka dégradées de la région.

• *Le Jinjaliana*

Les parcelles de jinjaliana sont des terres du clan et d'utilisation individuelle sous la condition de sacrifier un bœuf au début ou à la fin de la campagne. Ces terres sont souvent exploitées par les riches du clan. La durée de jachère est ici très variable mais peut aller jusqu'à 10 ans. Ces terres ont une importance écologique au même titre que le sembotrano.

• *Les parcelles individuelles*

On peut acquérir des terres suivant plusieurs possibilités : l'héritage, la dotation, l'achat et la squatterisation des bords de routes.

Selon la coutume Betsimisaraka, les jeunes ménages héritent des parcelles de tanimboly, des rizières et des parcelles de tavy à la mort des parents. De même, lors du mariage de la fille, celle-ci est souvent dotée de parcelles de terres. La terre revient à la fille ou à sa famille dans le cas d'une séparation.

Actuellement, on peut également acquérir le droit d'utilisation des terres par l'achat. C'est souvent le cas des nouveaux venus dans la région : Merina, Antaisaka et Antaimoro. Il n'est pas aussi rare de voir des ménages qui occupent illégalement les terrains domaniaux le long de la route. Ces ménages installent leurs parcelles de cultures derrière les cases d'habitat.

Nous verrons ci-dessous le système de cadastrage et d'immatriculation des terres.

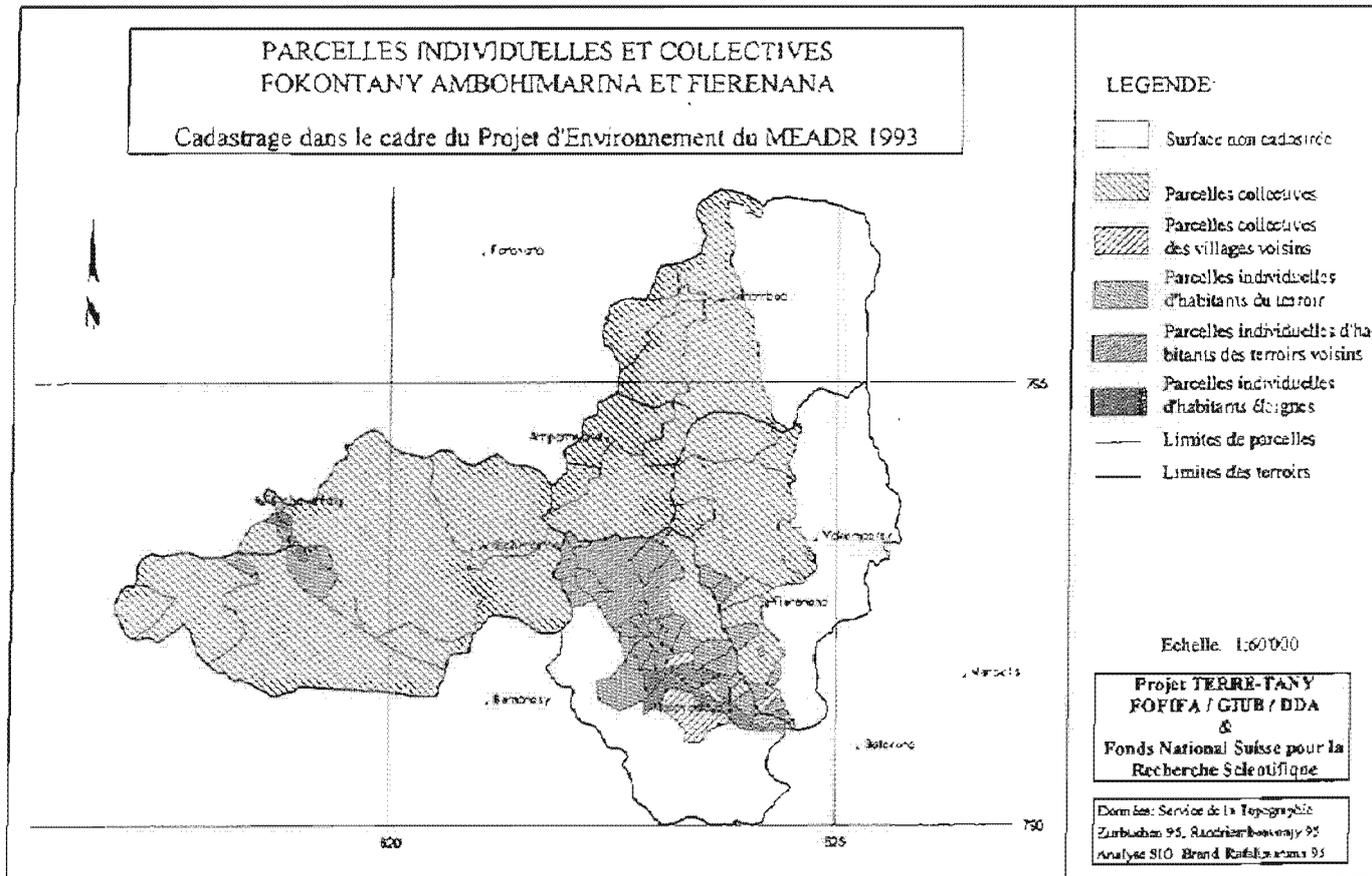
1.4.3.2. Le système foncier administratif

Jusqu'à une période très récente, le système foncier administratif était méconnu dans la région. Seules des sociétés d'exploitations forestières (La Grand'Ile) et minières (Périnet) ont des titres sur des terres. Les paysans gèrent leur terre selon les règles coutumières. Les litiges fonciers sont réglés à l'amiable.

Une opération de cadastrage a été lancée en 1993 dans le cadre de l'exécution du Plan d'Action Environnementale malgache (PAE). L'opération a été financée par la Banque Mondiale. Ont collaboré dans l'exécution de cette opération :

- Le Ministère d'Etat à l'Agriculture et du Développement Rural (MEADR)
- Le Foibe Tao-tsaritany Malagasy (FIM)⁴
- La Direction des Eaux et Forêts (DEF)
- Le Service Topographique d'Antananarivo (Service des Domaines et du tribunal Terrier)
- L'Association Nationale de Gestion des Aires Protégées (ANGAP)

⁴ Institut de Cartographie Nationale



Les objectifs de l'opération sont multiples :

- Sédentarisation de la population en dehors des aires protégées.
- Délimitation des superficies forestières existantes.
- Aide à l'atténuation des conflits relatifs aux terres dans la zone des savoka.
- Immatriculation systématique des terres.

Trois zones ont intéressé l'intervention :

- la zone limitrophe de la forêt de Vohidrazana : village d'Ambohimarina et d'Ambavaniasy
- la zone de savoka Fierenana, Tanambao et Vakampotsy
- la zone d'utilisation intense de Marovoalavo

Au total dans les trois zones d'intervention, sur 94 parcelles cadastrées :

- 34 parcelles sont à titre collectif (zone forestière et zone de savoka)
- 60 parcelles sont à titre individuel (zone d'utilisation intense aux environs du village de Beforona)

Cette opération, selon les appréciations des paysans, leur a permis d'avoir une certaine assurance quant à l'utilisation des terres et au foncier.

2. L'ÉROSION DES SOLS

L'analyse des conditions physiques, humaines et des relations de l'homme avec son environnement nous permettent de caractériser le phénomène de l'érosion dans la région de Beforona. La première partie de ce chapitre traitera l'aspect qualitatif de l'érosion. La deuxième partie sera consacrée à la quantification de l'érosion.

2.1. ASPECT QUALITATIF

La dégradation physique et chimique des sols dépend surtout de l'agressivité et l'abondance des pluies, de la couverture des sols, de leur pente et de leur utilisation. Tous ces critères sont remplis dans la région de Beforona, qui est ainsi prédisposée à l'érosion. Cette dernière se manifeste sous différentes formes.

2.1.1. Erosion en nappe

L'examen de la surface du sol sous culture après une pluie intense démontre l'existence d'une importante érosion en nappe, remarquable par :

- *la mobilisation des particules fines du sol,*
- *l'accumulation vers le bas des brindilles,*
- *quelques atterrissements de sable dans les micro-concavités.*

Bien que visiblement pas forcément impressionnante, l'intensité de cette forme d'érosion est considérable à long terme surtout sur des fortes pentes. Elle est responsable du décapage de l'horizon humifère des sols. L'appauvrissement de cet horizon par lessivage oblique est aussi le résultat de ce type d'érosion. Il n'est pas rare d'observer dans la région l'appauvrissement progressif des sommets des collines au dépend des bas de pente. Ce phénomène est important dans la région.

2.1.2. Erosion en masse

C'est un type d'érosion caractéristique des zones forestières et collinaires. Très peu fréquente, elle s'explique par l'effet de plusieurs facteurs :

- *Abondance des pluies.*
- *Couverture végétale dense.*
- *Importance de l'infiltration.*
- *Orientation ou litage des couches géologiques.*
- *Nature argileuse ou argilo-sableuse des altérites*
- *Forte pente*

Sous ces conditions, les versants sont instables et la rupture d'équilibre se manifeste lorsque le niveau de saturation d'eau du sol est atteint. L'érosion en masse est marquée par une niche d'arrachement, le fond est constitué par la zone de glissement préférentiel (c'est une ligne

de contact entre le sol proprement dit ou l'altérite et la roche mère). La partie aval du versant est recouverte par la masse glissée.

Dans la région de Beforona les glissements de terrain apparaissent surtout lors de forts orages cycloniques. Ils sont localisés sur les pentes fortes couvertes par des formations végétales denses. Sous ces couvertures les racines végétales favorisent l'infiltration des eaux de pluie, ce qui permet l'alimentation en eau de la zone altérée qui se fluidifie jusqu'au moment où le sol glisse par son propre poids.

Lors du passage du cyclone Daisy en 1994, on a dénombré 2596 glissements de terrain dans la région de Beforona (Source J.D.RANDRIANARISOA, 1995). Selon le tableau n°8, on peut conclure que les terrains sous tavy sont faiblement sensibles à l'érosion en masse. Les formations secondaires (savoka) sont les plus exposées à ce type d'érosion.

Les conséquences des glissements sont nombreuses : perte de surfaces cultivables, ensablement des bas-fonds, perte de cultures, destruction des talus et coupures des routes... Les surfaces de glissement sont récupérées progressivement par la végétation. La durée de cette récupération est relativement rapide. Il est possible de recultiver les cicatrices d'éboulement après 4 à 6 ans.

Tab n 8 : Répartition des éboulements sous différentes unités

Formations végétales	Nombre d'éboulement	Surface dénudée (m2)	Volume(m3) approximatif des terres déplacées
Forêt	160	54 190	60 084,4
Tavy	398	91 635,2	99 230,4
Gingenbre	170	22 398,8	19 756,8
Manioc	17	1 630,4	1 189,5
Reboisement	14	1 861	1 529
Tanimboly	211	34 886,9	33 097,1
Savoka	1626	313 812	328 038,8
TOTAL	2596	520 414,4	542 926

(Source J.D.RANDRIANARISOA, 1995).

2.2. ASPECTS QUANTITATIFS

L'érosion des sols a été étudiée dans la région de Beforona en parcelles élémentaires. Les objectifs de ces mesures sont la quantification :

- de l'érosion potentielle régionale
- de l'érosion sous différents types de couvertures végétales.
- de l'érosion sous différents types d'utilisation des sols.
- de l'érosion sous différents types de dispositifs anti-érosifs.

La perte en terre a été donc mesurée sous différentes parcelles

- Sous sol nu (Terre-Tany 94-95/95-96)
- Sous Wischmeier⁷ (FOFIFA-74)
- Sous forêts (Terre-Tany 94-95/95-96)
- Sous savoka (Terre-Tany 94-95/95-96)
- Sous savane herbeuse (Terre-Tany 94-95/95-96)
- Sous culture de maïs avec haies vives de *Gliricidia sepium* (FOFIFA, 87-88)

⁷ Cf. § Mesure des phénomènes d'érosion

- Sous jachère naturelle de *Grevillea banksii* (FOFIFA, 87-88)
- Sous culture de gingembre (Terre-tany 94-95/95-96)
- Sous culture sur brûlis (Terre Tany 94-95/95-96-FOFIFA, 87-88)

Les résultats obtenus en parcelle Wischmeier (parcelle nue, grattée après chaque pluie) et qui donnent l'érosion potentielle de la région démontre l'importance de l'érosion dans la région. Cette érosion est de 500t/ha/an sur une pente de 35%.

Les données des tableaux n° 9, 10 et 11 concernent les valeurs de la pluie du ruissellement et des pertes en terre, obtenues durant la campagne 94-95, sous différents types de couvertures végétales et d'utilisation des sols.

Tab. n°9 : Erosion à Marolafa (campagne 94-95)

Traitement	Pluie	R(mm)	CR(%)	PESo(t/ha)	PESu(t/ha)	PEtot (t/ha)
Sol nu	2603,6	681,6	26,2	145,48	3,53	149,01
Gingembre	2603,6	542,2	20,8	138,44	5,53	143,97
Tavy	2603,6	571,3	21,9	9,89	4,66	14,55
Savoka	2603,6	142,4	5,5	0,07	0,29	0,36

R = Ruissellement ; CR = coefficient de ruissellement ; PESo : perte en terre solide ; PESu = perte en terre en suspension ; PEtot = perte en terre totale

Tab. n°10 : Erosion à Ambavanary (campagne 94-95)

Traitement	Pluie	R(mm)	CR(%)	PESo(t/ha)	PESu(t/ha)	PEtot (t/ha)
Forêts	1808	13,7	0,8	0,009	0,0	0,009

R = Ruissellement ; CR = coefficient de ruissellement ; PESo : perte en terre solide ; PESu = perte en terre en suspension ; PEtot = perte en terre totale

Tab n°11 : Erosion à Sahanampinga (campagne 94-95)

Traitement	Pluie	R(mm)	CR(%)	PESo(t/ha)	PESu(t/ha)	PEtot (t/ha)
Savane	1968,6	158,4	8,0	0,44	0,37	0,81

R = Ruissellement ; CR = coefficient de ruissellement ; PESo : perte en terre solide ; PESu = perte en terre en suspension ; PEtot = perte en terre totale

Les valeurs des pertes en terre consignées dans ces tableaux et les graphes de l'annexe 14 montrent que :

- L'érosion est importante sous culture de gingembre (143,97 t/ha/an). Cette situation est à expliquer par le labour et la faible couverture du sol.
- Le tonnage de l'érosion est faible dans la parcelle de tavy (14,55 t/ha). Il faut noter aussi que ce tonnage diminuerait progressivement au fur et à mesure que la jachère naturelle s'installe.
- Sous savoka et sous savane, on observe également un tonnage faible de perte en terre, respectivement 0,36 et 0,81 t/ha/an. Ceci s'explique par la densité de la couverture végétale.
- Sous couverture forestière l'érosion des sols est négligeable avec 9 kg/ha/an. On note ici la bonne couverture des sols et l'amélioration structurale des sols sous forêt.
- Le coefficient de ruissellement reste faible sous couverture forestière (0,8%). Sous cultures de gingembre et sous tavy le coefficient de ruissellement a des valeurs beaucoup plus élevées (<25%)

L'érosion des sols comprend à la fois la destruction mécanique avec perte en terre et la perte en éléments nutritifs. Les résultats du tableau n°12 concernent les sols en place (dans la parcelle) et les sols entraînés (perte en terre solide)

• L'exportation minérale

Tab n°12 : Exportation minérale par l'érosion des sols (t/ha)

	Sol nu		Tavy		Gingembre		Savoka		Savane		Forêt	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
MO	9.3	8.6	9.8	7.5	9.8	7.7	7.8	8.8	6.9	6.1	10.8	9.5
N	0.35	0.33	0.33	0.4	0.31	0.38	0.30	0.40	0.30	0.35	0.5	0.45
Pass	0.5	0.8	0.8	1.6	0.97	1.2	0.5	1.7	0.4	1.3	0.5	2.7
Ca	0.5	1.1	0.5	3.5	0.5	2.6	0.5	2.8	0.7	1.3	0.8	
Mg	0.8	1.3	0.9	2.9	0.9	1.3	0.9	5.7	0.9	1.5	1.5	
K	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.08	0.04	0.07	0.04	0.1	0.09	0.1

Source : LAMBO W.R. 1996

(A : sol en place ; B : sol déplacés)

L'analyse de sols (en place et érodés) montre que :

- Il n'y pas d'entraînement sélectif net en ce qui concerne la matière organique.
- P assimilable est assez sensible à l'érosion (les terres déplacées sont plus riches)
- Les terres entraînées sont relativement plus riches en bases échangeables par rapport aux terres en place.

De cette analyse des conditions physiques et socio-économique de la région de Beforona, nous pouvons conclure que le milieu naturel de la falaise est fragile. Il est sensible à de fortes érosions catastrophiques des sols. Cependant, une certaine dynamique biologique par la régénération rapide de la végétation, qu'on peut encore observer en zone de savoka et en zone forestière, contribue à contrebalancer cette érosion des sols.

Le problème agricole actuel est lié à l'incapacité du milieu naturel à se régénérer face à la forte pression démographique. On assiste à une baisse progressive des rendements de cultures à cause du raccourcissement de la durée de jachère. Le résultat final est l'appauvrissement généralisé de la population rurale. Tout cela se passe dans un cadre socio-économique et culturel ancré dans la tradition.

Des innovations en matière de production agricole, de conservation des sols et de gestion des ressources ont été déjà entreprises et vulgarisées depuis les années 60 jusqu'à la période actuelle. Aucune de ces interventions n'a apporté des changements évidents dans le système actuel. Les réussites techniques enregistrées n'ont pas eu l'adhésion effective de la population locale.

3. TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS ET VULGARISATION

Les interventions qui ont eu lieu en matière d'aménagement et de gestion des ressources naturelles dans la région de Bcforona se subdivisent en trois étapes. Chaque étape étant caractérisée par ses objectifs et ses approches. Le CTFT a commencé ses activités en 1969 puis le Programme conservation des sols du FOFIFA a pris la relève en 1974. Le Projet Terre Tany mène ses actions dans la région depuis 1989.

3.1. LE CENTRE TECHNIQUE FORESTIERE TROPICALE (CTFT)

3.1.1. Objectifs et approches

Le CTFT dans le cadre de la Campagne Mondiale contre la Faim, est intervenu dans la région avec des objectifs précis :

- Supprimer la pratique du Tavy dans le bassin versant de Marolafa.
- Faire adopter par la population locale de nouvelles techniques d'utilisation des sols.
- Aménager le bassin versant de Marolafa suivant les normes de la conservation de l'époque et selon la vocation des sols.

Pour réaliser ces objectifs quelques mesures relatives à la conservation des sols et à la vulgarisation ont été prises. Un Centre d'Appui Technique a été chargé d'informer et de former les paysans du village de Marolafa sur les pratiques culturales à préconiser. Ce centre fait des tests de nouvelles techniques et des nouvelles espèces végétales à introduire. Il organise l'aménagement du bassin versant selon les principes de la conservation. Ces principes concernent la protection intégrale des pentes fortes (terre de reboisement), l'utilisation des pentes faibles (inférieure à 12%) pour les cultures sèches avec des dispositifs anti-érosifs et intensification de la mise en valeur des zones planes.

Concernant ces mesures de conservation, le tableau n°13 montre la classification des différentes unités topographiques ainsi que les propositions d'utilisation. Cette classification reprend les principes habituels de la défense et restauration des sols appliqués aux USA et en Afrique du Nord.

Tab. n°13 : Classification des sols à Marolafa selon les pentes par le CTFT

Classe	Pente	Pourcentage des terres	Unité de terre	Utilisation
I	0-5%	5%	Bas-fonds	Riziculture intensive
II	5% à 12%	15%	Bas de pente et terrasses alluviales	Cultures sèches avec dispositifs anti-érosifs
III	> à 12%	80%	Mi pente et haut de pente des collines	Reboisement

Source CTFT 1970

3.1.2. Principales Innovations techniques

◆ *Bas-fonds*

La pièce maîtresse de l'aménagement de l'espace proposé par le CTFT repose sur l'utilisation intensive des bas fonds. La mise en valeur des terrains pentus n'assurant qu'un rôle secondaire en cas d'inondation où d'échec des cultures des bas-fonds. Les innovations techniques et pratiques proposées concernent :

- Une double culture annuelle de riz. La première saison rizicole allant du mois d'Août (repiquage) au mois de Décembre. La deuxième saison commençant en Janvier pour se terminer en Juin.
- La sélection de variété de riz de cycle végétatif court pouvant être utilisée en contre saison. Ces nouvelles variétés étaient le makalioka 34 et le makalioka 462.
- La vulgarisation du repiquage en ligne, suivie de l'introduction de la houe rotative.
- L'utilisation de fumier et d'engrais chimiques. Les doses préconisées de fertilisation des rizières étaient les suivants selon les cultures :

** Pour la première culture :*

- ⇒ 5kg/are d'hyperphosphate
- ⇒ 3kg/are de Chlorure de Potassium
- ⇒ 4kg de sulfate d'ammoniaque dont 2kg au premier sarclage et 2 kg à la montaison

** Pour la deuxième culture, une fumure d'entretien de:*

- ⇒ 3 kg/are d'hyperphosphate
- ⇒ 1,5 kg/are de Chlorure de Potassium
- ⇒ 4 kg de sulfate d'ammoniaque.

- Les cultures maraîchères en bordures des bas-fonds.

Avec ces « innovations » les rendements moyens du riz sont de l'ordre de 3,5 t/ha pour la première culture et 4,5 t/ha pour la deuxième culture. Annuellement le rendement à l'hectare est donc théoriquement de l'ordre de 7 à 8 tonnes par hectare.

◆ *Cultures sèches*

Les terrains de cultures sèches (pente inférieure à 12%) sont défrichés et déssouchés. Les débris végétaux issus du défrichement sont collectés et disposés en andain suivant les courbes de niveau. Ces andains servent de dispositifs anti-érosifs en attendant l'installation des haies vives.

Le manioc constitue la principale culture sèche proposée aux paysans. La patate douce et le maïs ont été aussi vulgarisés. La technique de mise en valeur des sols de cultures sèches qui demande un considérable investissement en main d'oeuvre, des problèmes de ravageurs et apporte de faibles rendements n'ont pas attirés les paysans.

◆ *Culture de banane*

Au début de l'opération, la culture de banane été effectuée suivant les courbes de niveau. Cette technique n'ayant pas donné de rendement supplémentaire, a été abandonnée. La poursuite des cultures le long des bas-fonds a alors été conseillée.

◆ *Caféculture*

Suite à des constatations négatives sur les valeurs agronomiques des plantations de café dans la région, le CAT (Centre d'Appui Technique) a introduit de nouvelles clones K de la station IFCC de Kianjavaio ainsi que des clones hybrides de l'opération café de Tamatave. Les résultats de cette opération n'ont pas pu être estimés. Le problème du café dans la région concerne : la maturité des cerises sur une même glomérule qui est très irrégulière, entraînant un faible rendement avec difficulté de récolte (Juillet-Décembre).

◆ *Plantations fruitières*

Les plantations d'arbres fruitiers ont été vulgarisées au niveau des paysans. La faible commercialisation des produits n'a pas également incité les paysans à réaliser de grands aménagements. Quatre variétés de mandarines et trois variétés d'orangers ont été testées et vulgarisées.

◆ *Cultures fourragères*

Des cultures fourragères ont été entreprises en vue d'assister l'élevage bovin prévu par le projet. Plusieurs matériels végétaux ont été introduits :

- . *Pennisetum kizosi*
- . *Brachiaria ruzizensis*
- . *Stylosanthes*
- . *Digitaria*
- . *Desmodium intortum*
- . *Malinis munitiflora*
- . *Kudzu*
- . *Tripsacum*.

◆ *Reboisement de protection*

Le reboisement est effectué sur les pentes fortes encadrant la station de Marolafa, soit 80% de la superficie du bassin versant. Une large gamme d'espèces de reboisement a fait l'objet d'étude d'adaptation et de vulgarisation directe au niveau des paysans.

- . *Pinus oocarpa*
- . *Pinus elliottii Cambera*
- . *Pinus elliottii Alabama*
- . *Pinus michoacana*
- . *Pinus taeda 246*
- . *Pinus elliotti 67-37*
- . *Pinus patula*
- . *Pinus caribea Honduras*
- . *Pinus khasya* a fait l'objet de reboisement direct.

Des variétés d'*Agathis* et d'*Araucaria* ont été aussi testées :

- *Agathis obtusa* Lindl. Orig. Nouvelles-Hébrides
- *Agathis Moorei* Mast. Orig. Col Thomas Nlle Calédonie
- *Araucaria Klinkii*. Orig. Bulolo Nlle Guinée
- *Araucaria Cookii*. Orig. Canala Nlle Calédonie
- *Araucaria Hoopseed*. Orig. Okapa Nlle Guinée

Le reboisement est effectué après nettoyage du terrain. Un apport de fertilisation au trou de plantation est également appliqué avec : 100 g d'hyperphosphate, 50 g de supertriple et 50 g de sulfate de potasse.

3.1.3. Devenir des aménagements

Les actions du CTFT ont pris fin en 1974 avec l'évolution de la situation politique à Madagascar. Le brusque retrait du projet a entraîné le déclin des activités lancées par le CTFT. En 1983, la population a repris ces anciennes pratiques culturales : la culture sur brûlis. La riziculture irriguée dans les bas-fonds est reléguée à nouveau au second plan.

Une analyse succincte de la situation permet de tirer les conclusions suivantes sur le devenir de cette intervention :

1. Au début du projet, on a une présence permanente et massive du CTFT sous différentes formes : appuis techniques (CAT), matériels (charrues, houes ...), nature (intrants agricoles...) et personnels (30 salariés travaillant dans la station). En 1983, seulement 5 salariés locaux sont présents à la station et tous les appuis sont suspendus.
2. L'inexistence d'une relève immédiate n'a pas permis une continuité de l'intervention
3. L'Etat malgache a également autorisé la culture sur brûlis à condition de la faire sur des anciennes jachères. Les paysans en ont alors profité de reprendre leur « kalaza » et allumette.
4. Le CTFT a proposé comme alternative au tavy, la culture du riz dans les bas-fonds. Or ces bas-fonds sont exigus pour nourrir la population de Marolafa (7ha sur 150ha du bassin versant). D'autant plus que ces bas-fonds sont des propriétés individuelles. Beaucoup de ménages, n'ayant pas de rizières, ont été exclus des actions d'innovation proposées.
5. De même, la classification des sols des versants conduit à trop de terres de protection, et les paysans ne le comprennent pas, car ces terrains occupent 80% de leur terroir.
6. Les jeunes ménages ont préféré quitter Marolafa pour chercher du travail salarial en dehors de leur région.
7. Les cultures sèches proposées n'ont pas donné les résultats escomptés à cause de l'investissement important en main d'oeuvre, des problèmes agronomiques et l'échec de l'élevage bovin prévu pour la production de fumier.

Riche de l'expérience vécue par le CTFT et aidé par l'évolution de la recherche internationale sur la gestion de sols tropicaux, le Programme Conservation des Sols du FOITFA

a voulu attaquer le problème du Tavy en proposant l'amélioration du système par l'adoption de l'Agroforesterie.

3.2. PROGRAMME CONSERVATION DES SOLS : AGROFORESTERIE COMME ALTERNATIVE AU TAVY.

Depuis 1985, les actions du Programme Conservation des Sols du FOFIFA ont été orientées vers le développement de l'Agroforesterie. Celle-ci se présentait alors comme une alternative susceptible être acceptée par la population locale grâce à son adaptabilité écologique régionale et socio-économique rurale.

3.2.1. Principes et approches

Une nouvelle vision de l'approche de la conservation des sols et de l'environnement permettait d'orienter les recherches. Cette approche doit être incluse dans le cadre d'aménagements à finalité de production. Elle permet d'englober dans les différentes activités de développement agricole des opérations de DRS et de reboisement. Les travaux de recherche en Conservation des sols suivent ce principe. L'Agroforesterie possède en principe tous les avantages que l'on recherche :

- Conservation
- Amélioration de la production
- Maintien de la productivité des sols
- Maintien du patrimoine local
- Facilité d'adoption par les paysans

Les objectifs des recherches sont :

- Déterminer les modèles agroforestiers applicables dans cette région.
- Etudier les comportements des ligneux, depuis le semis jusqu'à l'exploitation de la biomasse pour les divers usages.
- Produire des parcelles de démonstration aux fins de pré vulgarisation et de recueil d'informations sur l'aménagement.

3.2.2. Thèmes de recherches et innovations techniques

Ces thèmes ont été repartis en « modules »

• Module 1 : Essais préliminaires

Ces essais intéressent d'une part les suivis de certains paramètres pédologiques afin de déterminer les facteurs limitants la production et la croissance des arbres du système agroforestier. D'autre part, les suivis agronomiques des cultures concernent les pratiques culturales, la croissance des arbres et leur réaction à la coupe.

• Module 2 : Actions anti-érosives du système

Etude des effets du système agroforestier sur le ruissellement et l'érosion des sols. Ces études ont été menées en parcelles d'érosion comparatives :

1. Parcelle de culture traditionnelle
2. Parcelle d'arbre repartis sur toute la surface (mixed system). L'espèce utilisée est le *Grevillea banksii*.
3. Parcelle avec des haies vives d'arbre à usages multiples (zonal system). L'espèce utilisée est le *Gliricidia sepium*.

• **Module 3 : Implantation des espèces ligneuses.**

Il s'agit de savoir comment implanter des arbres dans le milieu naturel avec aussi peu de modifications que possible.

• **Module 4 : Valeurs agroforestières de différentes espèces**

Il s'agit de déterminer l'espèce (ou les espèces) la plus apte à donner les types d'utilisation attendus du dispositif agroforestier : production de matériau de paillage, production de bois de feu, la lutte contre les mauvaises herbes. La concurrence avec les cultures sera également mesurée. Six traitements ont été observés :

1. Témoin
2. *Albizia stipulata*
3. *Calliandra calothyrsus*
4. *Gliricidia sepium*
5. *Flemengia congesta*
6. *Cassia siamea*

Le module 5 n'a pas pu être mené à terme.

• **Module 6 : Modèle agroforestier**

Ce modèle est établi sur un terrain de 60 ares qui a été divisé en quatre parcelles mises en valeur suivant une rotation : Riz-Légumineuse/Riz-Manioc/Jachère. Les cultures choisies sont destinées à répondre aux besoins de la population pour l'autosubsistance alimentaire. La jachère doit renouveler le potentiel de production de la terre tout en étant d'installation facile.

• **Module 7 : Collection vivrière.**

Cette collection regroupe les principales variétés cultivées dans la région afin d'avoir une idée sur leur développement, les longueurs de cycles, les diverses contraintes liées aux itinéraires techniques, ceci dans l'objectif de pouvoir les placer correctement dans les innovations proposées.

• **Module 9 : Espèces de reboisement**

De petites plantations forestières ont été effectuées dans le but de connaître la croissance des arbres et les contraintes associées à ce type de mise en valeur dans le contexte écologique de la Falaise orientale. Les espèces à croissance rapide utilisées sont :

Gmelina arborea
Acacia auriculiformis
Leucaena leucocephala
Albizia lebeck
Albizia stipulata
Albizia carribea
Acacia mangium

Eucalyptus grandis
Eucalyptus dunnii.

Ces différents thèmes de recherches montrent la volonté du PCS du FOFIFA de mener directement des recherches appliquées. Les recherches sont menées à la fois en milieu réel, à la station de Marolafa, et en milieu paysan, aux environs de la station. Les connaissances fondamentale sur les milieux physique et socio-économique sont jugées déjà acquises (Résultats de recherches précédentes du CTFT à Analamazaotra).

3.2.3. Principaux résultats

• Matériel végétal

Les premières années de recherches en Agroforesterie ont débouché à la sélection des espèces ligneuses à usage multiple adaptées à la zone. Pour Beforona, représenté par la station de Marolafa, les espèces suivantes sont considérées comme les plus prometteuses : *Cassia siamea*, *Tephrosia vogelii*, *Albizia chinensis*, *Flemengia congesta* et *Gliricidia sepium*.

• Dispositifs agroforestiers

Les dispositifs agroforestiers consistaient principalement en l'installation de haies d'arbres établies suivant les courbes de niveau dans le souci de lutter contre l'érosion et de produire de la biomasse. Les espèces utilisées sont : *Albizia chinensis*, *Flemengia congesta*, *Gliricidia sepium* et *Cassia siamea*.

Les cultures installées dans les inter-bandes permettaient d'entrevoir le fonctionnement correct de l'association ligneux-cultures.

• Le modèle agroforestier

En 1988, le modèle forestier installé à titre de démonstration fonctionnait malgré l'échec des cultures (sécheresse). Les rangées d'arbres plantées suivant les courbes de niveau constituent des dispositifs anti-érosifs efficaces. Quelques problèmes ont cependant été soulevés :

- Forte concurrence des arbres vis à vis des cultures de riz
- Concurrence également entre la culture de manioc et la jachère de *Tephrosia* semée à la volée.
- Scepticisme des paysans à la technique de non brûlis.

• La collection vivrière

Des tests de dates de semis de riz pluvial ont établi que les variétés locales sont les mieux adaptées à un régime de sols pauvres et d'entretien minimum. Par ailleurs, les semis précoces sont exposés à des sécheresse.

Tab n°14 : Rendement de riz selon les dates de semis

Variétés	7 Octobre	21 Octobre	4 Novembre	18 Novembre
2360	*	*	*	*
Lavasomotra	*	*	900	
Vanjakonandiana	350	1200	1300	

Observations fortement touchées par la sécheresse
Source PCS DRFP(1988)

Concernant la mise à feu des parcelles, sans brûler les résidus de la végétation naturelle, on pourrait atteindre un rendement de 2 t/ha sans fertilisation. Un test de paillage à même permis d'obtenir 2,6 t/ha avec la variété locale *Lavasomotra*.

Autres résultats obtenus concernant les effets des arbres sur l'érosion de sols. Les données du tableau n°15 sont significatives. Une haie de *Gliricidia* située à la partie aval de la parcelle a pu diviser par 7 l'érosion des sols :

Tab n°15 : Influences des arbres sur l'érosion des sols

Date	Pluie	Parcelle traditionnelle	Parcelle avec haie de <i>Gliricidia</i>
1 Février 1987	79 mm	300kg	30kg
17 Janvier 1988	406mm	120kg	30kg
28 Janvier 1988	230mm	160kg	25kg
Campagne 86-87		367kg soit 1,4 t/ha	57 kg soit 2,8 t/ha

Source PCS - DRFP(1988)

• Croissance des arbres et production de biomasse

Le tableau n°16 montre la production de biomasse des arbuste testés. *Flemingia* est le plus gros producteur de biomasse, qui plus est, constitué essentiellement de feuilles. Celles-ci sont assez coriaces et se décomposent lentement. Viennent ensuite le *Calliandra* (beaucoup de bois et feuilles à décomposition rapide), le *Cassia siamea* et *Gliricidia sepium*.

Tab n°16 : Production d'émondes fraîches par les espèces agroforestières (kg/20mètre de haie)

Espèce	Emondes en kg	Emondes t/ha
<i>Calliandra callothursis</i>	93	15
<i>Cassia siamea</i>	82	13,5
<i>Gliricidia sepium</i>	18	3
<i>Albizia chinensis</i>	42	6,9
<i>Flemengia congesta</i>	1292	21

La production de *Tephrosia vogelii* qui est davantage utilisé en jachère améliorée est estimée égale ou supérieure à celle de *Flemengia*.

3.2.4. Devenir des recherches agroforestières.

Les facteurs qui expliquent les échecs fréquents de propositions de ces innovations sont multiples et d'origine différente :

- Trop courte durée d'intervention en matière de Recherche-Développement et de vulgarisation
- Structure de vulgarisation trop peu efficace (lorsqu'elle n'est pas absente).
- Le système agroforestier proposé présente pour les villageois un risque potentiel supérieur au système actuel (culture sur brûlis). C'est ce qu'est révèle la trop courte durée d'existence de ce Programme agroforestier de Maroloafa.

- Enfin, il y avait eu une surestimation par les chercheurs de la potentialité et des bénéfices du nouveau système.

L'arrêt inopiné de la recherche sur l'Agroforesterie, changement d'approche, n'a pas permis d'évaluer effectivement les possibilités d'adoption des techniques agroforestières par les paysans et l'adaptabilité de ce système dans la région de Beforona. Cependant, le thème continue d'intéresser à la fois les paysans et les acteurs de développement. Les premières démarches effectuées par le programme conservation de sols du FOFIFA ont jeté les bases des recherches futures. Ces dernières devront s'intéresser aux points suivants :

- Amélioration et conservation de la fertilité des sols dans le système agroforestier.
- Gestion de l'ensemble du terroir permettant de longues durées de jachère.
- Recherche d'espèces de jachère améliorée.
- Amélioration de l'agroforêt traditionnelle.

3.3. PROJET TERRE-TANY : DIAGNOSTIC-ECOSYNTHESE ET RECHERCHE ACTION

3.3.1. Objectifs et approches

3.3.1.1. Première phase.

Le Projet Terre-Tany, projet d'appui au Programme Conservation des Sols du FOFIFA a voulu durant sa première phase (1989-1992) renforcer les recherches technologiques initiées par ce Programme en matière d'Agroforesterie. Ces recherches ont été menées par un approfondissement des connaissances et le milieu physique, milieu humain et sur le fonctionnement de l'agro-système.

En 1989, un diagnostic préliminaire selon méthode de D & D (Diagnostic and Design)⁶ de l'ICRAF a été effectué dans le Bassin versant de Marolafa.

Une étude systématique a abouti à la connaissance plus détaillée des sols.

Des recherches sur les chronoséquences végétales ont été également entreprises.

Le volet agronomique a été consacré à des essais les cultures de contre saison et les problèmes agrotechniques de la culture du riz pluvial (défense des cultures en particulier).

Enfin dans le cadre d'un aménagement test, on a tenté de mener une étude comparative entre deux petits bassins versants dont : un serait aménagé selon les méthodes agroforestières et l'autre utilisé selon les méthodes traditionnelles.

⁶ Méthode d'enquête rapide élaborée par l'ICRAF (International Council for Research on Agroforestry) pour arriver à la connaissance de l'agro-système et les contraintes à la production.

L'évaluation de fin de phase en 1991 a abouti à :

- Un approfondissement des connaissances sur les ressources naturelles (eau, sol, biomasse) et leurs interrelations.
- Une meilleure connaissance du système socio-économique et des relations homme environnement.

3.3.1.2. Deuxième phase

La deuxième phase du Projet (1992-1995) a été consacrée à la réalisation du « Diagnostic environnemental » afin d'établir une synthèse environnementale qui serait un moyen d'aide à la décision pour une gestion durable des ressources naturelles.

Cette deuxième phase du projet a été marquée par une nouvelle perception de l'approche de l'aménagement, combinant :

- une vision systémique du milieu naturel
- une approche interdisciplinaire
- une approche participative

La Finalité a été formulée comme suit : *__ contribuer à la gestion durable des Ressources Naturelles par la population rurale. __*

Les objectifs et les principes sont orientés selon les idées générales du développement et de la gestion durable des ressources naturelles :

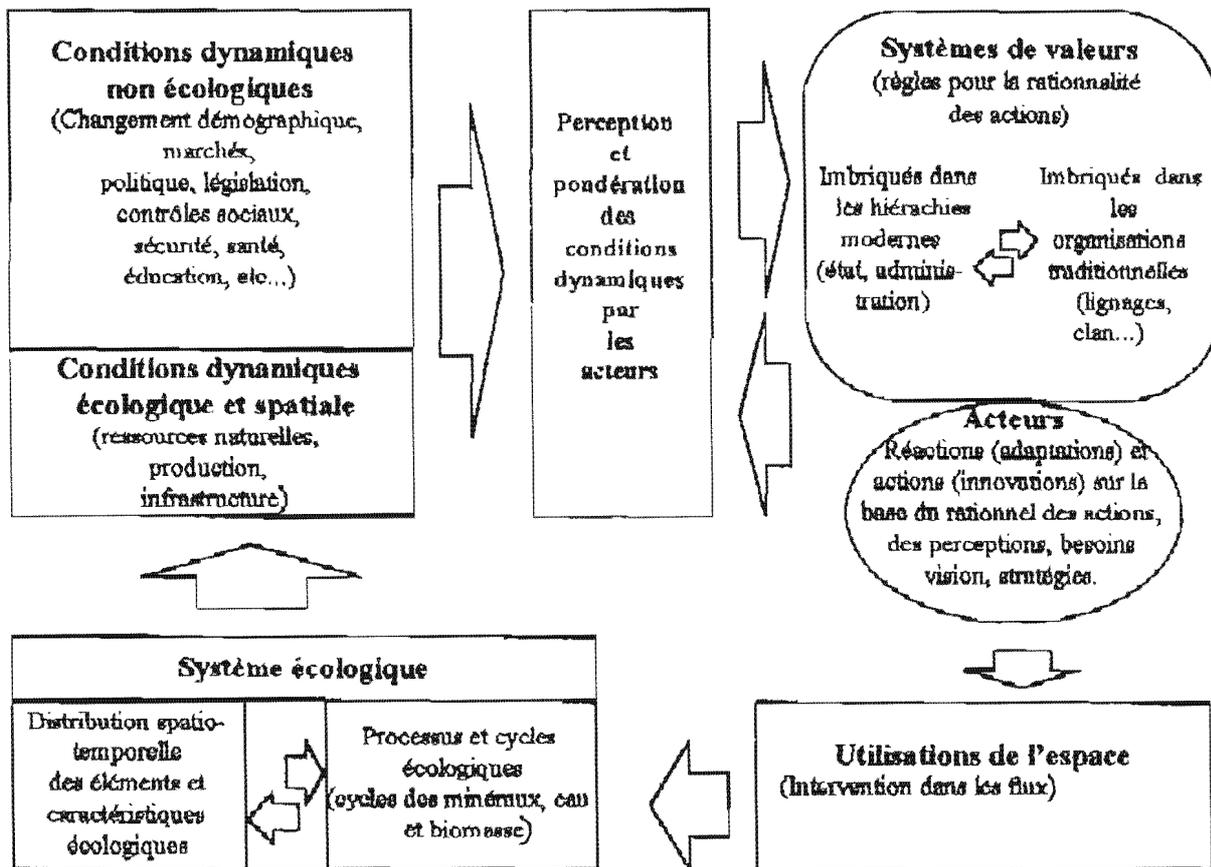
- La synthèse environnementale doit fournir des éléments d'orientation pour recherche de solutions à partir d'un diagnostic environnemental en tenant compte des potentialités et limites des paramètres étudiés.
- La synthèse environnementale prend comme point de départ les stratégies endogènes des acteurs observées au niveau des terroirs. Elle évalue leur potentiel et connaissances propres et selon les connaissances, expériences et critères exogènes.
- En considérant la dynamique sociale en place, la synthèse écologique doit permettre de responsabiliser la population locale.
- La synthèse environnementale doit, sur les bases précitées, mettre en relief les dynamiques les plus importantes du système et en définir les éléments clés en vue d'action de développement.
- Les éléments issus de la synthèse devront aussi permettre d'élaborer des instruments de formation et d'information des communautés rurales et des opérateurs de développement dans un cadre plus large.

Pour réaliser ces objectifs, le Projet « Terre Tany » oeuvre sur la base d'un modèle structurel. Ce modèle visualise les éléments importants, les sous systèmes et les relations existant dans le système régional homme-environnement. Il est à la fois l'instrument des travaux de synthèse et le produit de la synthèse (Cf fig)

Une nouvelle approche spatiale :

Si auparavant la zone d'étude était seulement limitée aux environs de Beforona et de Marolafa, les hypothèses de travail ainsi que l'approche régionale nouvelle de Terre Tany nécessitent de s'intéresser à une zone plus large. La zone d'étude élargie est un couloir Ouest-Est d'une largeur de 10km et une longueur de 35km le long de la RN2.

Fig. 9: Modèle structurel pour la synthèse écologique (Source Projet Terre-Tany-1995).



3.3.2. Principaux résultats.

1. Un des premiers résultats obtenus de cette deuxième phase du Projet est une meilleure connaissance et une meilleure évaluation des ressources naturelle de la région : eau, sol et biomasse. Cette trilogie a été analysée selon ses aspects actuels et ses dynamiques évolutives spatio-temporelles.
2. Des résultats sont également ressortis concernant les ressources humaines, ses aspects socio-culturels et économique. Des données sur la gestion locales des ressources naturelle et les stratégies de la population sont disponibles.
3. Une synthèse environnementale est actuellement en cours d'élaboration.

Partant de ce diagnostic du milieu, la troisième phase du Projet (1995-1998) est orientée surtout sur la recherche-action. Cette dernière a pour objectifs de sédentariser progressivement la population. Une des actions prometteuses dans ce sens est l'amélioration et la promotion des Tanimboly.

Des thèmes de recherches sur l'amélioration du système de culture sur brûlis (tavy) et de gingembre sont également entrepris.

Un autre objectif concerne le renforcement des capacités innovatrices et de gestion des communautés paysannes. Pour cela, des actions sont initiées :

- Renforcement de l'organisation paysanne par l'installation de groupement paysan. Au début ces groupement sont instaurés pour des intérêts communs. Actuellement, le processus évolue vers la forme de groupements de décision sensés décider sur la gestion commune des ressources naturelle et sur la maîtrise de la commercialisation.
- Renforcement des capacités de négociation des communautés de base.
- Formation en gestion
- Appui matériel et financier.

3.3.3. Perspectives et limites

Les quelques points suivants sur les actions de Projet « Terre-Tany » permettent d'évaluer les potentialités d'intervention du Projet :

- En premier lieu, les actions du Terre-Tany sont basées sur des connaissances approfondies des milieux écologique, social et culturel.
- Les actions ne renient pas les valeurs socio-culturelles du Tavy. Elles envisagent d'améliorer le système au lieu de le bannir.
- En prenant en compte les stratégies de la population locale concernant la gestion de leurs ressources, Terre-Tany possède des a priori d'acceptation au niveau des paysans.
- Enfin, la réorganisation communautaire initiée par le Projet est sensé de freiner l'individualisme excessif de la gestion des ressources naturelles.

Dans de tels cas, les conditions de réussite du projet en matière de gestion durable du Projet se résument en deux points essentiels :

- Insérer l'ensemble des actions dans le cadre d'une politique nationale de recherches agricoles et de vulgarisation.
- Chercher à convaincre sur la crédibilité du Projet, d'une part la population rurale et d'autre part les opérateurs de développement pour leur fournir des solutions pratiques à la mise en valeur des terres.

3.4. EXEMPLE DE PROJETS DE DEVELOPPEMENT : OPERATION SAVOKA, AMENAGEMENT INTEGRE DES VALLEES FORESTIERES, RESERVE DE LA BIOSPHERE DE MANANARA NORD..

Ces trois projets de développement, sous l'égide de la Direction des Eaux et Forêts avec l'aide de la FAO et de la Banque Mondiale, constituent une même génération de projets qui se sont succédés dans le temps sur la falaise orientale. Ils ont eu les mêmes approches et méthodes d'intervention en milieu rural. L'opération savoka oeuvrant de 1983 en 1988 à Vavatenina. L'Amenagement Intégré des Vallées Forestières (AIVF) évoluait de 1989 en 1991 à Vavatenina et à Kianjavato. La Réserve de la Biosphère de Mananara Nord travaillait depuis 1990 à

Mananara Nord. L'analyse de ce dernier projet nous permet de comprendre la philosophie et les approches de ces projet.

3.4.1. La Réserve de la Biosphère de Mananara Nord

Le Projet Réserve de la Biosphère de Mananara Nord s'inscrit dans le cadre de la protection des Aires protégées à Madagascar. Il intervient à Mananara Nord au Nord Est de la falaise Est et couvre une superficie terrestre de 23 000ha.

3.4.1.1. Problématique

Comme la plupart des interventions dans la falaise orientale la problématique centrale est la pratique du « tavy » qui est une tradition dans la région. De même, suite à la chute des produits de rente (girofle, vanille, café) les paysans sont revenus à la culture sur brûlis afin d'assurer leur sécurité alimentaire.

3.4.1.2. Objectifs :

- Maintien de la biodiversité
- Mettre la population à un niveau de développement suffisant pour effectuer une meilleure gestion des Ressources Naturelles et une participation effective à la conservation.

3.4.1.3. Méthodologie

Diversifier les cultures et intervenir sur le tavy même en améliorant le système afin d'empêcher la recherche permanente de terres vierges. Le but était alors de sédentariser les paysans sur des parcelles de savoka en maintenant la fertilité des sols.

3.4.1.4. Domaines d'activités

Le projet intervient sur plusieurs axes :

- Conservation
- Agriculture
- Infrastructures rurales
- Elevage
- Pêche
- Artisanat
- Education en environnement.

3.4.1.5. Réalisations et vulgarisation

- Evaluation de la potentialité des savoka
- Inventaire des types de savoka
- Etude du système agraire et système de production.
- Des essais en milieu réel sur le riz pluvial sans brûlis.
- Fossé de protection

Paquet technologique sur le riz pluvial vulgarisé :

- ⇒ Défrichage au ras du sol, contrairement à la méthode traditionnelle à hauteur des genoux. Le défrichage est aussi sélectif en laissant sur pied certains arbres.
- ⇒ 1er nettoyage : fauchage à la machette de la végétation herbacée.
- ⇒ 2è nettoyage juste avant le semis du riz : défrichage suivi de mis en andain des débris végétaux. Les parcelles de semis sont nettoyées au rateau.
- ⇒ Sarclage précoce et répété
- ⇒ Mis en place des haies vives de légumineuses arbustives suivant les courbes de niveau.

3.4.1.6. Evaluation

Le Projet Réserve de la Biosphère de Mananara Nord applique dans la région des expériences déjà acquises dans d'autres régions de la falaise orientale. Quelques particularités régionales peuvent surgir mais les résultats positifs et négatifs restent les mêmes.

Points forts :

- ⇒ La technique de riziculture pluviale sans brûlis, la méthode de sarclage précoce et répété et le paillage avec les émondes des haies sont des techniques efficaces contre les mauvaises herbes.
- ⇒ Les andains sont des moyens intéressants de lutte anti-érosive.
- ⇒ Les techniques agroforestières sont prometteuses: haies vives, jachère améliorée . Le projet a obtenu un rendement supérieur à la moyenne traditionnelle : 0,93 contre 0.6t/ha.

Points négatifs :

- ⇒ La technique de non brûlis occasionne une augmentation des investissements en travail. Le surplus de travail est nécessaire pour :
- ⇒ Le creusement des fossés de protection,
- ⇒ Les opérations de nettoyage
- ⇒ Le sarclage répétitif
- ⇒ Les andains sont des refuges aux animaux ravageurs

Comme pour l'ensemble des innovations appliquées dans la falaise orientale, les quelques points essentiels sont à soulever. Bien qu'il y a eu des réussites techniques palpables, on n'arrive pas à susciter l'intérêt des paysans. Comme nous avons vu à Beforona, le scepticisme des paysans n'est pas surmonté face à la technique de non brûlis. Cette situation est due essentiellement :

- au non contrôle du rapport coût / bénéfice
- le décalage entre la perception du développement des paysans et celle des opérateurs externes.
- Les résultats obtenus ne sont pas toujours convainquant aux yeux des paysans.
- L'inexistence de structure de vulgarisation privée ou étatique efficace.

CONCLUSION

Les recherches sur l'érosion et la conservation de sols dans la région de Beforona, falaise Est malgache, ont traversé plusieurs étapes. Elles ont permis d'acquérir suffisamment de connaissances de base nécessaires à la promotion d'innovations en rapport avec la gestion des ressources naturelles. Des créneaux ou possibilités d'interventions sont ressorties de ces recherches et de ces expériences en conservation des terres. Cependant, le constat général actuel sur les changements apportés et désirés laisse entrevoir qu'on est toujours pas très loin de la case de départ.

Nous venons de relever l'existence de différentes institutions ayant intervenu dans la région et différentes approches proposées. Tout d'abord, on a des projets de recherches appliquées suivi d'une pré-vulgarisation. Ce sont le Centre Technique Forestière Tropicale (CTFT) et le Programme Conservation des Sols du FOFIFA. On a eu également des projets de recherches plus ou moins fondamentale : CTFT à Périnet et Projet Terre-Tany durant sa deuxième phase dans la région même. Les projets de développement proprement dits ont évolué plutôt en dehors de la région de Beforona : Biosphère de Mananara Nord et l'Opération Savoka.

Quelque soient les zones d'action et les organismes intervenants, la problématique centrale est le défrichement incontrôlé des forêts naturelles et des savoka par le système de culture sur brûlis. En effet, ce système, sous sa forme actuelle, constitue une menace permanente à la réserve biotique du milieu et à la biodiversité. De même, le « tavy » n'arrive plus à satisfaire les besoins en riz de la population (rendement trop bas). Cependant, face à cette problématique, les recherches d'alternatives butent sur un obstacle majeur : le « tavy » n'est pas seulement un système agricole, qui nourrit un tiers de la population malgache, mais il est par ailleurs un système socioculturel fortement ancré dans la tradition des gens.

Le tavy est d'autant plus « dégradant » qu'il intervient dans un milieu naturellement fragile. Le milieu physique de Beforona présente une importante dynamique en matière d'érosion des terres. L'importance et l'agressivité des pluies, les pentes généralement fortes, l'énorme dénivelé des versants et les pratiques culturales actuelles (« tavy » et gingembre) contribuent à fragiliser le milieu. Cependant, la recolonisation rapide des surfaces dénudées peut limiter l'érosion des sols à un niveau acceptable. Les problèmes environnementaux fondamentaux sont la diminution rapide de la fertilité des sols et la forme ultime de dégradation de la végétation qui n'est autre que : *la savane herbeuse*.

Le processus de dégradation du milieu débute par l'augmentation de la pression sur la terre (forte pression démographique) qui entraîne le raccourcissement de la période de jachère, en vue de satisfaire les besoins en riz de la population. En effet, si autrefois, la population pouvait entretenir une longue période de jachère (8 à 10 ans), actuellement cette période va de 2 à 4 ans seulement. Ce qui se traduit par une utilisation intense des sols dans un système sans intrants. Par conséquent, les jachères naturelles n'arrivent plus à régénérer les sols. Et, lorsque les sols sont dépourvus de nutriments, la végétation qui les recouvre s'amoindrit. Erosion et lessivage sont généralisés. Le cercle vicieux est fermé.

La fragilité du milieu se manifeste également sur l'importance des glissements de terrain lors des passages des cyclones tropicaux dans la région. Ces phénomènes sont à l'origine d'importants dégâts physiques (forêts, sols...), économiques (routes, cultures, habitation...) et

humains. Toutefois, il semble que le système de culture sur brûlis soit moins touché par les cyclones que les formations végétales forestières et les savoka.

Ces connaissances sur le milieu physique et sur le milieu humain ont été déjà acquises depuis des années, que ce soit dans la région de Beforona ou ailleurs dans la même zone agroécologique. Elles ont été également renforcées par l'intervention du Projet Terre-Tany dans le cadre de l'établissement de la synthèse environnementale régionale. Les recherches de solutions et d'alternatives au « tavy » ont aussi bénéficié de réalisations importantes bien que souvent ponctuelles et isolées.

Les solutions techniques proposées dans la région, essentiellement à Marolafa, peuvent se répartir en deux groupes. Le premier groupe, proposé par le Centre Technique Forestière Tropicale (CTFT) envisageait la suppression radicale des Tavy en améliorant le système de riziculture de bas-fond. Les techniques de riziculture irriguée ont été une réussite significative avec un rendement à l'hectare de l'ordre de 7 à 8 tonnes en double culture, mais la participation paysanne est limitée par le coût de production trop élevé. De même, la civilisation agricole locale est centrée sur le « tavy ». Or dans le système proposé, l'utilisation des versants est plutôt reléguée en arrière plan. Il existait donc une discordance de perception entre l'aménageur et le paysan.

La seconde intervention est celle du Programme conservation des sols du FOPIFA. Ce Programme visait à améliorer le volet culturel du système « tavy » par l'Agroforesterie en éliminant l'aspect négatif du système (utilisation du feu). La technique était prometteuse avec la lutte efficace contre l'érosion et les mauvaises herbes. Cependant, l'amélioration du rendement n'était pas frappante par rapport au système traditionnel. De même le nettoyage des parcelles de cultures sans brûlis nécessite de gros investissements en main d'oeuvre. Tous ceux-ci limitaient l'adhésion de la population. Nous avons vu également que les expériences de Beforona, se sont répétées dans le cadre d'autres projets de développement.

Le Projet Terre-Tany qui mise sur une meilleure connaissance du fonctionnement du milieu socio-culturel avant de se pencher sur le problème de production et de proposer des pratiques nouvelles d'aménagement de terroir constitue un élément dynamique supplémentaire par rapport aux approches précédentes. Ses actions en matière de diagnostic ont été exécutées d'une manière approfondies et participatives. Il faudrait actuellement espérer le passage effectif de la théorie à la pratique, de la recherche plus ou moins « fondamentale » à la recherche appliquée.

BIBLIOGRAPHIE

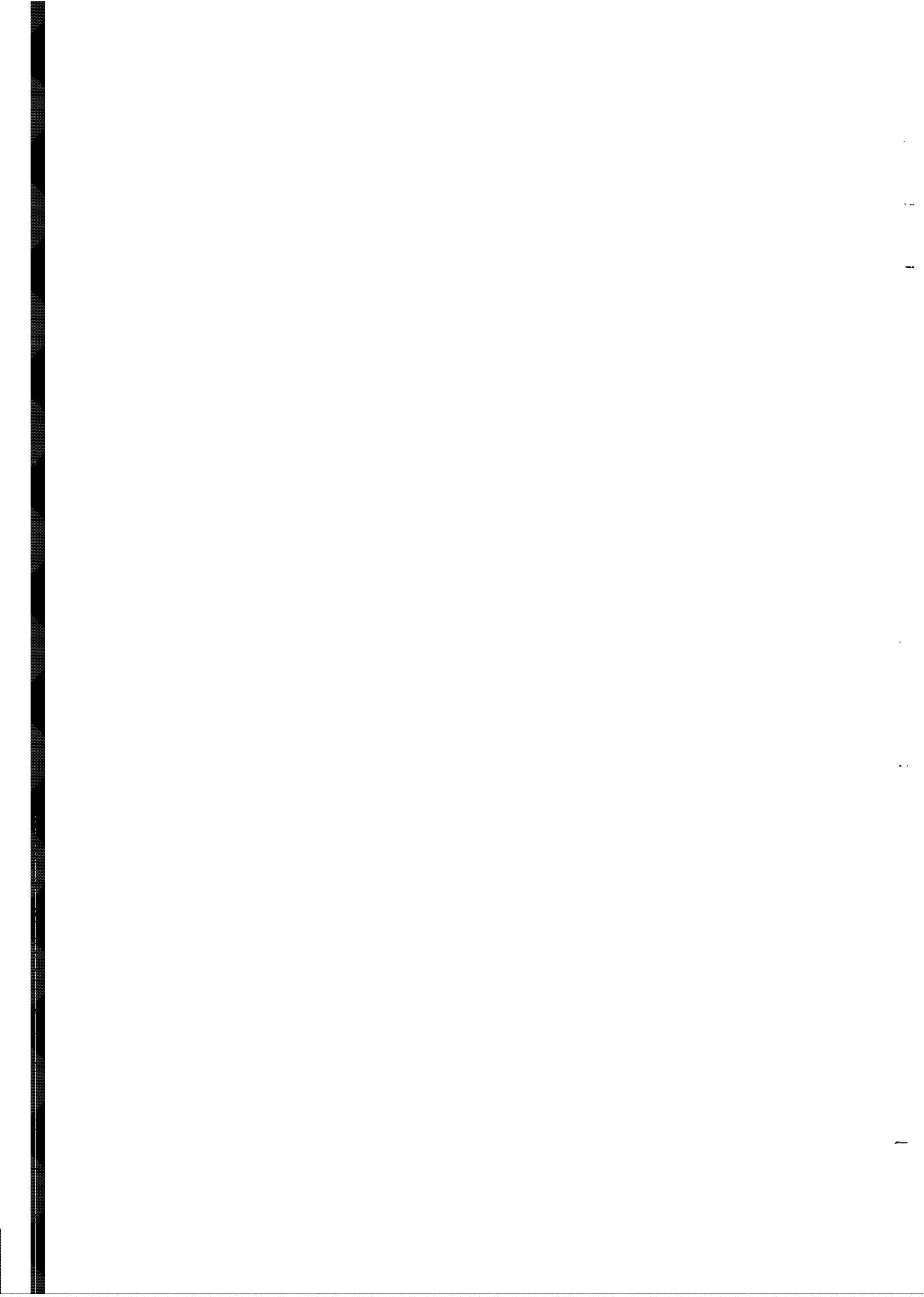
- AEBERHARD P : _ Beforona-Madagascar. La culture traditionnelle sur brûlis face au défi de l'évolution moderne (Production agricoles, commercialisation des biens et stratégies d'exploitation des terres) _; rapport de stage, Terre-Tany/GDE, Berne/Antananarivo, 55p 1994
- FAO : _ Changes in shifting cultivation in Africa - Seven case studies _ FAO Forestry Department - ROME - 1985.
- GALLARD J. : « Aménagement Intégré des vallées Forestières (AIVF) Madagascar : définition de la méthodologie d'approche en matière d'animation et sensibilisation des collectivités rurales décentralisées ». MPAEF/FAO , Antananarivo, 1989.
- HUEBER R. _ Compte-rendu succinct des travaux de la campagne 1972-1973 - Situation au 31 Décembre 1973 _ CENTRE NATIONAL DES RECHERCHES FORESTIERES ET PISCICOLES. Doc n°345 - ANTANANARIVO - Juin, 1974
- LAMBO W.R. (1996) : _ Erosion des sols et lessivage des nutriments sous différentes unités végétales et types d'utilisation des sols sur le versant Est de madagascar _ Mémoire de DEA, Faculté des Sciences - ANTANANARIVO - 66 pages +annexes et bibliographie.
- PROJET TERRE-TANY : _ TERROIRS ET RESSOURCES N°1 _ - ANTANANARIVO - 1993
- PROJET TERRE-TANY : Méthodologie de la synthèse environnementale et Synthèse environnementale de la falaise orientale _ Première version - Non édité , document en préparation. ANTANANARIVO, 1995.
- PROJET TERRE-TANY : _ Etude de l'impact des cyclones _ Hutelle , _ Daisy _ et _ Geralda _ et des conditions cadres pour un aménagement des bassins versants dans la zone de Beforona _ FOFIFA/GDE (Recherche collaborative), Antananarivo, Avril 1996.
- RANDRIAMBOAVONJY J.B. : Les unités de production Betsimisaraka : Techniques, Dynamiques et Stratégies _ Rapport de stage dans le cadre du Projet Terre-Tany/BEMA - ANTANANARIVO - Mai 1995.
- RANDRIANARISOA D. : _ Analyse de l'impact des cyclones sur le système agro écologique du Versant Est de Madagascar. Exemple de Hutelle, Daisy et Géralda _ Rapport technique dans le cadre du Projet Terre-Tany/BEMA - ANTANANARIVO, - Mai 1995.
- RAMANGALAHY D. et TALATA N. : « L'aménagement des « tanety » dans la réserve de la biosphère de Mananara-Nord » Bulletin Akon'ny Ala du Département des Eaux et Forêts de l'ESSA n° 16 Fév.1995.
- RAKOTOMANANA J.L. : AGROFORESTERIE : compte-rendu campagne 1986-1987 _ PROGRAMME CONSERVATION DES SOLS - ANTANANARIVO - 1988.

RAKOTOMANANA J.L. : AGROFORESTERIE : compte-rendu campagne 1987-1988
PROGRAMME CONSERVATION DES SOLS - ANTANANARIVO - 1988.

RAVAOHARISOA M.V., RAKOTOMANANA J.L., ANDRIAMAMPIANINA N. : La
recherche en agroforesterie dans la falaise orientale malgache et ses problèmes
de diffusion _ Projet Terre-Tany/DRFP - ANTANANARIVO, 1989.

VOLOLONIRAINY R. : _ »Dynamique de la couverture végétale de la région de Beforona-
Ranomafana» _ Mémoire de DEA - Département de Géographie -
ANTANANARIVO, 1995.

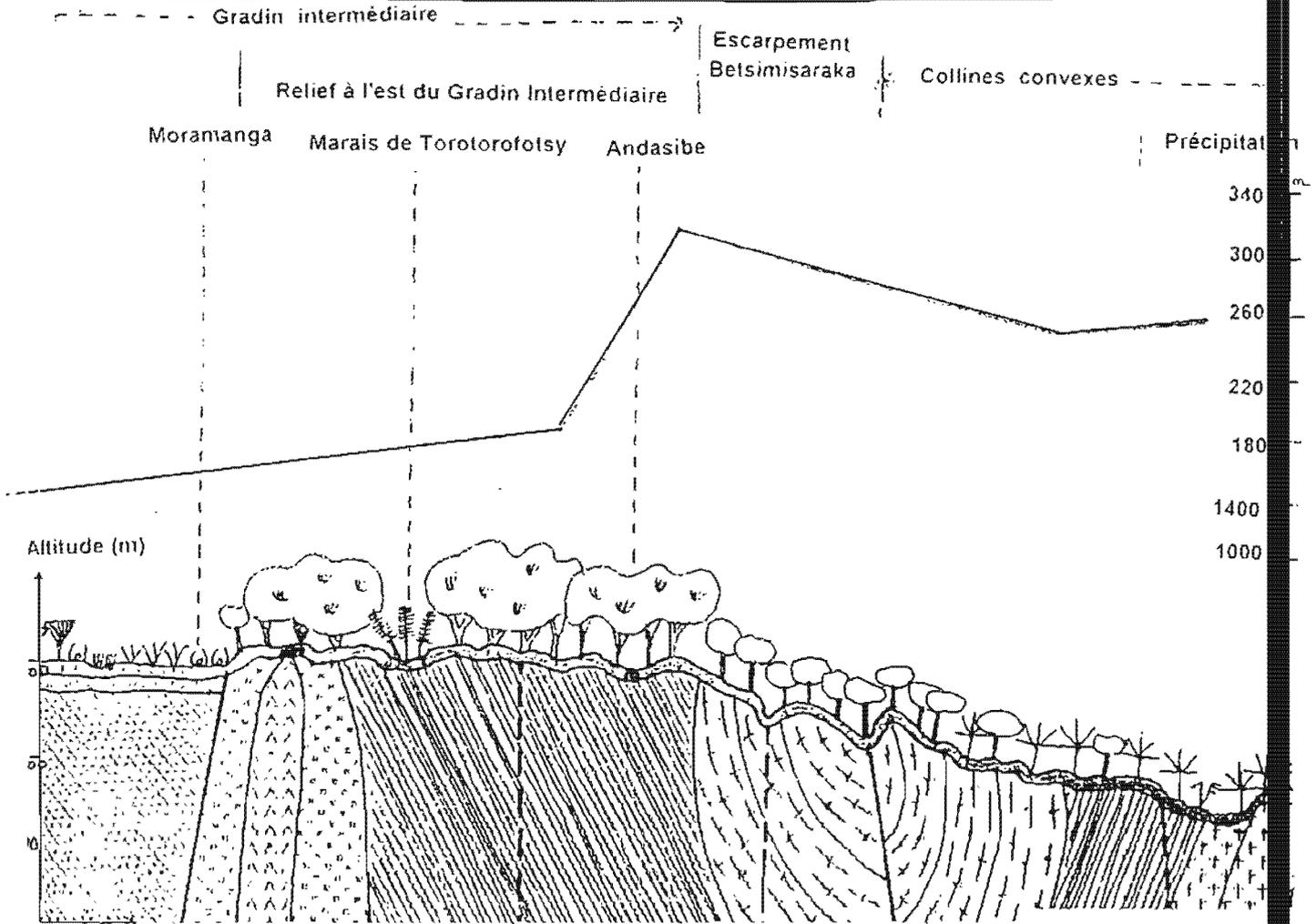
ANNEXES



ANNEXE 1

TRANSECT

DIFFERENTES UNITES DE PAYSAGE DE MORAMANGA A RANOMAFANA



J HOEBLICH (199)

GEOLOGIE	SOLS	FORMATIONS VEGETALES
<p>Faille</p> <p>Zone de broyage</p> <p>Faille probable</p>	<p>Sols bruts peu évolués d'apport sur sable</p>	<p>Forêt dense ombrière primaire ou "écroulée"</p>
<p>Intrusion ultrabasique d'Antampombato</p> <p>Dyke de dolomite</p>	<p>Sols de marais et de marécage, hydromorphe</p>	<p>Formation secondaire, savane : Harongana mad/is et Psidium allissima</p>
<p>Dépôts lacustres</p>	<p>Sols ferrallitiques jaunes sur dépôts fluvio-lacustres</p>	<p>Ravenala mad/is</p>
<p>Granite migmatitique de la zone axiale</p>	<p>Sols ferrallitiques jaunes sur rouge</p>	<p>Brousse éricoïde à Philippiella Pteridium aquilinum</p>
<p>Migmatitique et gneiss du Mangoro. Zone axiale</p> <p>Gneiss à graphite et migmatitiques. Formation à dominance Silice-alumineuse</p>	<p>Guirasse bauxitique</p>	<p>Pseudo steppe à Hyparrhenia rufa</p>
<p>Gneiss et amphibolites - Formation d'Andriamena-Alaotra-Beforona</p>	<p>Note: L'épaisseur des sols est considérablement exagérée sur la coupe</p>	<p>Marais à Pandanusputcher</p>
<p>Migmatites granitoïdes</p>		<p>Pinus kesiya et Eucalyptus robusta</p> <p>Canne à sucre</p> <p>Rizières</p>

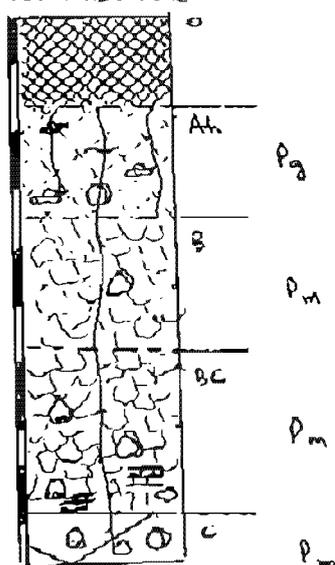
Légende :

- Pg : Dominance arbres gros
- Pm : Dominance arbres moyens
- Pf : Dominance arbres petits

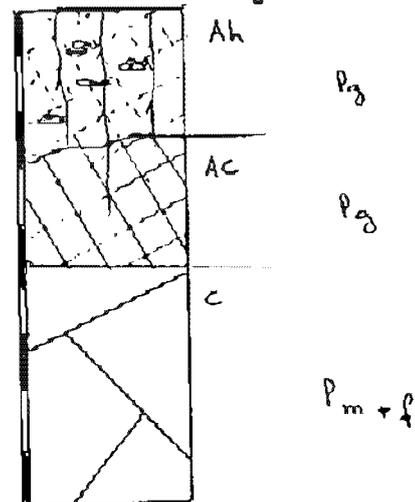
- Résidus de cendre non décomposés
- couche organique
- Structure grumeleuse
- Structure granulaire peu cohérente
- Structure granulaire cohérente
- Structure en blocs
- Structure noduleuse
- Structure matricielle
- Structure de minéraux
- Revêtements argileux
- Pierres partiellement altérées.

- Encroûtement fort / moyen / inexistant
- Pédofaune (macro) fort / moyen / inexistant.

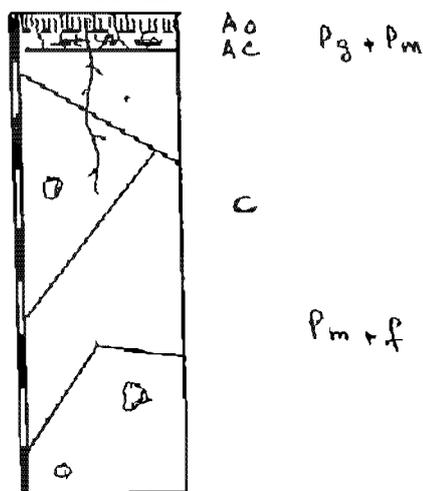
Forêt naturelle 820 m



Savoka Dingadingana 820 m.

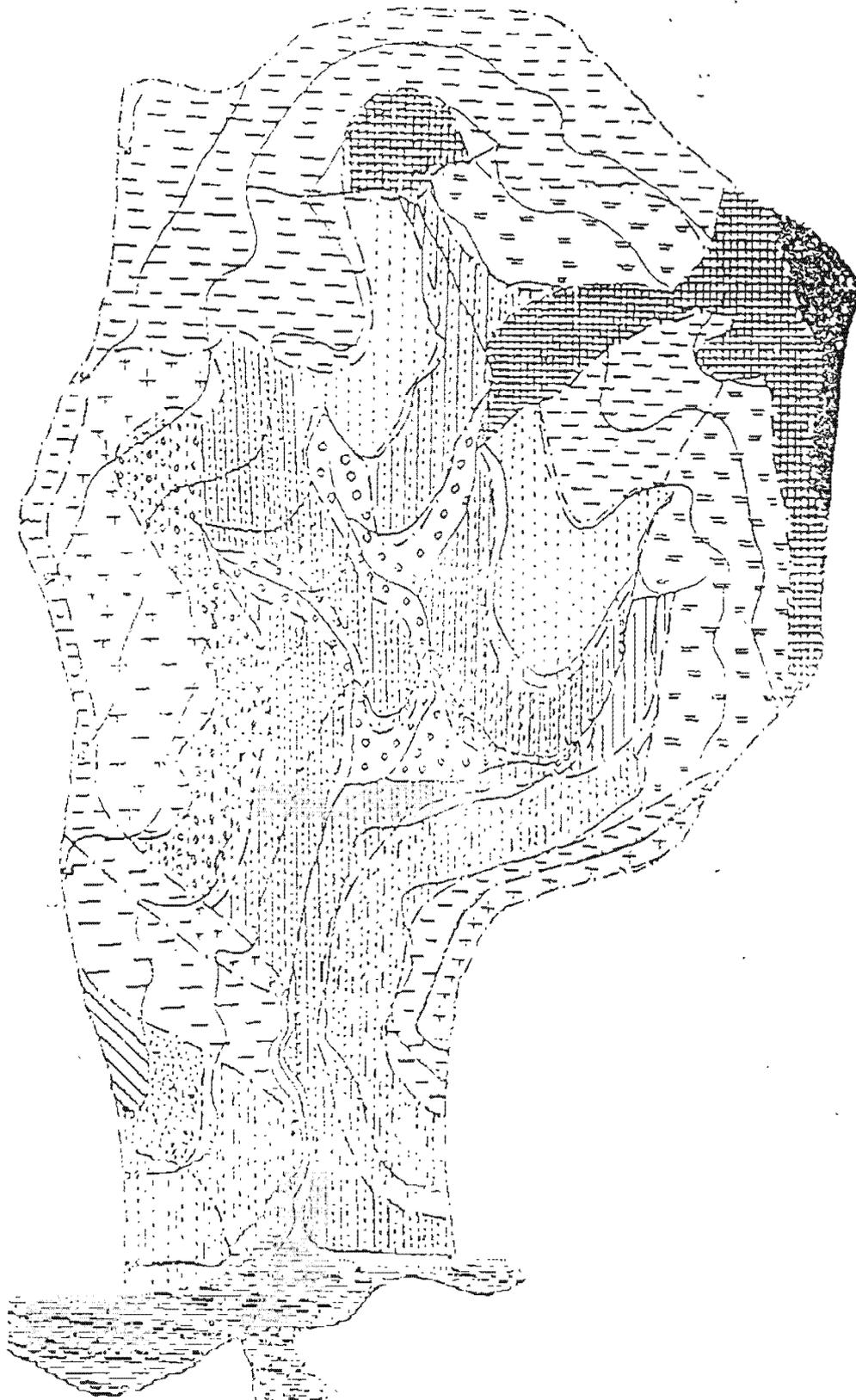


Savoka de 1936 800 m.



ANNEXE 2 : PROFILS PEDOLOGIQUES CARACTERISTIQUES DE LA REGION DU VERSANT ORIENTAL

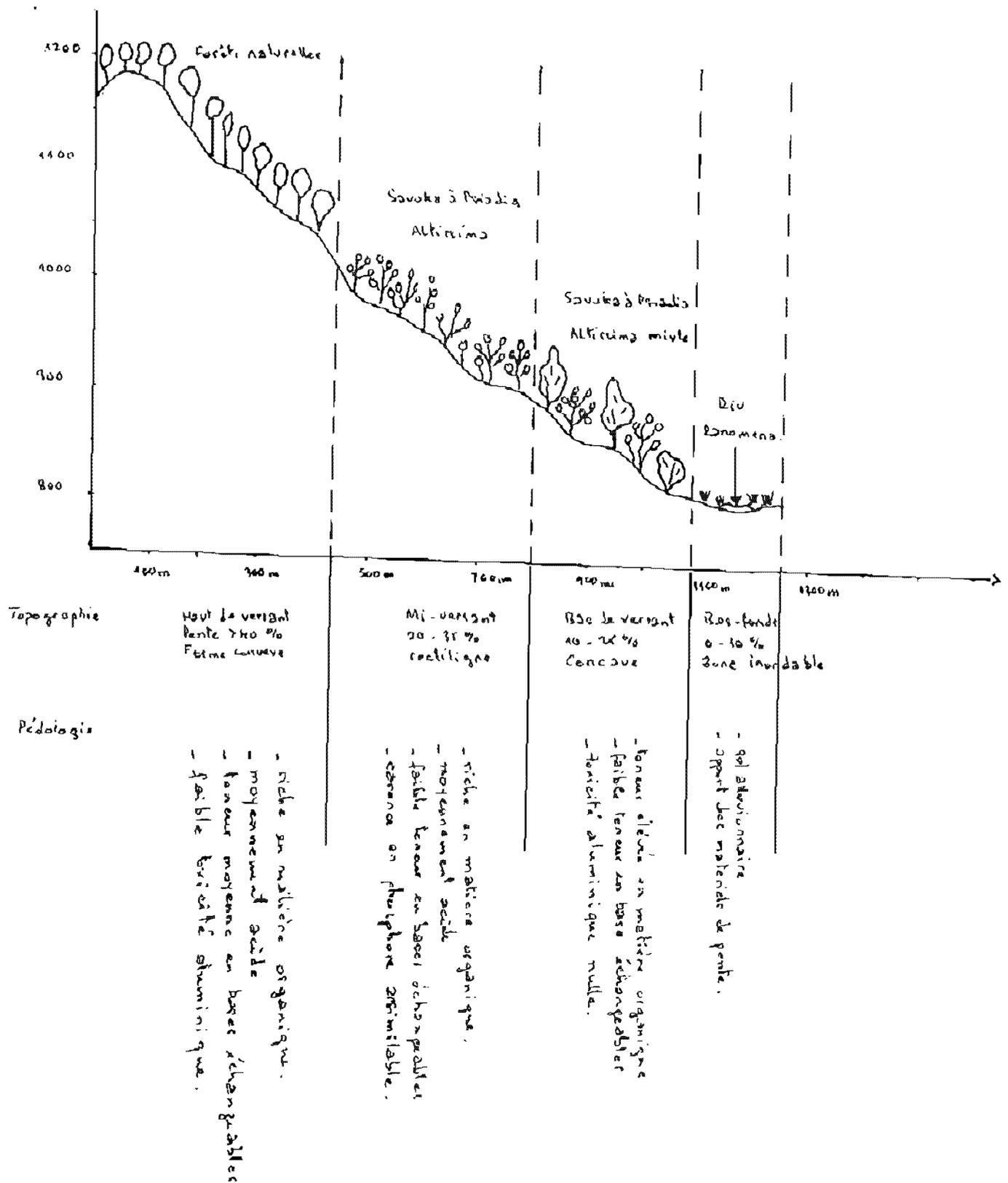
- Savoka forêt naturelle.
- Savoka dingadingana
- et Savoka savoka.



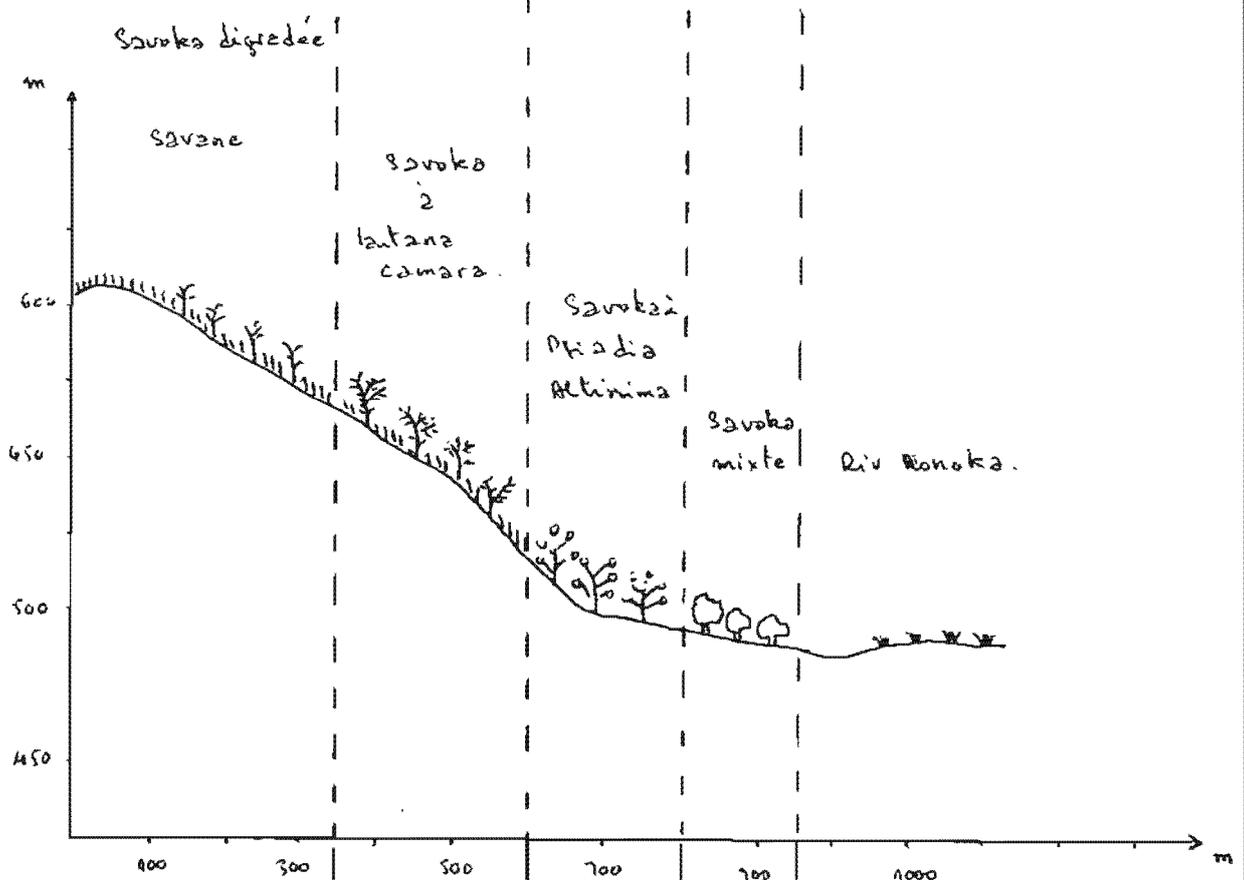
ASSOCIATION A BASSE DE

- | | | |
|---|---|---|
|  Forêts latifolies |  <i>Phoradendron aquilum</i> |  Graminées |
|  <i>Solanum auriculiformis</i> |  <i>Passiflora vitifera</i> |  <i>Philippia floribunda</i> |
|  <i>Imperata cylindrica</i> |  <i>Albizia leonardus</i> |  <i>Aframomum augustifolia</i> |
|  <i>Cyperus</i> sp |  <i>Canarium zanzibar</i> |  <i>Baccharis</i> |

CARTE DES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES DE BEFORONA

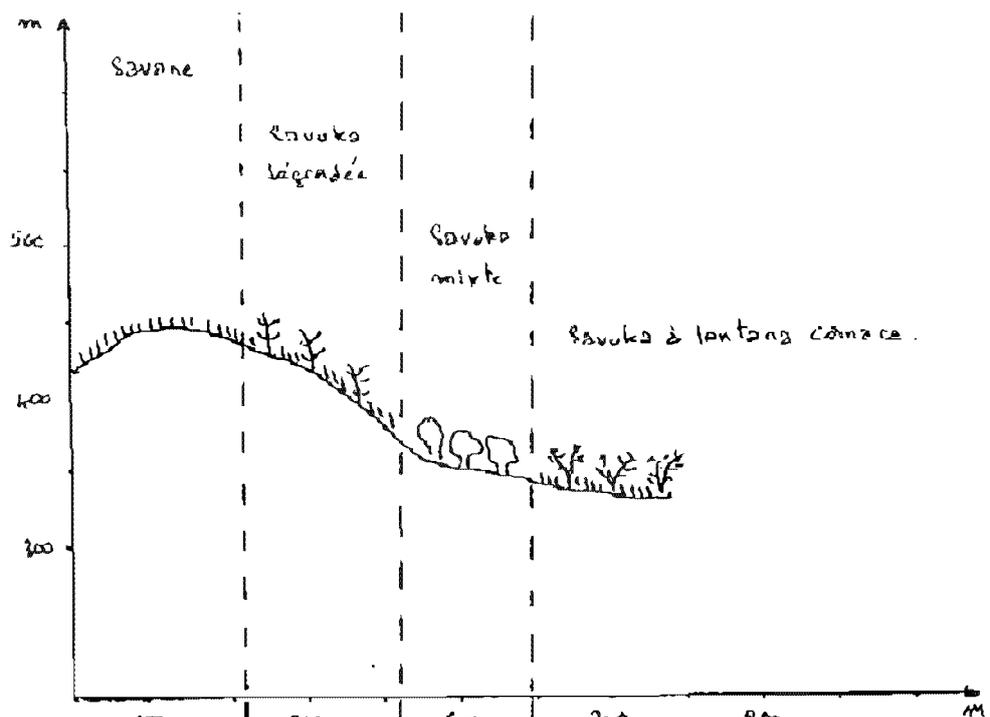


ANNEXE 4 répartition des unités végétales de vohidrazana



Topographie:	Haut de versant Pente > 40% Forme convexe	Mi-versant 20-35% rectiligne	Bas de versant 10-25% Concave.	Bas. Fond 0-10% Zone inondable.
Pédologie:	- sol acide - faible teneur en matière organique - très faible teneur en bases échangeables - teneur de saturation en Al assez élevée "sol pauvre"	- sol acide - teneur en matière organique assez élevée. - très faible teneur en bases échangeables - teneur de saturation Al assez élevée "sol fortement tassé"	- sol moyennement acide. - teneur en matière organique assez élevée. - faible teneur en bases échangeables - teneur de saturation Al non négligeable "assez bon sol"	- Sol alluvionnaire influencé par des matériaux de pentes.

ANNEXE 5 : répartition des unités végétales de Fierenana



Topographie :

	100	300	500	700	900	m
Topographie :	Haute vallée Pente > 40% Forme convere	Mi-vallée 20-25% rectiligne	Bac-versant 10-25% Concave	Bac-fond 0-10%	Zone inondable.	

Pédologie :

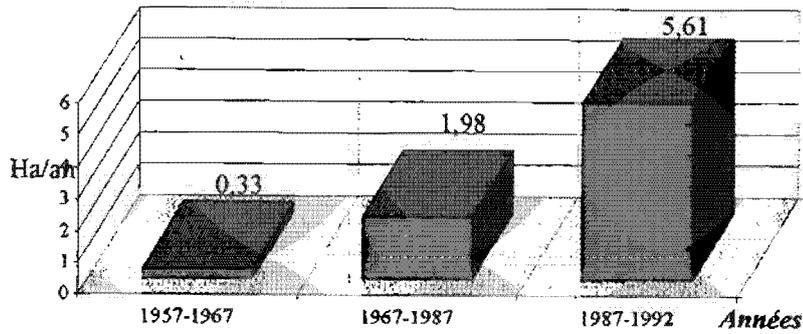
- Sol aride	- Sol acide	- Sol moyennement acide	- Sol moyennement acide	- Sol moyennement acide	- Sol moyennement acide
- teneur moyenne en matière organique	- teneur faible en matière organique	- teneur moyenne en matière organique			
- teneur extrêmement faible en bases échangeables.	- teneur en bases échangeables	- teneur en bases échangeables	- teneur en bases échangeables	- teneur en bases échangeables	- teneur en bases échangeables
- taux de saturation en Al élevé	- taux de saturation en Al faible	- taux de saturation en Al faible	- taux de saturation en Al faible	- taux de saturation en Al faible	- taux de saturation en Al faible
* Sol fortement lessivé	" Sol fortement lessivé "	" Sol fortement lessivé "	" Sol fortement lessivé "	" Sol fortement lessivé "	" Sol fortement lessivé "

ANNEXE 6 répartition des unités végétales de Sahanampinga

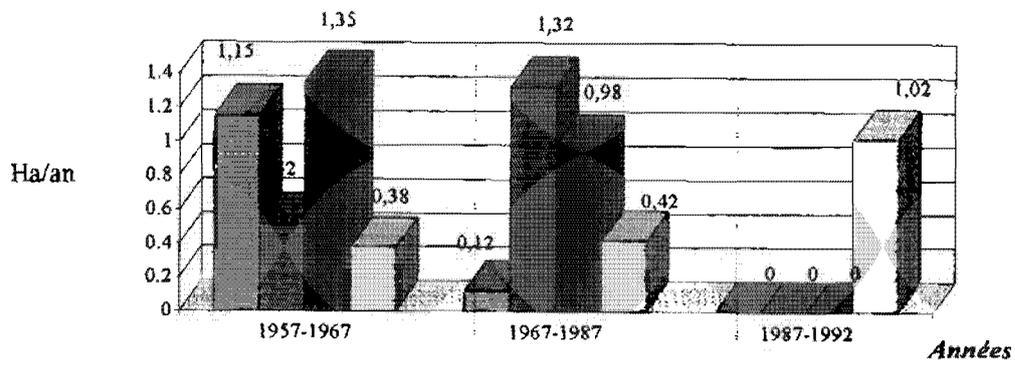
ANNEXE 7

RYTHME ANNUEL DE DEFRICHEMENT

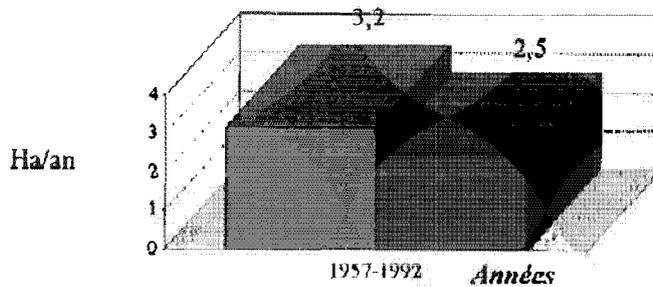
Bassin versant de Vohidrazana



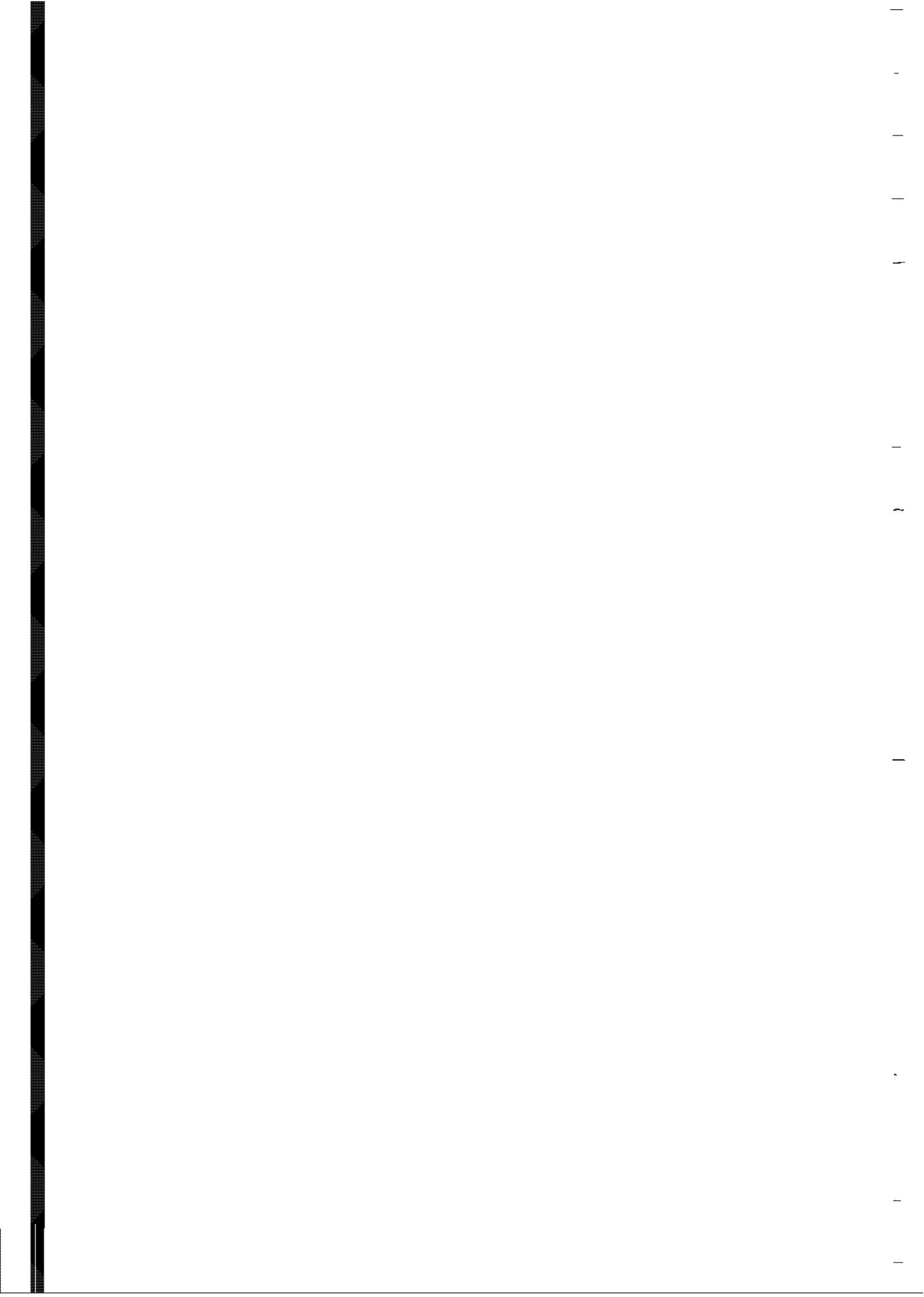
Bassin versant de Fierenana



Bassin versant de Salampinga



Source: R. VOLOLONIRAINY, 1995.



ANNEXE 8

CULTURES SUR BRULIS

1992/93 - 1994/95

Region de Vohidrazana

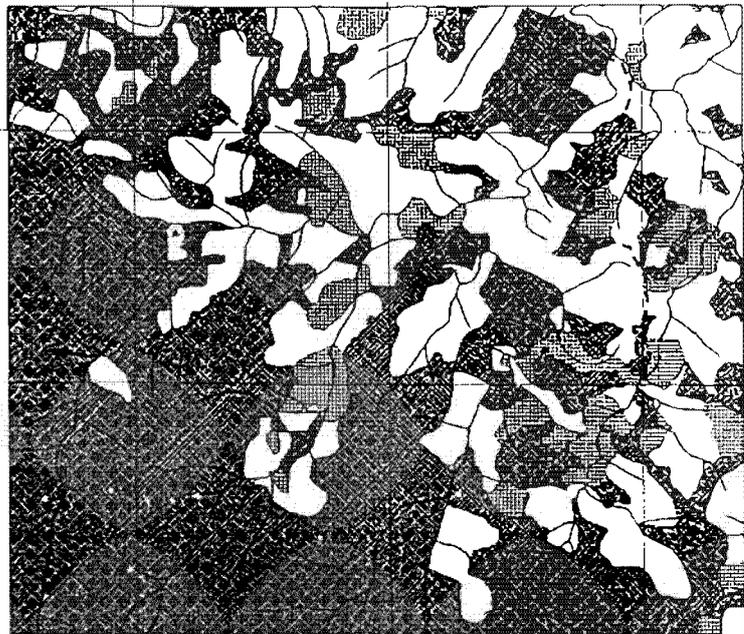
LEGENDE:

-  Forêt naturelle
-  Savoka
-  Tavy
-  Limite BV Vohidrazana

Echelle: 1:30'000



1992/93



Projet TERRE_TANY
FOFIFA / GIUB / DDA
&

Fonds National Suisse pour la
Recherche Scientifique

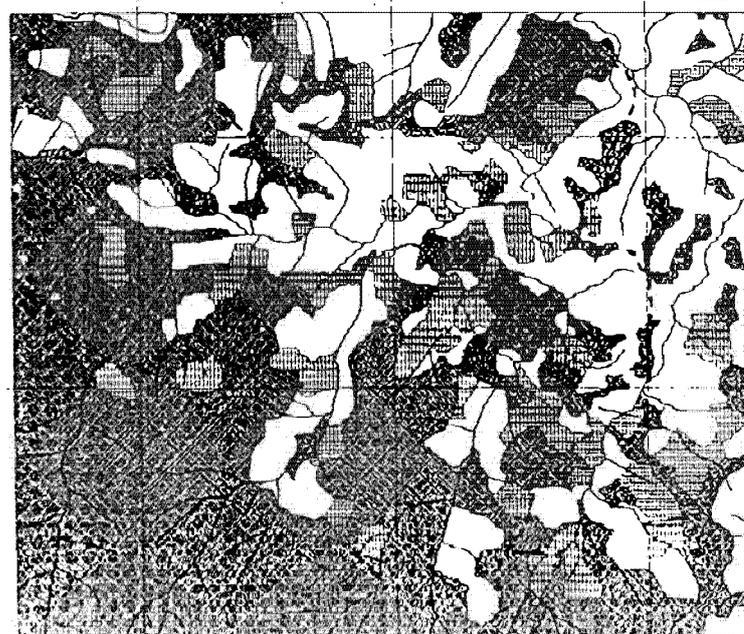
Cartographie, SIG. Brand 95

1993/94



Sur ces photo-
interprétations, on remarque
l'avancée irréversible du Tavy
et de la Savoka dans la forêt
naturelle de Vohidrazana -
1992-95. Le rythme de
défrichement de la forêt est de
l'ordre de 5 ha/an

1994/95



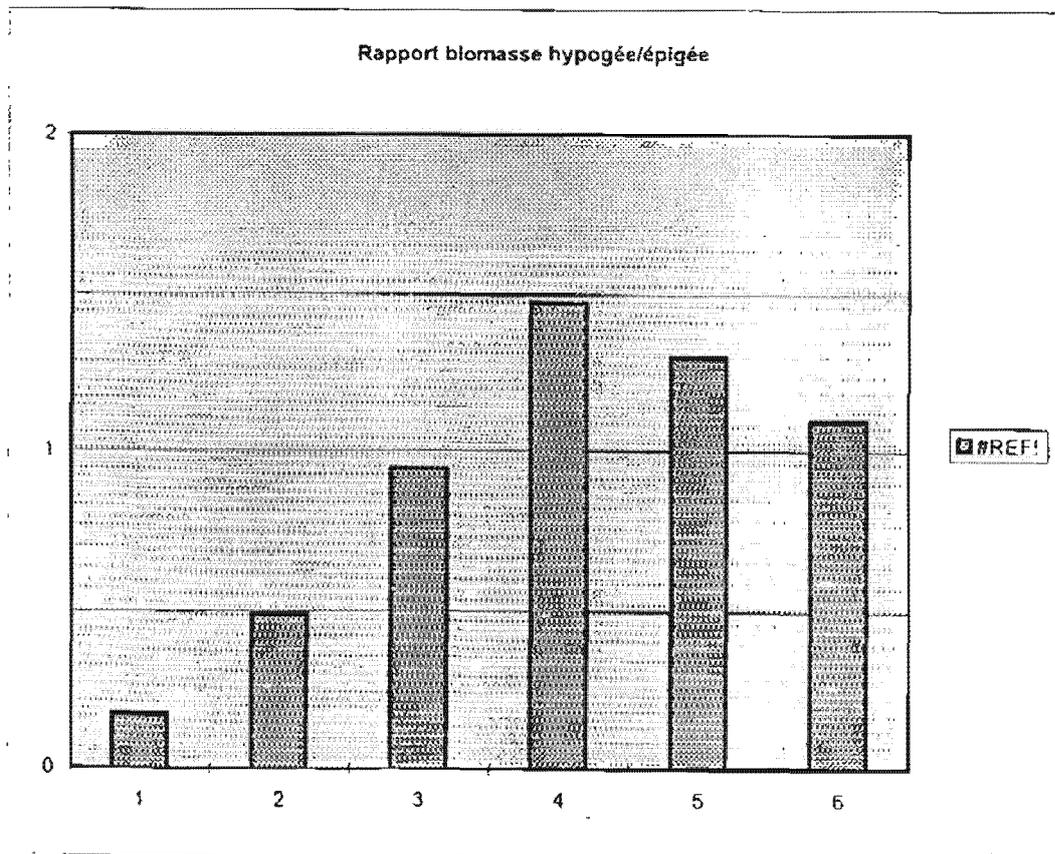
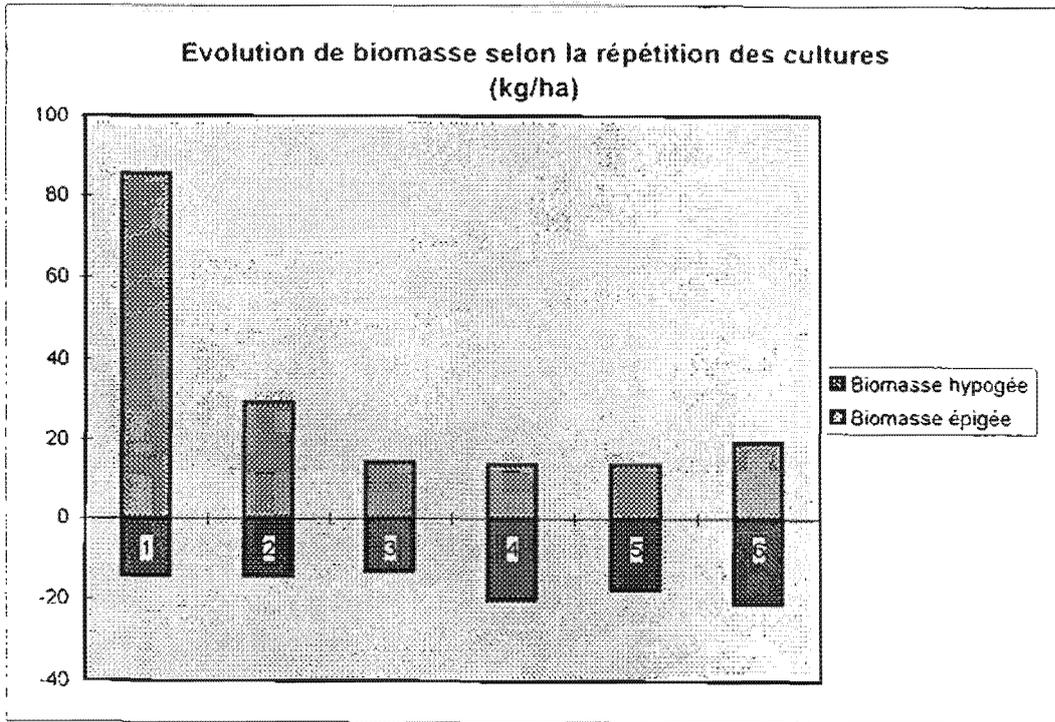
ANNEXE 9 : Correspondance entre les groupements végétaux et quelques critères pédochimiques

Espèces clés, type de jachère	Recouvrement, esp. indicatrices	Caractéristiques pédologiques
<i>Psiadia altissima</i>	25 à 50%, mêlé aux espèces forestières secondaires	SBE de 4 à 7mé% TSA de 2 à 26% MO de 4 à 9%
<i>Psiadia altissima</i>	50 à 100%	idem mais MO de 8 à 13%
<i>Lantana camara</i>	> 50%	Texture sablo-limoneuse (rare, les autres relevés ont une majorité de limon) TSA de 0 à 12%
Jachère de 2-3 ans	<i>Passiflora foetida</i> , <i>Solanum torvum</i>	SBE de 10 à 18 mé% TSA de 0 à 3%
Jachères mixtes de <i>Rubus moll.</i> , <i>Aframomum ang.</i> et <i>Lantana camara</i> sans dominance marquée de l'une ou l'autre espèce	avec <i>Mikania scandens</i> et <i>Lactuca indica</i>	SBE de 3 à 8 mé% TSA de 6 à 23% MO de 1 à 7%
idem	avec <i>Psiadia</i> , <i>Harongana mad.</i> , <i>Panicum conjugatum</i> et <i>Pteridium aquilinum</i>	SBE de 1 à 5 mé% TSA de 20 à 60% MO de 7 à 13% Ntot de 0,4 à 0,7%
idem	avec <i>Paspalum nutans</i> , <i>Emilia citrina</i> et restes de gingembre	SBE de 1 à 3 mé% TSA de 20 à 60% MO de 6 à 8% Ntot de 0,2 à 0,4%
Jachères à <i>Imperata cylindrica</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> et <i>Sticherus flagellaris</i>		SBE de 1 à 5% TSA de 20 à 50% MO de 3 à 6% Ntot de 0,21 à 0,37%
idem	avec <i>Hyparrhenia rufa</i> >10%	idem mais Ntot de 0,14 à 0,28%
idem mais jachère de 1 an	avec <i>Crassocephalum sarcobasis</i> , <i>Spermacoce sp.</i>	SBE de 3,5 à 6,5% TSA de 10 à 20% MO de 5 à 7%

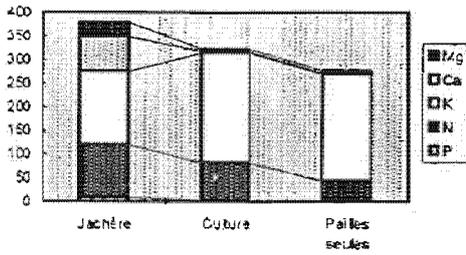
Rappel: SBE: Somme des Bases Echangeables; TSA: Taux de Saturation Aluminique; MO: Matière Organique

ANNEXE 10

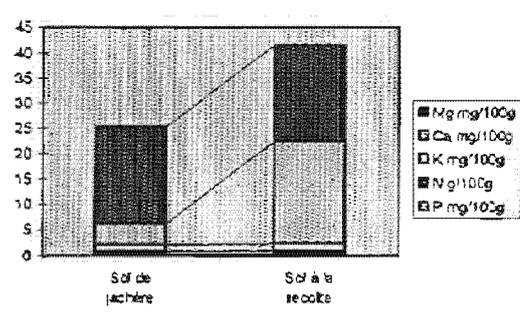
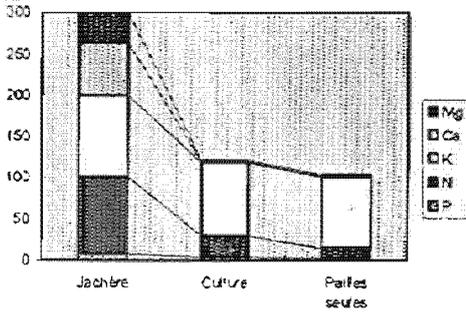
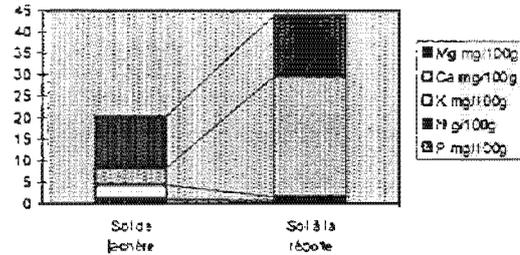
Phytomasse



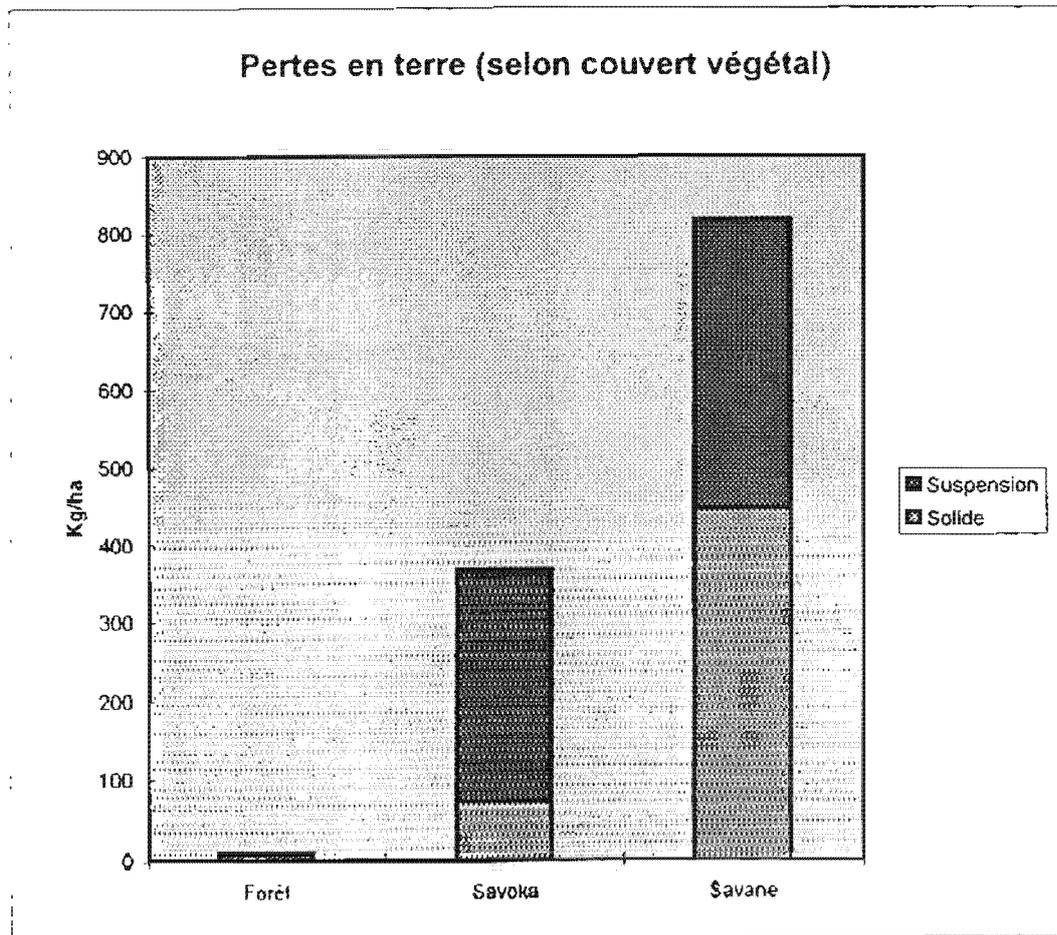
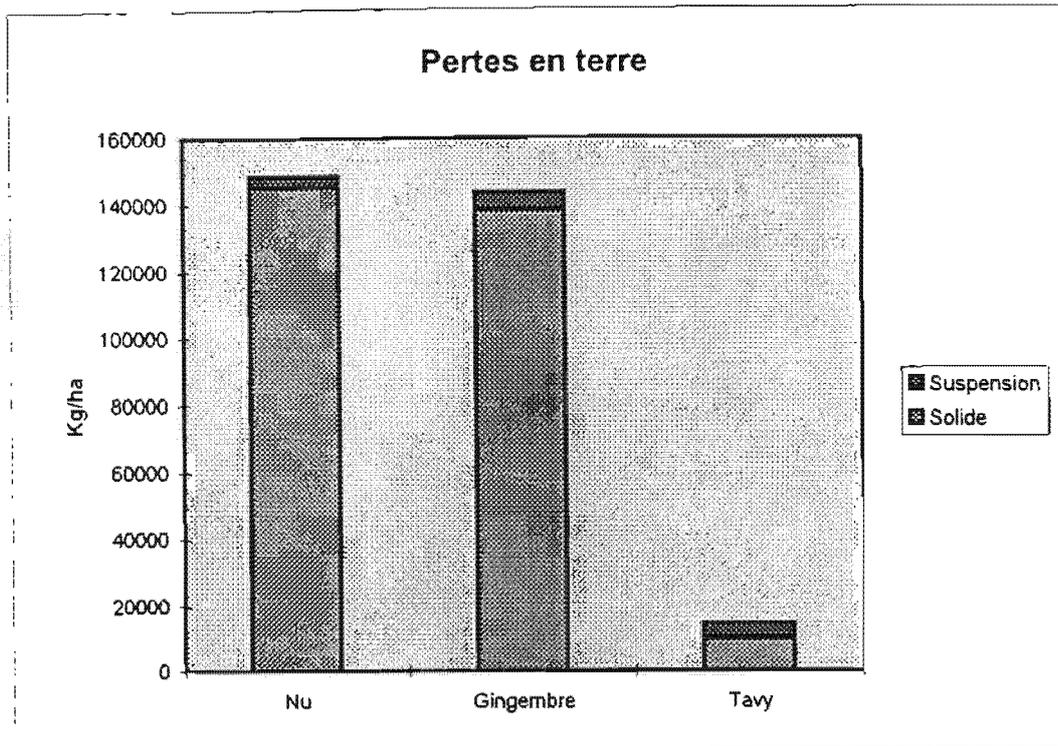
Mineralomasse de la vegetation avant brûlis puis dans la culture (kg/ha)



Concentration de nutriments dans le sol avant et après culture de riz



ANNEXE 12 : Résultats: pertes de terre selon divers couverts/cultures



ANNEXE 13

Succession régressive

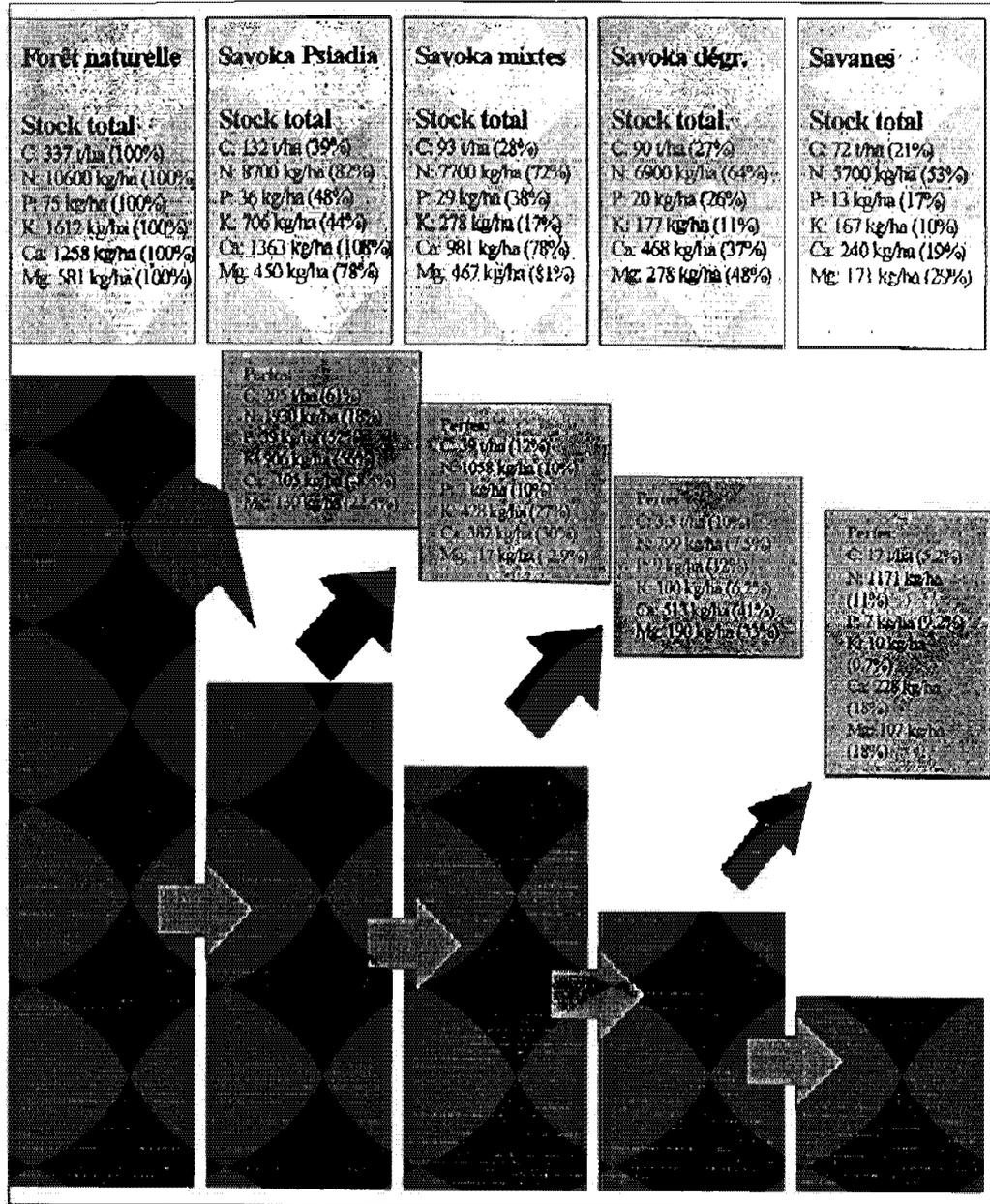




photo 1 : vue générale de la région de Beforona avec les tavy et la végétation dégradée.



photo 2 : occupation du paysage par les tavy et les jachères (savoka).

photos : P.F.Chabalier



photo 3 : tavy et savoka dans une zone forestière encore peu dégradée.



photo 4 : tavy et savoka dans une zone déjà fortement cultivée et dégradée.



photo 5 : tavy dans une zone très dégradée : végétation à base de fougères et de graminées.