

RÉPUBLIQUE MALGACHE

—
BUREAU DE LA CONSERVATION
DES SOLS
—

**Expériences et travaux de reboisement forestier
et de restauration des sols**

La vallée Témoin du Lac Alaotra

par

A. VIGNAL
Inspecteur Principal
des Eaux et Forêts

et

P. ROCHE
Maître de Recherches principal
à l'O. R. S. T. O. M.

1961

CENTRE TECHNIQUE
FORESTIER TROPICAL

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
I - INTRODUCTION	1
A/ Aperçu général sur Madagascar	1
B/ L'aménagement des bassins versants ..	2
C/ Solutions agronomiques	3
D/ Problèmes économiques et sociaux	5
E/ Un exemple d'aménagement d'un bassin versant	5
II - ETUDE DE L'UNITE DE VIE COLLECTIVE	8
A/ La situation démographique des vil- lages ANTANDROKOMBY et ANDRANOREFINA avant le début des travaux	8
B/ Le projet d'aménagement du secteur pilote	10
C/ Réalisation des travaux d'infra- structure	12
D/ Mise en valeur des terrains de cul- tures sèches	14
E/ Mise en valeur des rizières	20
F/ Evolution et ventilation des prêts consentis aux cultivateurs de l'asso- ciation par le Crédit Agricole	22
G/ Répartition de la propriété foncière	23
H/ L'association agricole d'ANTANDROKOMBY ANDRANOREFINA	24
I/ Réalisation en matière d'élevage	27
J/ Etude du prix de revient des travaux réalisés sur le secteur pilote	29
K/ Evolution des budgets familiaux et du pouvoir d'achat des cultivateurs du secteur pilote	34
III - ETUDE DE L'UNITE TECHNIQUE D'AMENAGEMENT	
A/ Utilisation des terres suivant leur vocation	44
B/ Restauration des terrains dégradés à forte déclivité	45
C/ Amélioration de la productivité des terrains de culture à pente 10 %	49
IV - CONCLUSIONS GENERALES	
A/ Etudes	51
B/ Travaux	51
ANNEXE 1 - Essai d'établissement de budgets familiaux	53
ANNEXE 2 - Mesures du ruissellement et de l'érosion à la vallée-témoin	60

I - INTRODUCTION

A/ Aperçu général sur Madagascar

Madagascar apparaît au voyageur qui aborde la côte Ouest de l'Ile en avion, comme un véritable continent. Aussitôt après les vastes deltas des grands fleuves, où alluvions et bancs de sable alternent, et la frange littorale de mangrove, le pays apparaît massif, accidenté, entaillé de crevasses de couleur rouge vif, et vide d'habitants.

Sur le plateau central la monotonie du relief est atténuée par la présence de nombreuses vallées, plus ou moins larges, où les rizières ont été magnifiquement dessinées. Tananarive occupe une de ces plaines centrales.

Le versant Est de ce plateau plonge brusquement, sur l'Océan Indien, suivant deux escarpements, séparés par un large palier, parsemé de dépressions, dont la plus importante est celle du Lac Alaotra. Après la deuxième falaise, le relief forme un ensemble de collines plus ou moins ondulées, qui dominent une côte rectiligne formée d'une bande sableuse et marécageuse.

Le Sud englobe un complexe de plateaux, de montagnes et de plaines étagées s'abaissant progressivement vers la mer.

L'Ile est soumise à un climat tropical humide sur la côte Est, où l'alizé souffle surtout en hiver ; la saison sèche est longue et marquée à l'Ouest ; le Sud échappe au régime général des moussons et se rattache plutôt aux régions semi-arides.

La végétation est le reflet de ces conditions climatiques. L'Est humide est le domaine de la Rain Forest, l'Ouest celui de la forêt tropophile avec une enclave de forêt dense humide dans la partie Nord-Est, liée à des conditions géographiques particulières ; le bush domine dans le Sud. Le taux de boisement, y compris les formations dégradées, est légèrement supérieur à 25 %. Les massifs forestiers, continus dans l'Est, suivant une bande Nord-Sud qui correspond sensiblement à la falaise orientale, sont plus dispersés et entrecoupés de savanes dans l'Ouest.

Le déboisement ne correspond pas à une forte population ; elle vient à peine de dépasser 5 millions d'habitants, sauf sur les Hauts Plateaux où la densité atteint et dépasse même parfois 70 habitants au km². Le paysage est alors émaillé de nombreuses rizières étagées qui rappellent certaines régions de l'Asie.

Le riz constitue la base de l'alimentation des populations ; le café, la girofle, le poivre et la vanille procurent des revenus substantiels aux habitants de la côte Est, tandis que le boeuf symbolise la richesse des éleveurs de l'Ouest.

B/ L'aménagement des bassins versants

Position du problème

L'exigence de progrès agricole, corollaire de l'évolution politique du pays, est renforcée par une poussée démographique qui approche les records mondiaux - légèrement inférieure à 3 % - dit le professeur Dumont (1). Les habitants des Hauts Plateaux, les plus nombreux, ont déjà occupé les terres de bas fonds disponibles qu'ils ont aménagées en rizières irriguées assurant ainsi leurs besoins de subsistance. Par contre, les populations côtières vivent soit du produit de leurs cultures sur brûlis (riz ou maïs qu'elles font suivre parfois de cultures arbustives sur la côte Est : café), soit de l'élevage extensif du zébu basé sur la pratique des feux de brousse, avec un appoint de riz provenant de leurs rizières irriguées dans l'Ouest. Ces pratiques extensives sont évidemment à l'origine des phénomènes d'érosion particulièrement puissants.

Durant ces dernières années un vaste effort d'aménagement des régions les plus favorables a été entrepris. Malheureusement la difficulté de drainage, l'irrégularité des réseaux d'irrigation tributaires de rivières, la sédimentation des barrages-réservoirs (Lac Alaotra), l'ensablement des rizières, les inondations (plaine de Tananarive) et l'aridité du climat dans le Sud-Ouest et le Sud compliquant sérieusement la mise en valeur de ces périmètres.

Dès lors le principe de la nécessité de l'établissement d'un nouvel équilibre agro-sylvo-pastoral se

(1) Rapport de mission : "Quelques observations sur l'orientation et la modernisation de l'agriculture malgache.

trouve affirmé sur toute l'étendue de chaque unité géographique, c'est-à-dire sur chaque bassin versant. Il s'agit d'un travail considérable dont la réalisation doit être envisagée bassin par bassin et financée par tranches successives, échelonnées sur des dizaines d'années pour ne pas entraîner des dépenses excessives, hors de proportion avec les possibilités actuelles et permettre le contrôle des résultats.

Si le climat excessif, la susceptibilité des sols à l'érosion et la topographie des terrains constituent un élément primordial dans la rupture de l'équilibre morpho-climatique, il ne faut pas sous-estimer les causes économiques et humaines.

Les besoins des hommes ayant augmenté, le problème consiste à trouver des solutions à caractère agronomique, économique et social permettant d'instaurer un niveau de vie plus élevé.

C/ Solutions agronomiques

Les solutions agronomiques ont pour base un bilan préalable des ressources naturelles que l'on prétend exploiter, à partir duquel on précise les conditions et les modalités d'exploitation. Cette étude porte en gros sur la cartographie des sols, au point de vue géologique et pédologique, leur utilisation, la nature de l'érosion et l'analyse du cycle hydrologique. On en déduit facilement des zones à vocation de protection permanente ou temporaire et de production.

Zones à vocation de protection

A défaut d'études précises sur la pluviosité, le ruissellement, l'évapo-transpiration de chaque bassin versant élémentaire, c'est la confrontation des facteurs du milieu présentés sous forme cartographique (climat, nature de la roche-mère, pente et drainage, végétation) qui nous

fournit une différenciation tranchée des zones de ruissellement intense et désastreux, des zones de rétention à tendance régulatrice et des zones intermédiaires souvent en évolution vers l'un ou l'autre des extrêmes.

L'étude du coefficient pluvio-climatique de Fournier donne une répartition zonale ainsi qu'une appréciation des risques maxima d'érosion. Cette analyse statique et dynamique repose sur la considération de l'équilibre morpho-climatique.

C'est à partir de cette documentation cartographique d'ensemble qu'est déduit, pour chacune des régions, un cadre de synthèse des protection de la basse vallée. Elle est complétée, la plupart du temps, par des études particulières en fonction du but recherché.

Les solutions techniques préconisées visent au rétablissement de l'équilibre morpho-climatique mais le grand mérite de cette cartographie est de mettre l'accent sur certaines zones d'évolution régressive où l'activité érosive est intense, c'est-à-dire supérieure au seuil critique d'érosion.

Ainsi l'aménagement d'un bassin versant limité à ces zones préférentielles dans un premier stade pose des problèmes relativement limités en superficie, à l'échelle des possibilités du pays.

Ailleurs, des travaux extensifs ou de simples mesures de rétablissement de l'équilibre suffisent généralement.

Zones à vocation de production

La cartographie pédologique précise plus particulièrement les qualités physiques, chimiques du sol. On procède ensuite à la définition des systèmes agricoles, à la mise au point des assolements, des techniques spéciales à chaque culture et enfin des modalités d'irrigation, de drainage et d'aménagement des terres, de structure des exploitations.

D/ Problèmes économiques et sociaux

La modification de l'économie agricole, condition indispensable de la reconstitution d'un équilibre stable, d'une régénération du sol, d'une régularisation des ressources en eau tient dans la suppression de toute spéculation et surexploitation qui sont absolument contradictoires avec l'économie conservatrice. Les moyens de mise en oeuvre d'une telle économie existent et sont certes perfectibles. Mais les conditions d'application de ces moyens déterminent finalement le succès ou l'échec de l'entreprise, c'est-à-dire le renversement du processus de dégradation du complexe eau, sol, végétation ou au contraire l'aggravation de l'ensemble des phénomènes de destruction des ressources naturelles après quelques ralentissements apparents.

Ainsi, c'est toute l'économie agricole qui de destructrice doit devenir conservatrice, et, génératrice de ses conditions d'existence et de développement.

L'aménagement des bassins versants apparaît ainsi comme l'outil qui permet d'intégrer la mise en valeur des exploitations particulières dans celle plus générale de l'aire géographique où elles sont localisées.

Le Gouvernement Malgache a bien compris cette nécessité. Il vient, à cet effet, de créer un Bureau d'Etudes directement rattaché au Ministère de l'Agriculture à qui incombera cette tâche de conception et de coordination.

E/ Un exemple d'aménagement d'un bassin versant : L'expérience de rétablissement de l'équilibre agro-sylvopastoral de la vallée-témoin du Lac Alaotra

Le simple survol de la partie orientale du bassin versant du Lac Alaotra avec ses multiples lavakas (1)

(1) Lavaka est le terme malgache utilisé pour désigner une forme d'érosion remontante particulièrement puissante qui se caractérise par un cirque plus ou moins étendu, une gorge étroite et profonde et parfois un cône de dépôt.

parfois profonds de plusieurs dizaines de mètres, encastés sur les flancs des montagnes au relief pourtant peu accentué et couvert d'une végétation steppique, donne une image saisissante de rupture d'équilibre.

La lisière de la forêt de l'Est distante de quelques dizaines de kilomètres, tout comme la présence d'îlots forestiers dispersés çà et là, montrent que la déforestation est relativement récente.

Pourtant la population, relativement clairsemée, ne s'adonne que depuis peu de temps, une quinzaine d'années environ, à des productions agricoles exportatrices, qui ont succédé aux cultures itinérantes installées çà et là, et à l'entretien des troupeaux de boeufs qui n'avaient d'élevage que le nom. Malheureusement les feux de brousse parcourent chaque année l'ensemble du pays amenuisant la valeur qualitative et quantitative du pâturage ; peu à peu la couverture herbacée met à nu la mince couche d'argile latéritique, épaisse parfois de quelques dizaines de centimètres à peine.

L'attaque de cet horizon superficiel imperméable et compact est le fait des érosions en nappe et en gullies.

Les sols du bassin versant oriental du Lac Alaotra, issus de roches métamorphiques principalement des mica-schistes, gneiss et schistes cristallins, ont la particularité de présenter une couche d'altération très épaisse, sans consistance, reposant directement sur la roche-mère. Il suffit que l'horizon brun humifère disparaisse (érosion en nappe) ainsi que l'horizon rouge imperméable sous-jacent (érosion en ravins) pour amorcer la débacle de la zone de départ.

Ces conditions pédologiques défavorables sont en outre aggravées par un climat excessif, caractérisé par une saison sèche de 7 mois et un régime de pluies tropical. Les intensités horaires dépassent parfois 100 mm/heure avec des pointes supérieures à 3 mm/minute. Les pluies de cyclone par leur abondance contribuent à déblayer régulièrement les masses énormes de matériaux entreposés dans les bassins de réception des lavakas ou le lit des torrents, ensablant les terrains de culture et colmatant les barrages-réservoirs de la plaine.

Le développement de la culture de l'arachide, l'emploi de la charrue joints à l'accroissement démographique ne devaient pas simplifier les choses.

On assista rapidement à une baisse des rendements qui plafonnaient autour de 600 à 800 kg d'arachides par hectare et à une aggravation des phénomènes d'érosion.

Pour ces raisons, il parut opportun de définir les règles d'une mise en valeur équilibrée du potentiel agricole dans le cadre d'une utilisation rationnelle des sols, au contact même des paysans, afin de montrer qu'il était possible de faire vivre une population et même d'améliorer son niveau de vie en assurant la protection des sols, pourtant très sensibles à l'érosion, et, une régularisation des ressources en eau.

A l'origine, la commission chargée de l'élaboration du projet avait choisi les bassins des vallées de la Menaloha et de la Manamontana qui couvrent environ 4.000 ha, en raison de la variété des possibilités de mise en valeur.

A la suite de compressions budgétaires, le projet fut limité au territoire des deux villages d'Antandrokomby et Andrenorefina, situés en bordure des deux bassins précédents, dont les terrains de culture s'étendent sur plusieurs vallées, le pourcentage des terres cultivables étant limité. Cette façon de voir revenait à substituer à l'unité géographique d'étude, une unité sociale dont les limites englobaient les bassins supérieurs de trois vallées A, B, et C.

Pour pallier cet inconvénient, il fut décidé de traiter successivement ces trois vallées supérieures en commençant par la vallée A, appelée vallée-témoin. Cette solution laissait la possibilité d'effectuer la comparaison sur l'efficacité des divers traitements possibles des sols grâce à des mesures hydrologiques. Malheureusement, les mises au point de limnigraphes sont longues et difficiles.

Pour la clarté de l'exposé nous avons été amené à étudier séparément l'unité de vie collective correspondant au territoire d'emprise des terres des deux villages,

et l'unité technique d'aménagement c'est-à-dire la vallée proprement dite, qui intègre les données physiques du milieu. Cette distinction était indispensable, car les limites de ces deux unités ne coïncident pas.

II - ETUDE DE L'UNITE DE VIE COLLECTIVE

Le but que se fixait le Bureau de la Conservation des Sols, était de réaliser à l'échelle du village malgache, l'ensemble des aménagements agricoles, pastoraux et forestiers, permettant l'utilisation rationnelle des sols. Le Secteur Pilote devait servir d'exemple aux cultivateurs de la région du Lac Alaotra, il devait de plus servir de banc d'essai pour la mise au point des techniques anti-érosives adaptées au paysannat malgache.

A/ La situation démographique des villages Antandrokomby - Andranorefina avant le début des travaux

	<u>Antandrokomby</u>	<u>Andranorefina</u>	<u>Total</u>
Population	118 habitants	98 habitants	216
Hommes	34	32	66
Femmes	34	28	63
Garçons	28	24	51
Filles	22	14	36
Nombre de familles	29	19	48

Répartition de la population par race

Sihanaka	0	79	79
Merina	96	9	105
Betsileo	12	0	12
Betsimisaraka	10	0	10
Nombre de maisons	64	26	90

Nombre de boeufs (1953)	-	-	234
Nombre de charrettes (1953)			7
Nombre de charrues (1953)			10
Nombre de herses (1953)			1

La répartition des terres des villages d'Antandrokomby et d'Andranorefina peut être effectuée de la façon suivante entre les classes d'utilisation.

Sol de la classe I	- Bon sol - bonne fertilité sols plats (alluvions baibo)	Pour mémoire inexistant sur le secteur pilote
Sol de la classe II	- Sols humides de bas fond à drainer, à irriguer, aménagea- bles en rizières (sols hydro- morphes)	30 ha
Sol de la classe III a	- Bon sol, mais mesures anti- érosives énergiques, pente 6 à 10 % (colluvions beiges de bas de pente)	<u>8</u> ha
Sol de la classe III b	- Terrains passables à cultiver avec rotations (3 ans de culture) (4 ans de régénération) et avec mesures anti-érosives	150 ha
Sol de la classe IV	- Sol à vocation pastorale, à exploi- ter rationnellement, apports d'en- grais, contrôle du surpâturage	12 ha
Sol de la classe VII a	- Association pâturages-Forêts (prébois) mesures anti-érosives nécessaires	10 ha
Sol de la classe VII b	- Sols gravement érodés, inutili- sables - Trop en pente - à réem- broussailler, nécessité d'effectuer quelques travaux anti-érosifs dans les lavakas les plus gênants	850 ha

Sur un total de 1.060 ha, les deux villages grou-
pant 48 chefs de famille, disposent donc de 30 ha de sols
valables pour la riziculture , 150 ha de sols de colline
de très faible fertilité - épuisés par des cultures répé-
tées d'arachides, effectuées principalement par les culti-
vateurs d'Antandrokomby, sans restitution et sans protec-
tion anti-érosive. , 8 ha de sols de colluvions de bas de

pente de bonne fertilité, mais sur-cultivés et en voie d'épuisement.

Le reste des terrains entourant le village est utilisé pour le pâturage extensif, trop fréquemment les sols de la classe VII b recouvert par une maigre prairie d'Aristida étaient parcourus par les feux de brousse en fin de saison sèche.

En 1953, avant le début des travaux, la superficie des terres cultivées annuellement pouvait se répartir de la façon suivante :

Rizières	5 ha
Cultures sèches	
(Arachides	30 ha
(Maïs	10 ha
(Divers :	
Haricots, Vondzia .	5 ha

Il n'a pas été possible de connaître la production exacte en Riz - Arachides - Maïs avant le début des travaux.

On peut cependant estimer pour la campagne 1953-1954 la production agricole du secteur Antandrokomby - Andranorefina de la façon suivante :

Riz	7 à 8 tonnes
Arachides	30 à 40 "
Maïs	5 à 8 "
Haricots - Voandzia - divers, etc.....	1 à 1,5 "

B/ Le projet d'aménagement du secteur pilote

Le projet de mise en valeur établi par les techniciens en service au Lac Alaotra comportait :

1) L'aménagement des sols de la classe III b (pente inférieure à 8 %) en courbes de niveau ; les bandes de cultures ont été limitées par une bande enherbée de végétation naturelle : Cynodon dactylon et Digitaria humberti.

Le tracé des courbes de niveau, ligne isohypse, a été matérialisé par deux passages de charrue à soc (Brusbraecker) en adossant. L'intervalle vertical entre les courbes de niveau utilisé est celui fourni par la formule de Ramser.

Pour la première année de mise en valeur, le labour a été effectué en ne défrichant qu'une bande sur deux.

Les nombreux blocs de quartz parsemant le terrain sur les colluvions anciennes, ont été disposés le long du tracé des courbes de niveau, dans les zones enherbées non défrichées, servant de "zone éponge".

Dans cet aménagement, toute l'eau de pluie est absorbée par les bandes de terres enherbées et par l'assolement en bandes faisant alterner une culture sarclée et une culture couvrant le sol.

2) L'aménagement des sols de la classe III a et des sols de la classe III b situés sur des pentes supérieures à 8 % a été réalisé avec canaux d'évacuation des eaux de ruissellement vers des collecteurs naturels engazonnés.

Ces canaux évacuateurs ont été tracés en suivant les courbes de niveau et en leur donnant une légère pente 1 ‰ à 2 ‰ .

Des canaux de garde sont tracés en amont de la parcelle pour discipliner les eaux de ruissellement provenant de l'amont.

Le tracé des pistes de desserte pour ces deux types d'aménagement est réalisé en recoupant les collines en leur milieu par une route suivant une courbe de niveau, jouant par la même occasion le rôle de terrasses d'absorption.

3) L'aménagement de petites superficies (classes III b et VI) ne faisant pas partie d'un ensemble aménageable a été prévu simplement par la technique des bandes d'absorption enherbées.

Les cultivateurs labourent une bande de terrain de 8 à 10 m. de large en suivant approximativement les courbes de niveau. Une bande enherbée de deux mètres de large est respectée entre deux bandes labourées.

Les labours effectués à la charrue Brabant double, tirée par les boeufs, permettent la réalisation facile de cet aménagement.

4) L'aménagement des sols de la classe II (rizières) a été réalisé en terrasses suivant les courbes de niveau. Un barrage réservoir a été prévu en tête de vallée ; un drain principal évacuant les eaux de ruissellement et drainant les sources de la vallée, a été ouvert à la base des collines. Un canal de garde évacuant les déjections des lavakas en activité en amont de la vallée a été aménagé.

La pente générale de la vallée est très élevée, elle atteint 2 à 2,5 % en amont d'Andranorefina.

5) L'aménagement des sols de la classe VII a et VII b était prévu partiellement en reboisement de Mimosa et d'Eucalyptus sur raie de sous-solage tracée en courbes de niveau.

L'utilisation des fossés aveugles en quinconce était également projetée sur les pentes les plus fortes.

6) Enfin des aménagements particuliers tels que la fixation de quelques "crevasses" en activité, l'ouverture de nombreuses pistes de desserte ont été également effectués.

C/ Réalisation des travaux d'infrastructure - Barrage en terre

- 4 barrages en terre ont été construits au cours de la période 53-55 retenant 8.000 m³ dont 6.000 servant pour l'irrigation.

Le grand barrage en tête de vallée, de 120 m. de long, 22 m. de large à la base et 4 m. au sommet a été construit au scraper D 6 et compacté au rouleau à pneu.

Les 3 autres barrages ont été construits au bulldozer simplement.

Ces réservoirs ont été empoissonnés en *Tilapia melanopleura*.

Correction des zones d'emprunt du grand barrage

Cette correction a été réalisée par un système de banquettes tracées au bull-dozer avec une pente longitudinale de 5 ‰ et une pente transversale de 5 %.

La dénivellée entre les banquettes est de 2 m.

Ces banquettes se prolongent par des canaux évacuateurs des eaux vers des boqueteaux de forêts primaires ; les canaux sont engazonnés sur 1 mètre à la partie terminale.

Les bourrelets des banquettes ont été plantés en *Eucalyptus* et *Kudzu*.

La banquette elle-même a été sous solée pour faciliter l'infiltration et on y a semé des *Ambrevades* (*Cajanus indicus*).

Correction des lavakas

Un groupe de 4 "lavakas" se déversant dans le réservoir principal, on a été obligé d'effectuer une correction à base de barrage en gabions, de fascine en bois et de barrage en grillage.

Les travaux d'aménagement des crevasses ou "lavakas" ensablant les rizières et le barrage réservoir ont permis de contrôler les pertes en terre occasionnées par l'érosion sur deux petits bassins versants.

	Année 1956-1957		Année 1957-1958	
	Dépôt total	Dépôt m ³ /ha	Dépôt total	Dépôt m ³ /ha
1er bassin versant superficie 4,50 ha	Gabions amont 576 m ³	200 m ³ /ha/an	760 m ³	265 m ³ /ha/an
	Gabions aval 330 m ³		400 m ³	
	4 fascines		34 m ³	
2è. bassin versant superficie 1 ha	Gabions 84 m ³	84 m ³ /ha/an	56 m ³	59 m ³ /ha/an
	1 fascine		3 m ³	

Sur le premier petit bassin versant (4,50 ha) où se sont développés deux importants "lavakas", sont arrachés chaque année au terrain 200 à 265 m³ de dépôts par hectare. Cet entraînement représente l'ablation annuelle d'une épaisseur de sol de plus de 20 mm sur l'ensemble du bassin versant.

Le deuxième petit bassin versant perd chaque année 60 à 84 m³ par hectare, cela correspond à l'érosion sur un seul "lavaka".

Cette expérimentation sur la fixation de l'érosion en "lavaka" sera d'une grande utilité pour l'étude de l'aménagement des grands bassins versants dans la région de l'Alaotra (Sahamaloto - Antánifotsy). Elle attire l'attention des pouvoirs publics sur les dangers d'ensablement des barrages réservoirs.

- Les tracés de courbes de niveau ont été réalisés sur 158 ha.

- Reboisement 50 hectares ont été plantés en Eucalyptus robusta en mélange avec du Mimosa.

D/ Mise en valeur des terrains de cultures sèches - Sols de la classe III a et III b.

- A l'intérieur du tracé des courbes de niveau pour les sols de la classe III b (sols de faible fertilité) on

a implanté au cours des 5 années qu'a duré l'expérience un assolement en bandes alternées suivant la rotation.

1re année - Arachides
 2è. " - Engrais verts ou légumineuses à graines
 3è. " - Maïs ou haricots
 4è. ")
 5è. " (Prairie temporaire de Chloris
 6è. ") gayana - Eragrostis abyssinica.

Un plan d'assolement a été dressé pour chaque colline et un cahier de culture tenu pour relater les opérations culturales et les rendements.

- Pour les sols de classe III a (colline H et zone d'Antsevabe) on a implanté la rotation.

1re année - Arachides
 2è. " - Légumineuses à graines ou engrais verts
 3è. " - Maïs - haricots
 4è. " - Fourrages (légumineuses annuelles).

Evolution des surfaces cultivées de 1954 à 1958 en hectares

Cultures	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Arachides	27 ha	40 ha	33,88 ha	67 ha
Maïs	10 ha	15 ha	15,60 ha	4,10 ha
(Haricots, (Voandzia, etc...	non contrôlés	5,3 ha	4,34 ha	2,70 ha
Engrais verts annuels)))	
Engrais verts perennes	(13 ha	(33,35 ha	(10 ha	9,54 ha
(Prairie temporaire) (chloris)	(((6,04 ha
(Teff	10 ha	25,69 ha	7,1 ha	12,17 ha

On observe au cours des 4 années contrôlées une augmentation des surfaces cultivées en arachides, au détriment des surfaces consacrées au maïs - haricots, etc... Le maïs a été atteint par un coléoptère (Heteronychus) ravageur des jeunes semis, de plus, il est vendu avec difficultés ou à bas prix par les cultivateurs.

Les hauts prix atteints par les arachides en 1956-1957 ont été une des raisons de l'augmentation des surfaces ensemencées en 1957-58.

Evolution de la production de 1954 à 1958 et évolution des rendements

	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Arachides en tonnes de gousses	40 t.	52 t.	60,5 t.	98 t.
Rendement moyen T/ha	1,470 t/ha	1,310 t/ha	1,800 t/ha	1,462 t/ha
Maïs	4.493 kg	8.820 kg	10.477 kg	2.800 kg
Rendement moyen kg/ha	449 kg/ha	588 kg/ha	698 kg/ha	700 kg/ha
Haricots	non contrôlés	non contrôlés	797 kg	420 kg

Les rendements en maïs, restent, dans l'état actuel de la culture, inférieurs à 600 kg de maïs grains à l'hectare. Les cultivateurs en effet ne pratiquent pour cette culture aucun apport d'éléments fertilisants.

L'Heteronychus fait de plus chaque année des dégâts considérables dans les jeunes semis.

En 1954-55 une culture de maïs démonstrative effectuée par les cultivateurs sur la colline G, bande 18, ayant reçu 15 à 20 t/ha de fumier de ferme et 400 kg/ha de phospho-potassique (19-19) a permis d'obtenir un rendement de 1 t,630 de maïs grains sur 1,14 ha (rendement/ha = 1,5 t).

Il n'était pas possible de demander aux cultivateurs d'intensifier cette culture en raison :

1. des difficultés de lutte contre l'Heteronychus
2. de l'absence d'élevage de porcs (capable d'utiliser rationnellement le maïs)
3. du prix de vente trop peu rémunérateur du maïs en grain.

Les rendements en arachides ont été nettement améliorés par la rotation culturale, l'utilisation d'engrais minéraux -en particulier phosphate de chaux-, la protection contre l'érosion.

En 1953-54 l'aménagement en courbes de niveau de la colline E a été entrepris à titre de démonstration. Aucune fumure n'a été apportée cette année-là sur les cultures d'arachides. Le terrain pouvait être considéré comme représentatif de l'état de dégradation des sols cultivés en arachides par les deux villages. Au cours des années, les cultivateurs ont obtenu les rendements indiqués dans le tableau suivant (en kg de gousses par ha).

<u>COLLINE E</u>	1953-1954	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Bande N° 1	200 k/ha		336 k/ha		2.364 k/ha
Bande N° 2		720 k/ha			
Bande N° 3	375 k/ha		928 k/ha		
Bande N° 4		760 k/ha			1.756 k/ha
Bande N° 5	434 k/ha			1.700 k/ha	
Bande N° 6			1.430 k/ha		
Bande N° 7	794 k/ha			1.500 k/ha	
Bande N° 8				1.000 k/ha	
Bande N° 9	331 k/ha				
Bande N° 10			1.314 k/ha		1.705 k/ha
Bande N° 11	495 k/ha			1.900 k/ha	
Bande N° 12				1.700 k/ha	
Bande N° 13		1.140 k/ha			
Bande N° 14			1.100 k/ha		
Moyenne annuelle	421 k/ha	873 k/ha	1.021 k/ha	1.560 k/ha	1.769 k/ha

En cinq années, chaque bande de terrain a été cultivée à peu près deux fois en arachides, la 1^{re} année de culture n'ayant pas compté dans l'implantation de la rotation culturale.

A partir de l'année 1954-55, les cultivateurs ont apporté sur les cultures d'arachides des doses d'engrais minéraux de l'ordre de 200 à 300 kg de phosphate tricalcique - 100 kg de chlorure de potasse.

L'expérimentation agronomique réalisée pour les principaux types de sols de la vallée-témoin avait prouvé au préalable que ces apports d'engrais minéraux étaient rentables.

Le contrôle de l'efficacité des engrais minéraux a été effectué de 1954 à 1957 en utilisant la technique du diagnostic foliaire.

Les quantités suivantes d'engrais minéraux ont été utilisées au cours des dernières années sur le secteur pilote.

	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Phosphate tricalcique	12,5 t.	6 t.	6 t.	6 t.
Chlorure de potasse	5 t.		1,5 t.	1,5 t.
Engrais phospho-potassique 19 - 19	3 t.	12 t.		
Sulfate d'ammoniaque	2 t.		1,5 t.	1 t.

Subventionnés en première année (1954-55), les engrais ont été par la suite entièrement payés par les cultivateurs.

Grâce aux respects des rotations culturales, à l'utilisation des engrais minéraux, aux meilleures dates de semis rendus possibles par les labours au tracteur, les rendements en arachides du secteur pilote, qui, avant le début

des travaux étaient inférieurs à 600 kg , sont passés à des rendements moyens de l'ordre de 1.300 à 1.600 kg/ha.

La production globale des 48 cultivateurs chefs de famille du secteur pilote, est passée de 40 tonnes à 98 tonnes d'arachides en gousses.

Les fanes d'arachides après récolte des gousses sont transportées par les cultivateurs dans les étables fumières individuelles (fourrages de saison sèche).

Peu de progrès ont été réalisés dans l'amélioration des cultures vivrières secondaires : manioc, haricots, voandzia (Voanjobory). Pour ne pas disperser l'effort des cultivateurs, les responsables du secteur pilote ont fait porter leur effort sur les cultures principales arachides et riz.

Cependant, un effort important a été réalisé en matière de production de semences fourragères. Légumineuses à graines et graminées fourragères placées dans l'assolement ont permis aux cultivateurs d'Antandrokomby et d'Andranorefina, groupés en association agricole, d'améliorer le niveau de fertilité de leurs sols, mais aussi de devenir un organisme producteur de semences fourragères et de semences d'engrais verts.

En 1957 et en 1958 l'association agricole d'Antandrokomby a vendu à divers organismes agricoles de Madagascar les quantités suivantes de semences fourragères et de légumineuses à graines :

		1955-1956	1956-1957	1957-1958
Graminées fourragères	(Chloris gayana)	508 kg	420 kg	500 kg
)eragrostis abys- (sinica (Teff)	800 kg	238 kg	606 kg
	Soja	-	220 kg	694 kg
	Vigna (Vohem)	550 kg	1.200 kg	316 kg
	Cajanus indicus	1.000 kg	300 kg	1.253 kg
	Divers (Amérique)			1.432 kg

Le Chloris gayana est acheté aux cultivateurs par l'association agricole 400 f/le kg. Le Teff est acheté 150 Frs le kg. Les légumineuses à graines sont achetées 25 à 30 Frs le kg.

La rentrée d'argent due à la récolte des semences fourragères (en particulier Chloris) est très importante chez certains cultivateurs.

La paille de Chloris et de Teff après récolte des graines est encore utilisée comme litière, dans les étables fumières individuelles.

E/ Mise en valeur des sols de rizières - sols de la catégorie II

Deux vallées ont été aménagées, la vallée d'Androngo dominée par un barrage en terre de 5.000 m³, et la vallée d'Ambohidiaviavy (Antandrokomby) partiellement dominée par le barrage d'Antandrokomby (1.000 m³).

Une partie des rizières d'Androngo a été aménagée en terrasse suivant les courbes de niveau au bull-dozer, au contraire dans la vallée d'Ambodiaviavy, l'aménagement a été effectué uniquement par les cultivateurs (nivellement à l'angady).

Les rizières d'Androngo installées sur les colluvions ferrallitiques provenant des crevasses d'Analamarina étaient au départ de fertilité très faibles, elles ont été améliorées par de fortes fumures organiques au fumier de ferme et quelques apports minéraux.

Les quantités de fumure organique apportées sur ces rizières ont été de l'ordre de 15 t/ha pendant 3 années successives (1954-1957).

Les rizières d'Ambohidiaviavy sont situées sur des sols hydromorphes humifères - sols de marais évolués, présentant un niveau de fertilité moyen.

Evolution de la production en paddy et des surfaces cultivées

	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Superficies cultivées en rizières	5,50 ha	14 ha	20 ha	27,69 ha
Production globale annuelle en paddy	7,394 t.	17,875 t.	36,581 t.	51,516 t.
Rendement moyen en paddy en kg/ha	1.344 kg	1.276 kg	1.828 kg	1.860 kg

Les cultivateurs repiquent plus de 50 % des rizières du secteur pilote. Le village d'Andranorefina est resté fidèle au semis direct, cependant quelques cultivateurs commencent à repiquer.

Les variétés cultivées sont en majorité des riz locaux et un peu de Makalioka 752 et 34.

En 1958, le secteur Antandrokomby-Andranorefina avec 27 ha de rizières produisant 51 tonnes de paddy, arrive à se suffire à lui-même au point de vue riz de consommation.

Le rendement moyen de 1,866 t. à l'hectare obtenu en 1958 peut être considéré comme satisfaisant.

En quatre années la production globale de paddy est passée de 7,3 t. à 51,5 t.

Les cultivateurs ont été jusqu'à ce jour réfractaires au développement des cultures dérobées d'intersaison en rizières. Cependant des essais réalisés chez certains d'entre eux ont prouvé que le Soja et le blé pouvaient être cultivés avec succès en intersaison. Le blé Ariana cultivé en intersaison sur rizière peut donner des rendements de 12 quintaux/ha.

La paille de riz est transportée intégralement par les cultivateurs, de la rizière aux étables fumières individuelles (réserve fourragère et litière).

F/ Evolution et ventilation des prêts consentis aux cultivateurs de l'Association par la crédit agricole de 1955 à 1958

Objet de prêt	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Labours à façon avec affinage (cover crop)	111.515 F (31,79 ha)	29.502 F (8,40 ha)	125.210 F (32,80 ha)
Faisance valoir	93.000 F	293.000 F	81.500 F
Achat semences d'arachides sélectionnées		83.196 F	Semences sélectionnées remboursées en nature
Achats engrais minéraux		16.820 F	106.300 F
Achats boeufs de trait			12.500 F
Total des prêts	194.640 F	422.000 F	325.510 F
Nombre de cultivateurs bénéficiaires de prêts	26	36	35
Moyenne des prêts par cultivateur	7.486 F	13.570 F	9.300 F

Les prêts consentis aux cultivateurs de l'association agricole ont servi surtout aux labours à façons (1955 à 1957) et à la faisance valoir. Cependant, dès l'année 1956, les prêts ont servi également à l'achat de semences sélectionnées et à l'achat d'engrais minéraux.

Le poste achat d'engrais minéraux sur prêt a nettement augmenté en 1957-1958. Il faut noter qu'une partie des cultivateurs payent les engrais minéraux comptant à l'achat.

En 1958, des prêts seront consentis pour l'achat de boeufs de trait et de petit matériel agricole à trac-

tion animale. En effet, les labours à façons seront réduits en 1958 à 5 ha pour l'ensemble du secteur pilote, ceci en vue d'inciter les cultivateurs dont les terrains ont été aménagés et améliorés par quatre années de cultures mécanisées (défrichement) à effectuer par eux-mêmes les façons culturales.

L'association agricole du secteur pilote possède actuellement 8 charrues Brabant double, 1 semoir, des houes, 1 rouleau, 1 pulvérisateur à disques ; tout ce matériel étant à traction animale. Elle louera ce matériel aux cultivateurs membres de l'association ne possédant pas par eux-mêmes du matériel agricole, et ne possédant pas une superficie de terrain en assolement leur permettant le plein emploi du matériel agricole individuel.

Ainsi sera réalisé "la relève du tracteur" par le matériel à traction animale.

G/ Répartition de la propriété foncière

En 1954 à l'origine des travaux, un parcellaire a été dressé par le service topographique d'Ambatondrazaka, ce parcellaire a permis à 38 chefs de famille du secteur pilote (sur 48 chefs de famille) d'acquérir légalement le terrain de culture sèche qu'ils cultivaient depuis plusieurs années par droit coutumier (le secteur est dans une réserve indigène) . Nous avons insisté sur l'affectation définitive des terrains de colline aux cultivateurs pour éviter le nomadisme cultural, principal facteur de dégradation des sols et pour permettre l'intensification de la culture (apports d'engrais - application de la rotation culturale).

Avec l'accord des cultivateurs, la limite des domaines a été ajustée au contour des lignes de niveau limitant les cultures.

Ce sont les membres de l'association agricole qui ont débattu entre eux les questions de limite de propriétés.

Pour 38 cultivateurs, ont été cadastrés 217 hectares 25 ares - soit 5,71 ha en moyenne par cultivateur.

Ces 217,25 ha comprenant tous les sols de la classe III (pente inférieure à 12 %, 158 ha) et certaines portions des sols de la classe VI et VII pâturage et reboisements individuels.

De plus 68,94 ha ont été titrés au nom de l'association agricole d'Antandrokomby-Andranorefina. Cette superficie correspondant aux terrains reboisés et aux pâturages collectifs (classe VI d'utilisation).

La dimension des terrains titrés par tête de cultivateur varie de 23 à 1 ha . Cette répartition est représentative de l'occupation coutumière du sol en 1953 avant le début des travaux. Il y a 14 propriétaires ayant plus de 10 ha ; 6 propriétaires ayant entre 5 et 10 ha ; 7 propriétaires ayant entre 2 et 5 ha ; 11 propriétaires ayant moins de 2 ha.

L'affectation des terrains de rizières (classe II sols de bas-fonds) n'a pas été abordée, en effet des désaccords profonds se sont élevés en 1953, alors qu'il n'existait que 5 ha de rizières au sujet de la propriété des terrains de bas-fonds, alors en friche, entre cultivateurs Sihanaka d'Andranorefina, premiers occupants du terrain, et cultivateurs Merina et Betsileo nouveaux arrivés dans le pays, spécialisés dans la culture des collines.

Un partage à l'amiable a été réalisé après la création de l'association agricole, 27 ha de bas-fonds sur les 30 ha existants sont actuellement aménagés en rizière et répartis entre les cultivateurs sans affectation foncière définitive. Mais nul ne conteste l'occupation actuelle des sols de la classe II.

H/ L'association agricole d'Antandrokomby-Andranorefina a été créée en 1954 en utilisant les statuts d'association agricole du décret du 25 Mai 1939.

Le capital social de l'association a été constitué par un droit d'entrée de 480 Frs par membre et par les cotisations annuelles fixées à 250 Frs par membre.

L'association est administrée par un conseil composé d'un président, un vice-président, un secrétaire trésorier et quatre membres, tous élus par les cultivateurs inscrits à l'association.

43 cultivateurs se sont inscrits à l'Association.

Activités de l'association agricole

1°) Commercialisation des produits - Production de semences d'arachides sélectionnées.

La création de l'association agricole a permis dès 1955 de valoriser certaines productions agricoles.

Le maïs était vendu en épis à 5 Frs le kilo ; après s'être assuré un marché (exploitations d'élevage de la région Alaotra), l'association l'achète maintenant en grains à 9 Frs le kilo aux cultivateurs membres et le revend 11 à 12 Frs le kilo.

Une partie de la récolte est broyée et vendue à un prix plus rémunérateur.

- En 1956-1957, le groupement de collectivités d'Ambatondrazaka a passé avec l'association d'Antandrokomby un contrat pour la production de semences d'arachides sélectionnées.

Les semences sélectionnées de Valencia 247 ont été fournies par la station agronomique du Lac Alaotra.

La totalité des arachides cultivées cette année-là sur le secteur pilote a servi à la production de semence. Sur 33 ha cultivés, 61 tonnes d'arachides Valencia ont été produites et après un premier triage, 53 tonnes ont été achetées par le groupement de collectivités au prix de 25 à 28 Frs le kilo.

- En 1957-1958, un effort a été fait dans le sens de l'amélioration de la qualité des semences d'arachides achetées par le groupement de collectivités.

L'association agricole a vendu au groupement de collectivités :

6.221 kg d'arachides de semences de catégorie A₁
à 25 Frs le kg.

14.911 kg d'arachides de semences de catégorie A₂
à 24 Frs le kg.

11.632 kg d'arachides de semences de catégorie B
à 21 Frs le kg.

Elle a remboursé au groupement de collectivités 6.650 kg de semences d'arachides (conditions du contrat semencier). Par conséquent sur la production globale de 98 tonnes d'arachides produites en 1958, l'association a produit 39.414 kg d'arachides de semences Valencia 247.

Le reste de la récolte a été vendu au commerce local à 16/17 Frs le kg.

Le secteur pilote fonctionne donc pour la région du Lac Alaotra comme centre multiplicateur de semences d'arachides - Ce centre multiplicateur est auto-financé.

En 1959 l'association effectuera le triage et la commercialisation des arachides non retenues comme semence.

La commercialisation des semences fourragères et des semences d'engrais vert se fait aussi par l'intermédiaire de l'association agricole.

Le secteur pilote est un des premiers fournisseurs de Madagascar de semences de *Chloris gayana*, *Eragrostis abyssinica*, Vigna, Soja, Ambrevade. Un effort important reste à faire en ce domaine.

2°) Utilisation de matériel agricole à traction animale.

L'association agricole a acquis 8 charrues brabant double qu'elle loue aux cultivateurs à raison de six cent francs l'hectare, ou trois mille six cents francs par an.

Un pulvérisateur à disques, un rouleau, une faucheuse, des houes ont été également mis à la disposition de l'association par divers organismes (groupement de collectivités, Service de l'Élevage, Conservation des Sols), pour développer l'utilisation du matériel attelé.

Un semoir à traction animale, un pulvériseur à disques ont été achetés par l'association en 1958.

Tout ce matériel de démonstration est mis à la disposition des membres de l'association.

3°) Enfin le conseil d'administration de l'association centralise les demandes individuelles de prêts au crédit agricole. L'agent d'encadrement du groupement de collectivité étudie les demandes de prêts, compte tenu pour chaque cultivateur, de sa production antérieure, de ses intentions et de ses possibilités pour la campagne culturale future. Le prêt consenti au cultivateur doit être éducatif, il doit aider le paysan sans l'endetter.

Les demandes de prêts, une fois étudiées, sont soumises à l'approbation du Conseil d'Administration de l'association.

L'association dépose une demande globale de prêts. Elle est responsable du remboursement des prêts. Jusqu'à ce jour tous les prêts consentis aux cultivateurs du secteur pilote ont été remboursés sans difficultés.

4°) Investissements réalisés par l'association agricole d'Antandrokomby-Andranorefina.

L'association a construit une école qui a coûté 104.712 Frs. Elle a assuré pendant plus d'un an la solde d'un instituteur libre.

En Juin 1958, l'école d'Antandrokomby est devenue école officielle.

I/ Réalisation en matière d'élevage

En 1954 le Service de l'Elevage a constitué un troupeau collectif groupant 35 vaches zébus non tuberculeuses prélevées chez les cultivateurs possédant un troupeau. 1 taureau métis Normand et 1 taureau métis Friseland ont été joints au troupeau collectif, ainsi que 5 génisses métis normandes.

Le troupeau collectif a été maintenu jusqu'en 1956, l'association agricole a alors décidé de rendre à

chaque cultivateur le bétail qui lui appartenait à l'origine et son croît.

Les taureaux métis et les génisses normandes ont été répartis entre les cultivateurs les plus méritants. Pratiquement tous les propriétaires éleveurs du secteur pilote possèdent actuellement de jeunes métis normands ou Friselandis.

Chez 41 cultivateurs, possesseurs de bétail, il y avait en 1958 un total de 325 bovins répartis de la façon suivante :

84 boeufs dressés
38 boeufs non dressés
4 taureaux
87 vaches
83 génisses et taurillons zébus
19 jeunes métis normands
10 jeunes métis Friselandis.

Le propriétaire le plus riche a 30 bovins.

Il y a 11 cultivateurs ayant plus de 10 bovins
8 " ayant entre 5 et 10 bovins
11 " ayant entre 2 et 5 bovins
11 " ayant 1 ou 2 bovins.

L'évolution du troupeau bovin sur le secteur pilote entre 1953 et 1958 a été le suivant :

1953	234	bovins
1954	241	"
1955	262	"
1956	286	"
1957	309	"
1958	325	"

Au cours de cette période, 7 cultivateurs qui n'avaient pas de bétail en 1953 en ont acquis.

L'accroissement du troupeau est dû surtout à l'achat de boeufs de trait et à l'augmentation du croît du troupeau (fort pourcentage de jeunes). En 1958, il y a dans le troupeau 34 % de bétail de moins de deux ans, 26 % de vaches, 37 % de coupés, 3 % de taureaux.

Avec leurs bénéfices sur les cultures, les membres de l'association agricole ont acheté des boeufs. C'est un investissement coutumier contre lequel il est difficile de lutter.

Malheureusement ces boeufs ne sont pas tous des bêtes de trait, capables de fournir du travail. Les cultivateurs d'Andranorefina en particulier semblent avoir acquis des boeufs pour faire de l'élevage sentimental et contemplatif.

D'autres cultivateurs ont songé à l'avenir et n'ont acquis que des bêtes de trait.

La forte proportion de jeunes dans le troupeau est un bon signe.

Il n'y a eu sur le secteur pilote aucune mortalité au cours des années 1955 à 1958.

Les vaccinations sont faites régulièrement par le service de l'élevage et le détiçage est effectué par l'agent d'encadrement du groupement de collectivités.

En moyenne chaque bovin du secteur pilote est détiçqué 15 fois par an.

La plus grande partie du cheptel rentre chaque soir dans les étables fumières aménagées par chaque famille : étables couvertes, litières d'Aristida et de chien-dent ; paille de riz, paille de Chloris gayana après récolte des graines, fanes d'arachides constituent les principales nourritures d'appoint.

J/ Etude du prix de revient des travaux réalisés sur le secteur pilote

Les crédits FIDES ont porté sur 3 exercices :

	1ère année 1953-1954	1954-1955	1955-1956 y compris aide américaine
Achat de matériel	9.000.000		754.000 Frs
Construction - Magasins - Logement chef secteur et Mécanicien	1.500.000		
Construction des barrages en terre			800.000
Protection "Lavakas"			700.000
Aménagement des pistes - route d'accès			1.000.000
Fonctionnement	2.000.000	5.300.000	2.500.000
TOTAL	12.500.000	5.300.000	5.754.000

Il est très difficile d'effectuer une ventilation exacte des crédits par paragraphes d'activités.

La plus grande partie du matériel acheté en 1953-1954 n'a servi qu'à mi-temps sur le secteur pilote ; ce matériel -Tracteur TD9, Scraper, Camion Renault- a été utilisé par la suite aux travaux d'extension de conservation des sols dans la région Alaotra.

L'infrastructure du secteur pilote : route d'accès, pistes (15 km de pistes desservant les parcelles cultivées) barrage en terre, fixation des lavakas qui ensablent les zones de bas-fonds, constructions, a coûté 4 millions, auxquels il faut ajouter l'amortissement du matériel soit 4.875.000 Frs (matériel amorti en 6 ans, trois années de travail sur le secteur pilote).

L'infrastructure du secteur pilote est revenue à 8.875.000 Frs.

Les frais de fonctionnement 9.800.000 Frs, en trois ans, ont permis l'aménagement anti-érosif sur 158 ha de sols de la classe III, les premiers labours de défrichement, gratuits en 1954-1955, le nivellement d'une vingtaine d'hectares en terrasses, la fixation des crevasses, le reboisement en Eucalyptus et Mimosa sur 50 ha; la conduite du troupeau collectif pendant deux années, la réalisation des travaux d'expérimentation, indispensables pour la mise au point des techniques culturales sur les différents types de sols.

Le secteur pilote fonctionnant comme banc d'essai pour les cultures de tanety a permis la mise au point de la rotation culturale arachides, légumineuses à graines, maïs ou haricots, prairie temporaire de Chloris, la mise au point de la fertilisation des arachides sur les principaux types de sols. Cette partie expérimentale réalisée en régie a grevé lourdement le budget de fonctionnement du secteur pilote de 1953 à 1956.

Par contre depuis 1956, le secteur pilote vit en auto-financement en liaison avec le groupement de collectivité d'Ambatondrazaka.

- Un calcul de prix de revient réalisé sur les secteurs d'extension a montré d'autre part que le seul tracé mécanique de courbes de niveau sur les sols de la classe III revient à 5.000 Frs l'hectare (fonctionnement tracteur, équipe topographique, solde du chef de chantier).

- Répartis sur un secteur 200 ha de sols de la classe III, le tracé des courbes de niveau, l'implantation de l'assolement :

- 1/4 - arachides
- 1/4 - légumineuses à graines
- 1/4 - manioc - maïs ou haricots
- 1/4 - prairie temporaire- chloris, teff ou jachère, et les premiers apports d'éléments fertilisants, donnent un prix de revient de 15.000 Frs par ha.

Une étude sur les prix de revient des principales cultures a été faite chez divers cultivateurs du secteur pilote.

Pour les arachides le prix de revient d'un hectare de culture varie entre 5.500 Frs et 16.000 Frs selon l'utilisation du tracteur, des engrais minéraux, la fréquence des sarclages, etc...

Un prix de revient moyen serait de :

- Labour à façon au tracteur	3.500	Frs	l'ha.
- Apport d'engrais chimique NPK 10kg - 50kg - 30kg	4.275	"	"
- Semis : 20 journées d'homme à 100 Frs ...	2.000	"	"
- 2 sarclages : 32 jours à 100 Frs	3.200	"	"
- Arrachage 16 jours à 100 Frs	1.600	"	"
			<hr/>
TOTAL	14.575	Frs	l'ha.

Pour une récolte moyenne de 1.400 kg/ha à 20 Frs le kg, soit 28.000 Frs, le bénéfice moyen est de 13.500 Frs/ha. Ce prix de revient moyen devrait pouvoir être abaissé en labourant à la charrue à boeufs, en semant en ligne au semoir et en binant à la houe attelée.

Pour le Maïs le prix de revient d'un hectare de culture est ainsi chiffré :

- Labour	3.500	Frs
- Semis par les soins du cultivateur		
- Sarclage 20 journées/ha	2.000	"
- Cueillette 8 journées/ha	800	"
- Egrenage	800	"
		<hr/>
TOTAL	7.100	Frs

Les rendements oscillent entre 500 et 1.000 kg de grains à l'ha. (moyenne 750 kg/ha), vendu à 12 Frs le kg, 9.000 Frs de recette à l'ha.

Le maïs ne laisse pratiquement aucun bénéfice. Cela explique son abandon par les cultivateurs.

- Pour les haricots le prix de revient d'un ha de culture peut ainsi être estimé :

- Labour	3.500	Frs
- Semences	1.050	" (7 vate à 150 Frs)
- Sarclages 20 journées/ha	2.000	Frs
- Cueillette 4 journées/ha	400	"
	<hr/>	
TOTAL	6.950	Frs

le rendement à l'ha varie de 500 kg à 1.000 kg/ha.

Recette minimum 500 kg x 30 Frs = 15.000 Frs
Bénéfice minimum 15.000 - 6.950 = 8.050 Frs/ha

- Pour une culture de Chloris gayana (production grainière), il faut compter à l'hectare :

- 1 labour	3.500	Frs
- Semis à la volée 3 journées/ha	300	"
- Hersage-roulage matériel attelé 2 journées/ha	500	"
- Récolte de graines à la main (30 journées de femmes/ha)	3.000	"
- Fauchage pour régénération de la prairie après récolte des graines (matériel attelé)	1.000	"
	<hr/>	
TOTAL	8.300	Frs/ha

La récolte est d'environ 60 kg de graines à l'ha, les semences ont été achetées jusqu'à ce jour 400 Frs le kg mais pour s'aligner sur les prix d'Afrique orientale, il faudra faire les prochains achats à 300 Frs le kg ;
60 kg à 300 Frs = 18.000 Frs.

Le bénéfice reste de l'ordre de 10.000 Frs l'ha.

- Les légumineuses à graines - Vigna, Ambérique, Soja sont semés après le passage d'un pulvérisateur à disques sur un terrain cultivé précédemment en arachides.

- passage pulvérisateur à disques	800	Frs l'ha
- semis 2 journées/ha	200	"
- hersage 2 journées/ha	200	"
- récolte 25 journées/ha	2.500	"
- battage 15 journées/ha	1.500	"
	<hr/>	
TOTAL	5.200	Frs

Le rendement moyen en graines est de 800 kg/ha vendus à 25 Frs le kg soit 20.000 Frs - le bénéfice à l'ha est de 12.500 Frs.

K/ Evolution des budgets familiaux et du pouvoir d'achat des cultivateurs du secteur pilote

Une étude des budgets familiaux réalisés en 1954-1955 avait indiqué :

1°) pour le type "gros cultivateur" - superficie en assolement 19,01 ha.

Recettes	{	arachides 3 t.420 à 18 Frs le kg	=	61.560 Frs
		maïs 0 t.340 à 5 " "	=	1.700 "
		vigna 158 kg à 15 " "	=	2.370 "
		(semences fourragères)		
		TOTAL		65.630 Frs

la main d'oeuvre est uniquement familiale.

En 1954, ce propriétaire n'avait pas de rizière. Il possède 14 bovins, mais ne tire aucune ressource de son élevage. Son pouvoir d'achat annuel est de 65.630 Frs.

2°) pour le type "moyen cultivateur", les recettes annuelles s'élèvent à 43.282 Frs.
superficie en assolement 7,87 ha.

Récoltes vendues	{	arachides 2 t.234	=	40.212 Frs
		maïs 0 t.404	=	2.020 "
		vigna (Vohem) 0 t.070	=	1.050 "
		(semences fourragères)		
		TOTAL ..		43.282 Frs

Ce cultivateur possède 2 boeufs de trait - Culture uniquement familiale.

Son pouvoir d'achat annuel est de 43.282 Frs.

3°) le type "petit cultivateur" à 3,97 ha en assolement

Récoltes vendues	{	arachides 763 kg	=	13.248 Frs
		maïs 546 kg	=	2.730 "
		vigna 48 kg	=	720 "
		TOTAL ..		16.698 Frs

Ce cultivateur ne possédant pas de charrue, ni de boeufs de trait a dû payer à l'association agricole 3.500 Frs/ha pour le labour à façon.

Son pouvoir d'achat net annuel s'élève donc à
16.698 - 7.000 = 9.698 Frs.
=====

Pour la campagne 1954-1955, le secteur pilote a exporté :

40 tonnes d'arachides à 18 Frs le kg/	= 720.000 Frs
4,49 t. de maïs à 5 "	" = 22.450 "
1.000 kg de vigna à 15 "	" = 15.000 F"
TOTAL		<u>757.450 Frs</u>

Cette production a été fournie par 38 cultivateurs chefs de famille (il y a 10 cultivateurs qui n'ont rien exporté).

Le revenu global du secteur est de 757.950 Frs à diviser entre 48 familles. Le revenu familial moyen est de 15.780 Frs.

La production totale de paddy s'élevait à 7.394 kg pour l'ensemble du secteur. Une bonne partie des revenus de la zone pilote passait à l'achat de riz de consommation. En effet, pour 200 habitants, en comptant une consommation moyenne de 200 kg de paddy par an et par habitant, il faudrait 40.000 kg de paddy. Le déficit en paddy est de 33.000 kg (coût 330.000 Frs). La moitié du revenu du secteur pilote en 1954 passait donc à l'achat de paddy.

En 1957, une nouvelle étude des budgets familiaux a été réalisée chez les cultivateurs du secteur pilote.

1°) le type gros cultivateur, outre les 19 ha de terre de culture sèche, ce cultivateur a bénéficié de l'octroi de 1,3 ha de rizières.

Sa production exportée a atteint :

{	arachides	5.649 kg à 28 Frs	=158.172	Frs
{	maïs	360 kg à 10 "	= 3.600	"
{	semences four-			
{	ragères	15 kg à 400 "	= 6.000	"
{	Chloris gayana			
{	vente d'un boeuf		17.000	"
			<hr/>	
			184.772	Frs

Les frais de culture se sont élevés à 34.125 Frs (main d'oeuvre pour sarclage, achat d'engrais, semence, etc...) En dehors du sarclage, la culture est familiale. Le revenu global de ce cultivateur est de 184.772-34.125 = 150.647 Frs.

Ce cultivateur possède 1 charrette, 1 charrue, 24 boeufs dont 8 boeufs de trait, une étable fumière particulièrement bien aménagée.

Il n'a pas demandé de prêt au crédit agricole.

Au cours de l'année, il a dépensé :

- (7.050 Frs d'impôts
- (11.882 Frs pour le bornage de son terrain (demande domaniale titre définitif)
- (34.000 Frs pour l'achat d'une charrue et de petit matériel agricole.

Sa production de paddy (2.600 kg) et de cultures vivrières diverses doit suffire à la consommation familiale.

Le pouvoir d'achat de ce cultivateur, particulièrement méritant est passé de 65.630 Frs en 1954 à 150.647 Frs en 1957.

2°) le type moyen cultivateur

superficie en assolement : 7,87 ha
rizières aménagées : 0,88 ha

La production exportée atteint :

{	Arachides	2.390 kg à 28 Frs	= 66.920	Frs
{	Maïs	350 kg à 10 "	= 3.500	"
{	Chloris	30,25 kg à 400 "	= 12.100	"
{	Teff	20,10 kg à 150 "	= 3.015	"
{	Soja	11 kg à 25 "	= 275	"
{	Vigna	57,3 kg à 25 "	= 1.434	"
			<hr/>	
		TOTAL	87.244	Frs

Les frais de culture s'élèvent à 20.545 Frs couverts par un prêt du crédit agricole et répartis de la façon suivante :

Labour à façon	2.200 Frs
Achat semences	1.725 "
Achat engrais	1.600 "
Faisance valoir	15.000 "
(sarclage)	
TOTAL	<u>20.545 Frs</u>

Le remboursement du prêt au crédit agricole s'est élevé à 21.490 Frs.

Le pouvoir d'achat de ce cultivateur est de 87.244 - 21.490 = 65.754 Frs.

Son pouvoir d'achat annuel est passé de 43.282 43.282 Frs en 1954 à 65.754 Frs en 1957.

Il a dépensé en	5.850 Frs	d'impôts
1957 :	8.000 Frs	pour demande
		domaniale titre définitif
	9.000 Frs	d'achat de paddy de consommation
	16.000 Frs	d'achat de matériel agricole et achat de porcs d'élevage.

TOTAL 59.620 Frs

Sa production de paddy a atteint 1.500 kg, il a dû acheter 900 kg de paddy supplémentaire pour suffire à la consommation familiale. Il possède une charrue - 2 boeufs de trait - 1 étable fumière.

3°) type petit propriétaire - sa surface en assolement en culture sèche a été augmentée de 2 ha, elle est passée de 3,97 ha en 1954 à 5,97 ha en 1957, il a cultivé 2,96 ha d'arachides produisant 3.102 kg à 28 Frs :

	86.856 Frs
il y récolte 16,5 kg de chloris à 400 Frs :	<u>6.600 "</u>
	93.456 Frs

Il n'a pas cultivé de maïs, plus de la moitié de son assolement est en arachides, le reste en prairie de chloris et en jachère.

Les frais de culture se sont élevés à 20.020 Frs couverts par un prêt du crédit agricole et répartis comme suit :

Labour à façon	3.295 Frs
Achats semences	2.525 " association
Achats semences	1.100 Frs station agronomique
Engrais minéraux	800 Frs
Faisance valoir (sarclage)	12.000 Frs
TOTAL	
20.020 Frs	

Son pouvoir d'achat annuel est passé de 9.698 Frs en 1954 à 72.536 Frs en 1957. Sa superficie en assolement a presque doublé, de plus il a bénéficié de l'octroi de 1,2 ha de rizières, qui ont produit 1.845 kg de paddy.

Ses dépenses en 1957 ont été les suivantes :

Impôts	3.050 Frs
Bornage du terrain titre définitif	9.050 "
Construction d'un tombeau en pays Merina ..	40.000 "
52.100 Frs	

Ce cultivateur est particulièrement méritant, mais il ne s'est pas équipé, il ne possède, ni boeuf de trait, ni charrue.

Le revenu global du secteur pilote en 1957 a été de :

60.500 kg d'arachides à 28 Frs ..	1.694.000 Frs
10.477 " de maïs à 10 Frs	100.477 "
420 " de chloris gayana à 400 Frs	168.000 "
238 " de teff à 150 Frs	35.700 "
1.720 " de vigna Soja à 25 Frs	43.000 "
TOTAL	
2.041.177 Frs	

Le total des dépenses de culture s'est élevé à 442.000 Frs couverts à peu près intégralement par les prêts du crédit agricole. Revenu total annuel 1.599.177 Frs.

Le revenu brut du secteur pilote est passé de 757.000 Frs en 1954 à 1.599.000 Frs en 1957. Il a donc doublé.

Pour 46 chefs de famille producteurs pendant l'année 1957, le pouvoir d'achat moyen annuel a été de :

$$\frac{1.599.000 \text{ Frs}}{46} = 34.760 \text{ Frs.}$$

De 1954 à 1957 le pouvoir d'achat moyen familial est passé de 15.780 Frs à 34.760 Frs.

La production de paddy est passée de 7 t. en 1954 à 36 t. en 1957 ; elle arrive presque à suffire à la consommation du secteur pilote. Pendant l'année 1957 le revenu total du secteur pilote (1.599.000 Frs) a été utilisé de la façon suivante :

- paiement des impôts	160.355 Frs
- frais d'acquisition du terrain (bornage)..	162.194 "
- grosses dépenses familiales - frais de scolarité des enfants pensionnaires à Ambatondrazaka - Achat de paddy de consom- mation (il y a 10 cultivateurs qui achè- tent encore du paddy)	168.825 "
- achat de matériel agricole - achat de boeufs de trait - porcs - vélos	211.600 "
	<hr/>
Total des dépenses	<u>702.974 Frs</u>
(restent pour vivre) disponibilité	896.203 Frs

En 1957-1958 les recettes du secteur pilote ont été de 98 tonnes d'arachides au prix moyen de

21 Frs le kg	2.058.000 Frs
2.800 kg de maïs à 10 Frs le kg ..	28.000 "
Semences fourragères chloris	340.000 "
Teff et divers	125.000 "
Vigna - Soja - Ambérique	83.000 "
	<hr/>
TOTAL	2.634.000 Frs

les frais de culture se sont élevés à 325.510 Frs couverts par les prêts du crédit agricole et à approximativement 220.000 Frs de dépenses non couvertes par les prêts.

Le revenu global du secteur pilote est donc passé à 2.088.490 Frs pour 48 familles, soit un revenu moyen familial de 43.510 Frs.

Cette même année, la production totale de paddy a atteint 51 tonnes, couvrant ainsi largement pour la première fois les besoins de la population du secteur pilote.

Tableau résumant l'étude des budgets familiaux et le revenu global
du secteur pilote

	1954-1955	1955-1956	1956-1957	1957-1958
Production d'arachides en tonnes	40 T.	52 T.	60,5 T.	98 T.
Production de paddy en tonnes	7,39 T.	17,87 T.	36,58 T.	51,51 T.
Production de maïs en tonnes	4,93 T.	8,82 T.	10,47 T.	2,8 T.
Revenu global du secteur pilote (production exportée - arachides, maïs, semences fourragères moins frais de culture)	757.450 F	1.037.560 F	1.599.177 F	2.088.490 F
Prix de vente moyen du kg d'arachides	18 F	22 F	28 F	21 F
Revenu net - pouvoir d'achat moyen par cultivateur	15.780 F	21.615 F	34.760 F	43.510 F
Valeur totale de la production y compris paddy et cultures vivrières	831.350 F	1.311.400 F	2.406.977 F	3.149.100 F
Valeur totale de la production par cultivateur	17.319 F	27.320 F	50.140 F	65.606 F
Frais de culture moyens annuels par cultivateur (différence entre valeur de la production et pouvoir d'achat)	1.539 F	5.705 F	15.385 F	22.096 F

Le paddy est compté à 10 Frs le kg.

Pour une augmentation du revenu net par cultivateur de 15.780 Frs à 43.510 Frs soit 27.730 Frs ; il a fallu consentir une augmentation des frais de culture de 1.539 Frs à 22.096 Frs = 20.557 Frs.

Les frais de culture peuvent être considérablement réduits en développant la culture attelée. C'est vers ce but que s'orientera le secteur pilote dans les années à venir.

Le principal résultat obtenu par le secteur pilote d'Antandrokomby a été de prouver qu'en milieu rural les techniques de conservation des sols pouvaient être intégralement adoptées.

L'établissement d'un parcellaire en fonction des données fournies par la carte d'utilisation des sols, la possibilité pour chaque chef de famille d'acquérir définitivement des terrains de culture sèche, l'aide matérielle efficace fournie par la mécanisation lors des premières années d'installation de la rotation culturale conservatrice, la création de l'association agricole, sont les clefs de la réussite d'une telle opération.

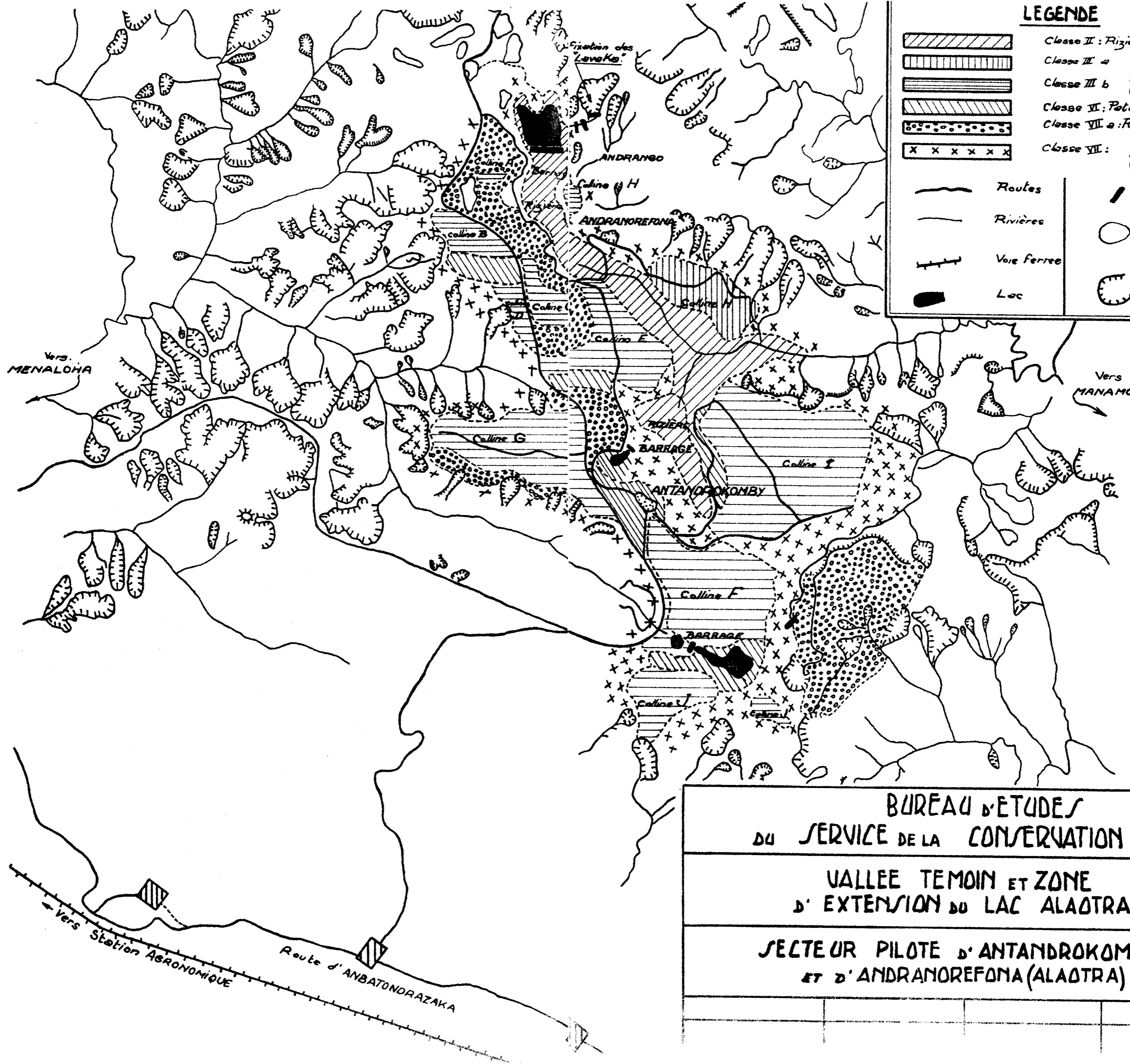
L'assistance matérielle apportée par la mécanisation lors des travaux de défrichement et de régénération des sols, a seule permis l'implantation rapide de l'assolement. Il faut signaler que dès la deuxième année, les travaux à façons ont été payants (prêts du crédit agricole). Ils auraient pu être effectués à titre onéreux dès la première année. Après quatre années d'assistance technique intensive, le secteur pilote est capable de poursuivre sa route par lui-même en bénéficiant du seul encadrement du groupement de collectivités.

Arrivera-t-on en ce qui concerne la mise en valeur des "tanety" malgaches à travailler plus vite ?

Les techniques mises au point sur le secteur pilote sont susceptibles d'être étendues à l'ensemble des terrains de culture sèche qui bordent la cuvette Alaotra, et à de nombreux terrains de culture des plateaux malgaches.

LEGENDE

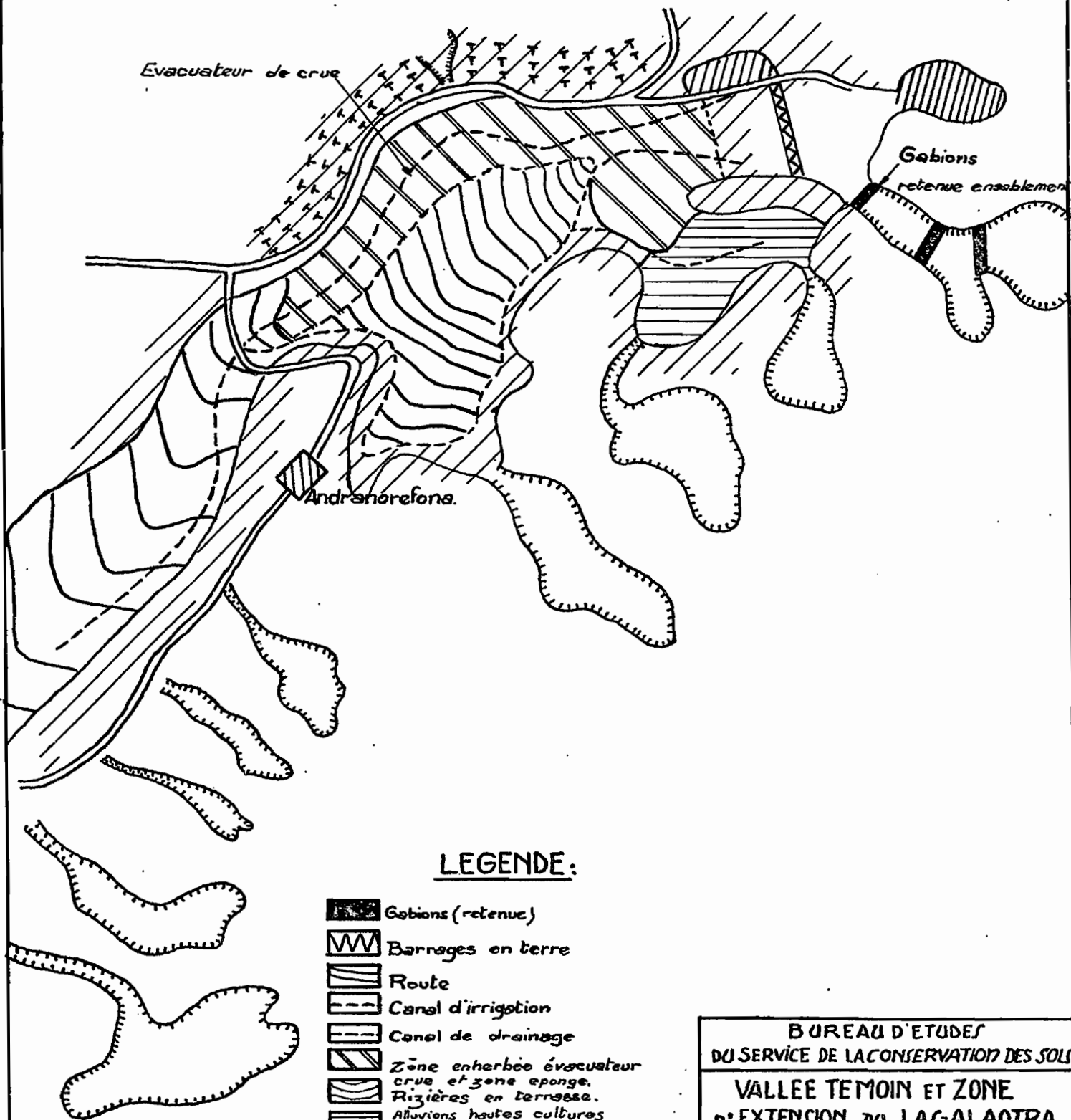
	Classe II : Rizières		
	Classe III a	} Sols de culture sèche	
	Classe III b		
	Classe IV : Paturage		
	Classe VII a : Reboisement		
	Classe VII :	} Sans utilisation trop écorché trop érodé	
	Routes		Barrage
	Rivières		Boqueteaux
	Voie ferrée		LavaKa
	Lac		















BUREAU D'ETUDES
 DU SERVICE DE LA CONSERVATION DES SOLS
 VALLEE TEMOIN ET ZONE
 D' EXTENSION DU LAC ALAOTRA
 SECTEUR PILOTE D'ANTANDROKOMBY
 ET D'ANDRANOREFONA (ALAOIRA)

AMENAGEMENT DE LA HAUTE VALLÉE D'ANDRANOREFONA

(Aménagement des rizières)



LEGENDE:

-  Gébions (retenue)
-  Barrages en terre
-  Route
-  Canal d'irrigation
-  Canal de drainage
-  Zône enherbée évacuateur crue et zone éponge.
-  Rizières en terrasse.
-  Alluvions hautes cultures Sèches (manioc)
-  Reste de forêt primaire
-  Terre de colline (zone en pente)
-  Fosses aveugle en quincance (ombroussaillement)
-  Crevasse-érosion en ravins.

BUREAU D'ETUDES
DU SERVICE DE LA CONSERVATION DES SOLS

VALLÉE TEMOIN ET ZONE
D'EXTENSION DU LAC-ALAOTRA

AMENAGEMENT DE LA HAUTE
VALLÉE D'ANDRANOREFONA

A l'Alaotra, en trois ans 2.500 ha ont été ainsi aménagés en courbe de niveau, sur les terrains de la classe III. Mais dans "l'extension", en liaison avec le groupement de collectivités d'Ambatondrazaka, les aménagements se sont limités au seul tracé des courbes de niveau. Ce n'est qu'un aspect de problème et cet aménagement ne portera ses fruits que lorsque les cultivateurs touchés par les travaux anti-érosifs auront pu mettre en place la rotation culturale conservatrice en développant leur matériel agricole à traction animale ou en se groupant en coopérative d'utilisation du matériel, en utilisant les fumures, en associant plus intimement l'agriculture et l'élevage.

III - ETUDE DE L'UNITE TECHNIQUE D'AMENAGEMENT

Notre sujet est limité à l'étude de la seule vallée-témoin qui s'étend sur 548 ha environ, l'aménagement des 2 autres vallées n'ayant porté pour le moment que sur les terrains cultivables.

Compte tenu du but recherché les principes de l'aménagement peuvent se résumer ainsi :

- utilisation des terres suivant leur vocation ;
- restauration des terrains dégradés et à forte pente $> 12 \%$;
- amélioration de la productivité des terrains de culture compte tenu de sujétions relatives aux risques d'érosion et de ruissellement excessifs.

A/ Utilisation des terres suivant leur vocation

La carte d'utilisation des sols établie à la suite d'une étude pédologique permet de distinguer :

- 76 ha de sol de classe II - sols humides, aménageables dans la proportion de 50 % en rizières après drainage et irrigation
- 89 ha de terres cultivables classe III dont 16 ha de bons sols - classe III a à pente faible $< 10 \%$, aptes à la culture, sous réserve de mesures anti-érosives et 73 ha classe III b de terres d'un niveau de fertilité passable

pour lesquels on a prévu 4 ans de régénération pour trois années de culture, ainsi qu'un aménagement anti-érosif de diversion adéquat (1)

- 22 ha à vocation pastorale à exploiter en évitant le surpâturage (classe VI)
- 27 ha à reboiser en Eucalyptus (classe VII a)
- 334 ha de classe VII b sans utilisation, car trop escarpés ou trop érodés.

B/ Restauration des terrains dégradés a forte déclivité

Les principes de traitement des terrains érodés couverts d'une végétation plus ou moins dégradée ont été établis à la suite de mesures du ruissellement et de l'érosion, malheureusement trop récentes, il est vrai, mais que l'on peut résumer ainsi :

1°) Dès que le couvert des graminées est voisin de 40 %, à ce moment là les parties supérieures des chaumes se touchent, les pertes en terre sont très faibles et limitées aux transports en suspension, même en l'absence d'horizon humifère, tandis que le taux de ruissellement maximum ne dépasse pratiquement pas 50 %.

2°) Lorsque le pourcentage du couvert est inférieur à 40 %, l'influence défavorable de la pente s'aggrave, le taux de ruissellement maximum peut dépasser 75 % et les pertes en terre sont supérieures à 20 T/ha.

3°) Contrairement à ce que l'on pensait, les pertes en terre sont importantes et supérieures à 20 T/ha sur les terres présentant un faciès d'érosion bovine (érosion du type 5). Le sol est alors recouvert d'une mince couche lisse qui paraissait jouer un rôle protecteur efficace.

(1) La surface totale des terres de classe III susceptibles d'être exploitées par les habitants y compris celles s'étendant sur les 2 autres bassins versants est de 158 ha.

4°) Les peuplements d'Eucalyptus de 6 ans environ sur pente de 15 %, dont l'étage dominant n'est pas encore complet, mais qui présente encore une strate herbacée, assurent une bonne protection contre l'érosion ; les pertes en terre sont pratiquement limitées aux transports en suspension et le ruissellement moyen est voisin de 5 à 10 % avec un maximum de 30 % comparable à celui d'une prairie homogène de *Cynodon dactylon* sur pente de 11 %. L'activité végétative continue de l'Eucalyptus et la puissance de son enracinement sont à l'origine d'une consommation d'eau supérieure à celle des formations herbacées.

5°) Sur les pâturages dégradés le sous-solage ne paraît pas réduire le ruissellement, alors que les pertes en terres sont encore importantes la première année.

Ces conclusions nous ont conduit :

- 1) à adopter la mise en défens des terrains dont le couvert est voisin de 40 % en assurant la protection contre les incendies.
- 2) à restaurer les pâturages dégradés, afin d'accélérer le rétablissement d'un équilibre naturel en dérivant une partie des eaux de ruissellement en excès par des fossés (réseaux de banquettes) et en favorisant des atterrissements sur les parties ainsi protégées, soit à l'aide de mottes de gazon disposées suivant les courbes de niveau, soit à l'aide de petits barrages en grillage de 10 cm de hauteur.
- 3) à reboiser les terrains dégradés mais encore suffisamment profonds.

Les reboisements d'Eucalyptus d'une superficie voisine de 50 ha bordent les bassins versants des réservoirs de retenue principaux.

Ils constituent une caisse d'épargne particulièrement avantageuse car le bois, qui fait totalement défaut, se vend très cher en raison du développement économique de la civette du Lac Alaotra. Le danger de concurrence entre la forêt et l'élevage a été atténué grâce à l'agriculture mixte.

L'Accacia dealbata a été introduit en mélange avec l'Eucalyptus dans les reboisements de protection.

Les graines préalablement traitées sont semées en poquets, distants d'environ deux mètres sur la ligne de sous-solage, au début des pluies (novembre). La levée est bonne, mais on observe une mortalité importante durant la saison sèche qui suit. Passée cette phase d'implantation, la croissance du plant s'accélère et l'arbre dépasse parfois la taille des Eucalyptus voisins. La multiplication par drageons réalise la colonisation des terres voisines. La fructification de cette espèce n'est pas exclue, compte tenu des premières floraisons observées récemment. Si elle se confirme, on peut espérer une dispersion de l'espèce encore plus importante.

Un gros effort reste à faire pour l'extension des reboisements, mais il ne pourra être réalisé qu'avec le concours d'initiatives particulières poussées par l'intérêt de la haute rémunération du capital engagé.

Les bourrelets des banquettes sont soit plantés en Eucalyptus ou Acacias soit enherbés avec du Cynodon dactylon ou du Kudzu (Pueraria phaseloïdes).

Le traitement des lavakas fut abordé d'une façon différente :

Le principe de la fixation consiste à traiter séparément chaque zone d'érosion et à rétablir le plus rapidement possible la pente d'équilibre par la modification du rapport $\frac{\text{charge}}{\text{débit}}$ en :

1°) dérivant la plus grande partie des eaux de ruissellement se déversant dans la zone d'érosion ;

2°) stabilisant la gorge par l'installation de fascinages, clayonnages et de barrages filtrants ;

3°) fixant de la même façon, les terres en mouvement à l'intérieur du cirque en vue de faciliter l'introduction la plus rapide possible d'un tapis végétal.

On distingue deux types de barrages :

1 - Les barrages du type panier suspendu

La hauteur maximum de ces barrages est de 60 cm. Le grillage est appliqué et ancré sur le fond du lit puis suspendu à un câble, parfois même un simple fil de fer suivant l'importance de l'ouvrage ; ce dispositif prend ainsi la forme d'un panier.

La principale difficulté réside dans l'ancrage du câble de suspension. Ces dispositifs souples, forment une sorte de ventre dès qu'ils sont remplis d'alluvions. La forme en V est toujours recherchée afin d'éviter l'affouillement des berges ; la pointe V dirigée vers l'aval au milieu du lit est le point bas vers lequel les eaux sont concentrées.

Pour éviter l'affouillement, on complète parfois ce dispositif d'un tablier formé de broussailles ou de rochers.

Le prix de revient d'un ouvrage de 15 m s'établit comme suit :

Grillage 200 Frs le mètre	3.000 Frs
Fil de fer	1.500 "
Ancrage métallique	3.000 "
Main d'oeuvre	1.500 "
	<hr/>
	9.000 Frs
	C.F.A.

Dès que l'atterrissement complet est obtenu, on plante sur les bas-côtés de la plage à alluvionnement du Kudzu, Mélinis minutiflora, Cynodon dactylon, etc...

L'installation de ces ouvrages est progressive, elle est poursuivie jusqu'à ce que le profil en long corresponde à une pente d'équilibre caractéristique de chaque système d'érosion.

2 - Les barrages du type panier fixé

Dans ce type, le grillage à paroi verticale est fixé à des piquets espacés de 0,75 m. à 1 m. les uns des autres tandis que la partie inférieure est fixée sur le

lit comme précédemment. Les piquets sont solidarités par du fil de fer.

Bien que la stabilisation ne soit pas encore complète, le taux de sédimentation du barrage réservoir de tête qui était annuellement de 1.500 à 2.000 m³ de sédiments a été réduit à quelques centaines de m³.

Il semble également que le débit d'alimentation ait été lui-même amélioré grâce au stockage de l'eau dans le sable.

C/ Améliorations de la productivité des terrains de culture à pente < 10 % (1)

Cette amélioration fut basée sur :

- 1) l'extension et l'intensification de la riziculture irriguée grâce à une meilleure utilisation des ressources en eau et à la récupération des terres aménageables ;
- 2) la substitution au système primitif de la jachère naturelle d'un processus de production intensif en mettant l'accent sur le développement de la production fourragère sur toutes les terres de classe III.

Chaque vallée présente donc :

Un barrage de tête en terre servant de retenue dont le bassin versant est reboisé en Eucalyptus, le réservoir irrigue les rizières situées à l'aval. Les terrains de classe III de pente < 10 % sont localisés sur les plateaux. Les cultures sèches pratiquées sont l'arachide, le maïs, les légumineuses à graines en assolement avec des prairies temporaires (Chloris). Ils ont protégés contre l'érosion par des haies isohypes et des fossés de diversion à faible déclivité (0,5 %, mais les pertes en terre

(1) Nous renvoyons le lecteur désireux de recueillir des renseignements plus complets à une étude de M. Roche qui traite spécialement de ce problème agronomique paru dans le Bulletin D. R. D. N° 195.

sont encore très fortes sur les cultures mal conduites (50-T/ha/an).

La surface actuellement cultivée par les 2 villages couvre 128 ha dont 27 ha de rizières, 74 ha de cultures en assolement et 27 ha de cultures diverses hors assolement.

Parallèlement à cette extension des surfaces cultivées, il faut noter une amélioration continue des rendements supérieurs à 1,5 T. pour l'arachide, et 1.860 kg de paddy pour les rizières. L'effort sur les cultures fourragères en assolement n'en est pas moins important, le secteur produisit en 1957-1958 près de 5 T. de semences de *Chloris gayana*, *Melinis minutiflora*, *Eragrostis abyssinica*, Soja, *Vigna*, *Cajanus indicus*, etc... Cette amélioration de la production fourragère et des revenus des agriculteurs a fait passer le troupeau de 234 bovins à l'origine à 325 en 1958, avec 34 % de bétail de moins de deux ans et 26 % de vaches. Les animaux sont régulièrement détiqués, précaution indispensable pour le bétail métis.

Si l'élevage porcin n'a pas suivi le même rythme, c'est en raison de la maladie de Teschen qui sévissait alors. Depuis, le service vétérinaire a mis au point un vaccin efficace - C'est sur ce dernier point que devrait porter l'effort dans les années à venir.

L'amélioration de l'économie rurale n'a pas porté seulement sur les cultures spéculatives, elle a plutôt cherché à combiner un reste d'autarcie avec le développement de plusieurs sources de revenue (arachide, production de graines fourragères, élevage, forêt), ce qui s'accorde d'ailleurs parfaitement avec la prudence coutumière du paysan qui conserve le souvenir des jours difficiles.

L'utilisation d'une parcelle de terre n'est pas uniquement fonction des conditions naturelles, techniques économiques ou financières. L'homme a toujours soif de dignité et n'aime pas être un obligé ; le premier objectif fut d'obtenir l'adhésion volontaire des cultivateurs en faisant intervenir la solidarité dans l'oeuvre à entreprendre. La création d'une Association agricole en 1955 ébauche de système coopératif répondait à cette préoccupation.

IV - CONCLUSIONS GENERALES

Les études et travaux réalisés jusqu'à ce jour à la "vallée-témoin" présentent un certain nombre d'insuffisances que nous résumons ci-dessous :

A/ Etudes

I - Générales :

Si d'une façon générale les problèmes d'érosion et de ruissellement ont été assez bien analysés, il n'en est pas de même des problèmes d'écoulement. A ce titre, il aurait fallu au préalable calibrer la rivière, ce qui malheureusement demande plusieurs années, ou tout au moins contrôler les débits. Ce dernier objectif n'a pu être réalisé par suite d'une difficulté de fonctionnement du limnigraphe que nous n'avons jamais pu mettre au point.

L'étude des nappes souterraines a également été négligée, faute d'un matériel suffisant.

L'absence de données sur l'écoulement n'a pas permis de faire les mesures de débit solide et de perte en terres globale, qui étaient pourtant essentielles.

II - Particulières :

L'analyse des exploitations individuelles en vue d'orienter leur réorganisation a été suffisamment poussée. Il aurait fallu procéder à des études de temps de travaux, d'analyse de budgets familiaux, de réorganisation foncières, etc... Cette attitude s'explique en partie par le fait que l'évolution devait être lente et progressive.

Ainsi il n'a pas été possible d'aboutir à un plein emploi des ressources naturelles et humaines, ce qui était difficile en raison de la survivance du régime foncier traditionnel.

B/ Travaux

L'ambiance psychologique favorable n'a pu être exploitée à fond faute de compréhension suffisante des

autorités de tutelle qui considéraient cette opération d'un oeil bienveillant certes, mais qui n'apportaient pas toujours un concours coordonné. Le changement des doctrines gouvernementales en matière d'action rurale eut des contre-coups - particulièrement sur le plan du financement (modalités d'octroi des prêts) que les intéressés comprenaient difficilement.

Malgré ces insuffisances, cette expérience apporte de nombreux éléments positifs dans les domaines de l'analyse physique et économique de l'érosion et des techniques et méthodes de lutte.

Nous disposons maintenant d'une méthode d'approche plus sûre d'aménagement des bassins versants, permettant de mieux apprécier l'importance des problèmes posés et de leurs solutions possibles.

A N N E X E 1

ESSAI D'ETABLISSEMENT DE BUDGETS FAMILIAUX

pour

LES CULTIVATEURS DE L'ASSOCIATION AGRICOLE

de la

Vallée-témoin

Année 1954-55

1°) Type gros propriétaire - Superficie en assolement
23 ha 57 ares.

Récoltes vendues	}	(Arachides	6,372 T à 18.000 F.la T =	114.696 Frs
		(Maïs	0,948 T à 5.000 F.la T =	4.740 "
		(Vigna (Vohem)	0,158 T à 15.000 F.la T =	2.370 "
		Total		121.806 Frs

(Production de semence fourragère)

(Riz pour mémoire consommation familiale

(Pommes de terre, haricots " "

Gain annuel 121.806 Frs.

La main d'oeuvre est uniquement familiale ;

Les frais de culture sont difficiles à estimer; en fait, le cultivateur faisant tout par lui-même, il ne débourse rien. Ce cultivateur possède : 1 charrette, 1 charrue brabant, l'attelage de boeufs de trait. Il ne tire aucun profit de l'élevage.

2°) Type moyen propriétaire - Superficie en assolement
7 ha 87 ares.

Récoltes vendues	}	(Arachides	2,254 T	40.212 Frs
		(Maïs	0,404 T	2.020 "
		(Vigna (Vohem)	0,070 T	1.050 "
		Total		43.282 Frs

(semences fourragères)

L'intérêt du système anti-érosif mis en place est de maintenir ou d'accroître le potentiel de fertilité des sols. Le cultivateur portant ses soins sur le quart de sa propriété, protégée contre l'érosion en nappes par la culture en bande, convenablement fertilisée, peut sur une superficie réduite obtenir des récoltes aussi importantes que celles qu'il obtenait auparavant sur une grande superficie exposée à l'érosion, non fertilisée allant chaque année en s'appauvrissant.

Le but est de fixer les cultivateurs sur un terrain peu étendu, mais bien protégé contre l'érosion. Il est préférable de cultiver 4 ha en bandes alternées à l'abri de l'érosion, que de faire de la culture extensive sur 12 ha, en abandonnant le terrain, une fois qu'il a été définitivement ruiné par l'érosion. Cette dernière technique ne peut aboutir qu'à la stérilisation d'un pays. De nombreuses régions des hauts plateaux de Madagascar en sont un exemple. Il est encore temps dans certaines régions d'éviter, en utilisant les techniques anti-érosives, la ruine totale du potentiel de production des sols en pente.

ESSAI D'ETABLISSEMENT DE BUDGETS
FAMILIAUX POUR LES CULTIVATEURS DU SECTEUR
DE LA CONSERVATION DES SOLS

Année 1956-57

1°) Type très gros propriétaire : RAMAROSON Ambavahadiromba

A/ Agriculture proprement dite :

Superficie totale 95 ha.

Arachides 3 ha 6 T (1 T pour semence
et 5 T vendues) 5 T x 25.000 125.000 Frs
=====

	Report	125.000	Frs
Manioc	1,800 ha : 56,760 Tx2.400 ..	136.224	"
Maïs	1,500 ha : 3,500 Tx6.000 ..	21.000	"
Riz (rendement encore non relevé)			
	Total	282.224	Frs
Dépense pour semence et main d'oeuvre .		60.000	"
Dépense pour labour à façon		20.000	"
	Dépense totale	80.000	Frs

Gain annuel : 202.224 Frs.

B/ Forêt :

Surface totale reboisée d'ici 30 ans = 50 ha
(Eucalyptus)

Vente des bois 100 stères x 300 Frs sur place =
30.000 Frs.

Dépense pour un stère 60 Frs (coupe et fendage)

Dépense totale = 6.000 Frs.

Gain annuel : 24.000 Frs.

Son gain total annuel s'élève donc à 226.224 Frs

Son gain mensuel 18.851 Frs

Ce cultivateur possède :

- 50 boeufs dont 16 pour les travaux des champs
- des volailles pour la consommation familiale
- un petit atelier pour la réparation des outils
- une étable fumière (200 m²)
- un couloir pour les bains et vaccinations des boeufs
- une charrette
- une charrue
- une herse, une houe
- un barrage pour alimenter les rizières.

Il fabrique aussi des briques.

2°) Type très gros propriétaire : RAKOTOSON Robert
Amparihitsckatra.

Surface cultivée : 5 ha.

Récoltes vendues : Arachides :

6 T x 30.000 Frs = 180.000 Frs

Les maïs pour l'alimentation des porcs.

Ce cultivateur a vendu au cours de l'année,
18 porcs pesant ensemble 1,600 T à 76.000 Frs la tonne

76.000 Frs x 16 = 121.600 Frs

Total 180.000 Frs + 121.600 Frs = 301.600 Frs
=====

Il a acheté au cours de l'année une charrette
valant 27.500 Frs

Frais de culture	10.000 Frs
Dépense totale	37.500 "
Son gain annuel s'élève donc à	264.100 "
Son gain mensuel	22.000 "

Ce cultivateur possède :

- un petit atelier pour la réparation des outils, matériels
- une charrette
- 6 boeufs
- une charrue - une houe, un semoir, une herse
- 25 porcs.

3°) Type moyen propriétaire : Rabeaupiana Betsianjora
(Tsarahonenana)

Surface cultivée 3 ha.

Récoltes vendues arachides :

3 T x 27.500 = 72.500 Frs

Maïs pour mémoire

Les frais de culture sont exclusivement familiaux.
Pour les essences, engrais, fumiers pas de dépense.

Son gain annuel est de	72.500 Frs
Son gain mensuel	6.040 "

Ce cultivateur possède :

- 20 boeufs
- une étable fumière en construction
- une charrue
- une herse en bois
- une charrette.

4°) Type petit propriétaire : Rakotondrazay - Tsarahonenana

Surface totale 2 ha.

Surface cultivée 80 ares.

Récoltes vendues arachides

1,080 T x 25.500 = 27.540 Frs

tabacs 114 kg = 10.100 "

TOTAL 37.640 Frs

Labour à façon : 2.500 Frs x 0,80 = 2.000 Frs
(charrue à boeufs)

Gain annuel : 35.640 Frs

Gain mensuel : 2.970 3

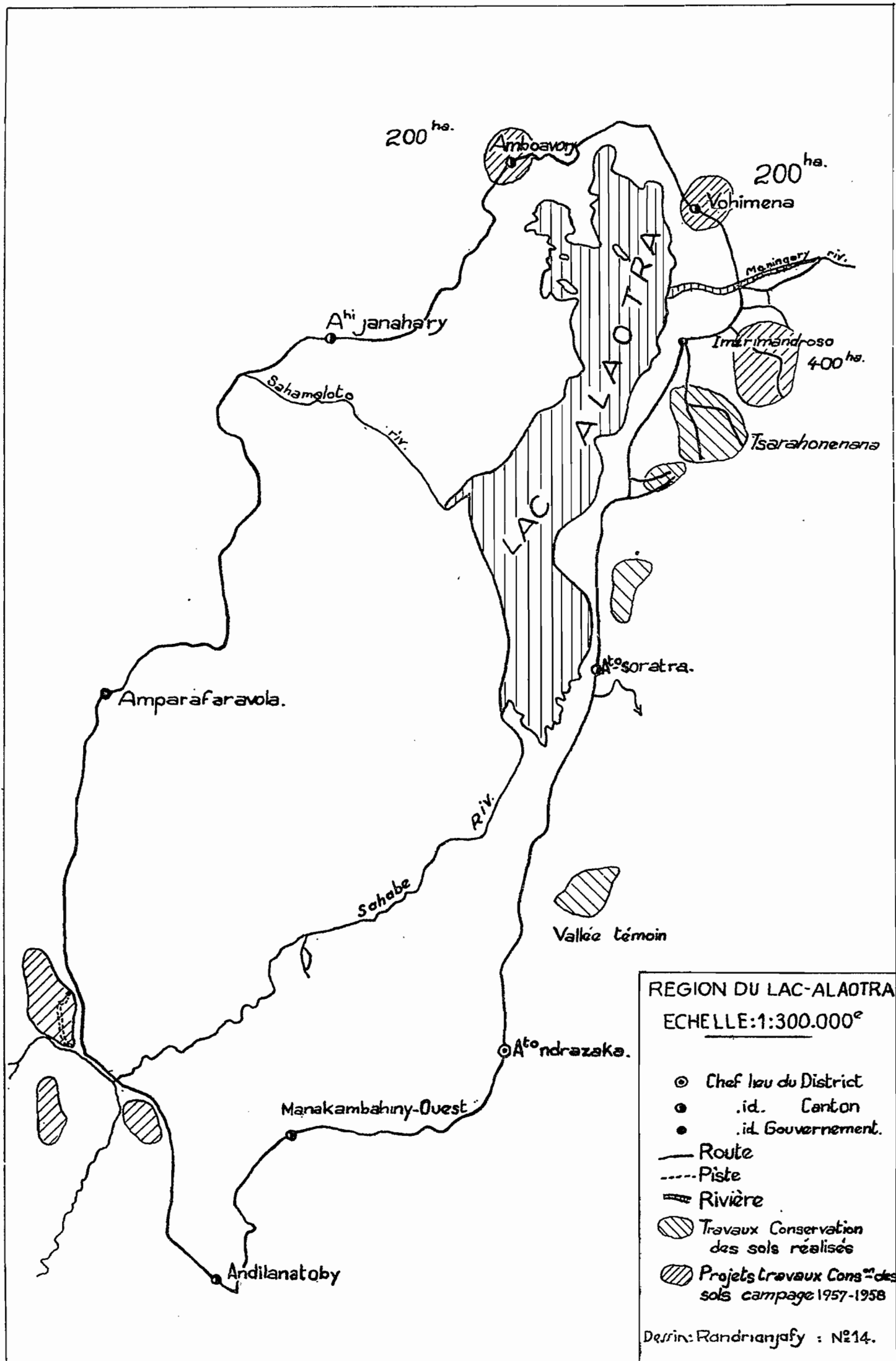
5°) Type petit propriétaire : Rakotoarivo J. de la Croix
(Tarahonenana)

Surface totale : 4 ha en courbe, non cultivée

Récolte riz 2,060 T pour la consommation familiale
et pour les semences ; ainsi que pour le manioc, les
légumes, les brèdes.

Ce cultivateur possède :

- 3 boeufs pour travaux
- 1 vache laitière
- des volailles pour l'alimentation familiale
- une charrue
- une houe
- 3 herses
- une charrette.



REGION DU LAC-ALAOTRA

ECHELLE: 1:300.000^e

- Chef lieu du District
- .id. Canton
- .id. Gouvernement.

- Route
- Piste
- ▬ Rivière

- ▨ Travaux Conservation des sols réalisés
- ▩ Projets travaux Cons^m des sols campagne 1957-1958

Desin: Randrianjafy : N°14.

A N N E X E I I

MESURES DU RUISSELLEMENT

ET DE L'EROSION A LA VALLEE-TEMOIN

(Région du Lac Alaotra)

Campagne 1959-60

par

B. SOUCHIER

Inspecteur des Eaux et Forêts

I - GENERALITES

1°) Situation

Le dispositif est installé à proximité d'Antandrokomby, village de la vallée-témoin, où une action de conservation des sols a été menée depuis 1953.

Les résultats sont susceptibles d'être appliqués à la région du Lac Alaotra.

2°) Description sommaire du dispositif

a) En 1958, une première batterie de cuves a été installée au village d'Antandrokomby, sur terres agricoles (sol ferallitique de colline sur pente de 8%).

Il s'agit de 4 parcelles sur lesquelles on étudie l'influence de la largeur de l'intercourbe pour la pente considérée : 15 à 30 mètres.

b) En 1959, une deuxième batterie de cuves a été mise en place. Le thème de l'expérimentation est l'étude des ruissellements et des érosions sous couverture naturelle de graminées, et sous peuplement d'Eucalyptus.

3°) Fonctionnement

Le système mis en place n'a pu fournir toutes les indications souhaitables :

- Observations météorologiques incomplètes :

Un seul pluviographe à siphon donnait les hauteurs d'eau pour les deux dispositifs. L'équipement a été complété, et on disposera pour la campagne 1960-61 de :

. Un pluviomètre et un pluviographe à siphon, tambour journalier, pour les cuves sous cultures ; ce qui permettra d'avoir au moins les hauteurs d'eau dépouillées par 15 minutes.

. Un pluviomètre et un pluviographe d'intensité Jardy pour les cuves sous prairie et Eucalyptus. Nous aurons ici les intensités minute.

- Première année d'observations qui n'est pas toujours représentative des phénomènes étudiés par suite des erreurs de mesure, dues au tassement des terres le long des

gouttières et du périmètre des parcelles.

- Mesure incomplète des pertes en terre, pour lesquelles on n'a mesuré que les dépôts lourds, en négligeant les éléments qui demeurent en suspension au moment de la mesure.

4°) Climatologie : Voir annexe I.

II - PARCELLES SOUS CULTURE

Remarque préliminaire

Ce dispositif est un complément à celui établi à la station agronomique du Lac Alaotra par Monsieur Roche, qui depuis 1953 a permis de suivre ruissellement et érosion sur trois assolements complets différents, et où l'intercourbe correspondait à la formule de RAMSER

$$H(\text{pied}) = 2 + N/4 \quad N = \text{pente en } \% \quad (1).$$

Le système comprend quatre parcelles Numéros 1, 2, 3 et 4 de 5 mètres de large et de longueur respective (intercourbe) : 15-20-25-30 mètres.

Saison des pluies 1959-60 : engrais vert Vigna (Vohemba) : semé le 12 Décembre 1959. La germination ayant été très défectueuse, les parcelles se sont comportées comme des terres labourées nues.

Exposé de quelques résultats

1°) Longueur de l'intercourbe (voir graphique N° 1)

Pour la deuxième année consécutive, on observe que le ruissellement sur la parcelle de 15 mètres est constamment supérieur ou égal au ruissellement sur les autres parcelles (exception d'une seule pluie) ; le rapport entre le ruissellement sur cette parcelle de 15 m. et celui de la parcelle la plus différente a atteint 1,5.

Ainsi, la largeur de l'intercourbe est un facteur qui n'intervient ici (pente de 8 %) qu'en second lieu

(1) Cf. les deux publications suivantes : "Mesures de l'Erosion et du Ruissellement sous différentes cultures dans le région du Lac Alaotra" par P. Roche, et "Mesures du Ruissellement et de l'Erosion réalisées à Madagascar" par P. Roche et B. Dubois.

dans la protection contre le ruissellement et l'érosion ; c'est le caractère sol labouré, non couvert qui a déterminé l'érosion sur sol cultivé.

En 1960-61, les 4 parcelles seront semées en Stylosanthès gracilis : sous cette couverture nous suivrons durant les deux prochaines campagnes l'influence des variations de l'intercourbe de la règle de RAMSER sur fourrage de 1re et 2ème année.

2°) Des résultats recueillis en 1959-60, nous pouvons d'autre part tirer quelques enseignements portant sur :

a) L'influence du travail du sol sur les pertes en terre et le ruissellement :

Bilans annuels - (Voir graphiques N° 2 & 4).

La mise en culture est un moyen de déclencher l'érosion :

Après la première période pluvieuse 21-24 Novembre 1959, qui n'a occasionné que des pertes en terre très réduites, il semble qu'à partir du 9 Décembre, labour et semis terminés, la susceptibilité à l'érosion augmente.

Le bilan annuel de l'érosion est nettement défavorable pour les parcelles sous culture :

(parcelles sous culture	: 57-T/ha/an minimum
(parcelles sous prairie dégradée	: 12-T/ha/an maximum

Le travail du sol, même sans couverture ultérieure, maintient un régime de rétention et d'infiltration d'eau acceptable : le ruissellement total sur la parcelle 2, sur terre labourée (20 m x 5 m) est de 15,4 % (soit 132 mm du 18-11 au 28-3-1960), ce qui place la parcelle 2 entre les parcelles de prairie non dégradée, et les parcelles de prairie très dégradée.

b) Ruissellement et pertes en terre instantanés - caractères spécifiques des phénomènes sous terre de culture

- Il n'y a pas de relation de proportionnalité entre le ruissellement et l'érosion pour chaque averse considérée. A ce point de vue, le graphique N° 2 permet la comparaison entre terre labourée et prairie naturelle.

- 90 % des pertes en terre ont été provoquées par 5 pluies :

Pluviométrie	Pertes en terre (1)	Ruissellement
24 Décembre : 24 mm en 1 heure 30	3,3	39,3 %
4 Janvier : 46 mm en 0 heure 40	2,8	24,1 %
20 Janvier : 86 mm en 1 heure 30	3,4	18,9 %
22 Janvier : 70 mm en 2 heures	9	35,8 %
28 Janvier : 78 mm en 2 heures 40	3,4	32,0 %

Tout se passe comme si les pertes en terre devenaient considérables, à partir d'un certain seuil du ruissellement, de l'ordre de 17 %.

Il y a certes des exceptions à ce concept de seuil de ruissellement : la pluie du 23 Décembre 1959, 26 mm en 30 minutes n'a occasionné qu'un ruissellement faible, 5,4 % et une perte en terre non négligeable de I.

Le lendemain 24 Décembre, une pluie de 24 mm en 90 minutes a donné :

Ruissellement : 39,3 % - Perte en terre : 3,3.

La perte en terre relativement forte, par rapport au ruissellement, du 23 Décembre a été causée par une averse particulièrement violente, qui débutait une séquence pluvieuse. Nous n'avons malheureusement aucune valeur de l'intensité maximum par minute. La pluie du lendemain, sur un sol non complètement ressuyé a donc été 3 fois plus érosive, pour une même hauteur d'eau.

(1) Pertes en terre exprimées en unités conventionnelles de mesure.

Ceci traduit l'influence évidente de la place d'une averse érosive dans une séquence pluvieuse ; l'état du sol en particulier, son humidité et son état "battant" en surface, au moment de la pluie est alors déterminant. A partir d'une certaine intensité de pluie par minute, intensité qui varie justement avec l'état du sol, le sol labouré et nu, ou très peu couvert, laisse ruisseler une part de plus en plus importante de l'eau instantanée tombée.

Les petites mottes et agrégats légers, en équilibre instable, profitent de cette pointe du ruissellement pour se mettre en mouvement. Cette instabilité des mottes et petits agrégats n'existe pas sous prairie, même en mauvais état ; mais au total, il a très bien pu se faire qu'au cours d'une averse donnée, le sol de culture ait "infiltré" une quantité d'eau supérieure au terrain sous prairie, lequel non sensible à l'érosion, n'accuse pourtant qu'une perte en terre négligeable.

Exemples :

Parcelles	Ruissellement global	Pertes en terre en tonnes/ha/an	Pourcentage de la perte en terre annuelle
<u>22 Janvier :</u> <u>70 mm en 2 heures</u>			
Parcelle sous culture	35,8 %	20 Tonnes	30 %
Parcelle sous prairie très dégradée	11,7 %	0,24 Tonnes	2 %
Il a dû y avoir une pointe de ruissellement sur la parcelle de culture qui a occasionnée au total une perte en terre énorme pour un ruissellement global 3 fois supérieur, seulement, à la parcelle de prairie.			
<u>28 Janvier 1960 :</u> <u>78 mm en 2 heures 45</u>			
Parcelle sous culture	32 %	7,5 Tonnes	12 %
Parcelle sous prairie très dégradée	46,4 %	0,4 Tonnes	3 %

Ceci montre l'intérêt que pourrait présenter un dispositif limnigraphe associé à un pluviographe d'intensité pour connaître les relations de causes à effets : intensité, ruissellement, pertes en terre.

c) Les valeurs de pointe du ruissellement sous terre labourée

On a observé deux pluies seulement, où les ruissellements ont dépassé 45 %.

La capacité des cuves ayant été dépassée, nous ne pouvons avancer de chiffres.

Les résultats obtenus ailleurs restent de l'ordre de 50 à 60 %.

De toute manière, on reste très en-dessous des 100 % constatés sur terre très érodée, où la couverture des graminées a disparu à 60 %.

III - PARCELLES SOUS PRAIRIE ET EUCALYPTUS

Cet ensemble de parcelles sur terrains non agricoles, a été installé dans l'intention d'aider à la mise au point des techniques de restauration des périmètres qui dominent les capacités des grands barrages réservoirs, déjà réalisés ou prévus par le Génie Rural dans la région du Lac Alaotra.

Il est d'un intérêt certain de connaître l'allure élémentaire des phénomènes d'écoulement et d'érosion pour cette zone du Lac Alaotra, dont les caractéristiques climatiques donnent un indice pluvioclimatique, dit de FOURNIER, élevé. Cet indice, supérieur ici à 150, correspond au groupe régional II, à forte érosion (voir "Application de l'indice pluvioclimatique de FOURNIER à Madagascar par B. SOUCHIER").

A ce propos, cette zone en virgule qui va du Sud de Diégo-Suarez à Maintirano sur la côte Ouest de Madagascar, est remarquable par les phénomènes d'érosion intense qui s'y développent : sur les sols ferallitiques de ce secteur, l'érosion en lavaka atteint une fréquence

exceptionnelle. En particulier, la haute vallée de la Betsiboka est entièrement tracée dans cette zone.

Enfin, les résultats obtenus permettent de préciser certaines normes de travaux d'aménagement anti-érosifs D.R.S. : fossés de protection, chemins de l'eau, etc...

Le protocole de mesures doit être suivi encore pendant un minimum de trois ans, pour que les conclusions des observations puissent être confirmées.

On observe en particulier des pluviométries très différentes d'une année à l'autre (750 à 1.770 mm moyenne 1.136 mm en 4 mois de saison des pluies), et les phénomènes correspondant sont très variables.

TABLEAU I

PARCELLES	Ruissellement		Pertes en terre en tonne/ha/an	Observations
	m/m	%		
A = Couvert Aristida 15 à 20 % - pente 20,8 %	249	29,0	12	Pluviométrie de la période d'observations 977,5 mm
B = Couvert Aristida 15 à 20 % Erosion type 5 pente 23,3 %	205	23,8	12	
C = Couvert Aristida 40 à 60 % - pente 34,7 %	383	44,5	4	
D = Couvert Aristida 100 % - pente 36,1 %	59	6,9	0	
E = Couvert Cynodon très dense pente 10,8 %	35	4	0	
F = Peuplement Eucalyptus avec strate herbacée pente 15 %	32	3,7	0	
Parcelle 2 sous culture (pour mémoire)	132	15,4	59	

Description du dispositif

1°) Parcelles de prairie à Aristida, très dégradée
(Erosion bovine type 5,20 % de couvert).

(Parcelle A : pente 20,8 %

(Parcelle B : pente 23,3 % avec petits fossés
d'arrêt des sédiments.

2°) Parcelles de prairie à Aristida sous forte pente :

(Parcelle C : pente 34,7 % prairie dégradée
d'Aristida
couvert 40 à 50 % du sol

(Parcelle D : pente 36,1 % prairie dégradée
d'Aristida assurant un couvert
complet.

3°) Parcelle E : prairie de Gynodon dense sur faible pente:
10,8 % couvert 100 %, horizon humifère 5 à 7 cm.

4°) Parcelle F : reboisement d'Eucalyptus : pente 15 %

(Peuplement bien venant de 6 ans, hauteur
4 à 6 mètres

(Strate herbacée (Aristida) encore importante.

1) Bilan annuel du ruissellement et de l'érosion - Influence du couvert et de la pente

(voir Tableau I)

a) Quelque soit la pente, la conservation d'une couverture de graminées suffisante, (80 à 100 % de couvert) confère au sol une résistance très probante à l'érosion. Il faut noter, dans le tableau ci-dessus, la chute brutale du ruissellement et la disparition des pertes en terre, quand on passe de la parcelle C à la parcelle D (même pente : 35 %) : La végétation graminéenne, en bon état, joue un rôle de filtre parfait des eaux de ruissellement et diminue dans de fortes proportions le ruissellement.

La parcelle sous Eucalyptus ne présente pas encore le caractère de peuplement forestier, et la couverture de graminées est encore trop dense pour pouvoir en tirer une conclusion qui soit réellement spécifique de l'Eucalyptus.



b) La pente, facteur aggravant du ruissellement :

La parcelle C sous forte pente 34,7 % a donné un ruissellement 50 % plus élevé que celui de la parcelle A complètement dégradée sur pente de 20,8 % pour une perte en terre 3 fois plus faible que cette même parcelle A.

c) Avec une couverture particulièrement dense, prairie à Cynodon et peuplement d'Eucalyptus, le ruissellement est inférieur à 5 %.

2) Valeurs de pointe du ruissellement et de l'érosion (Voir graphique n° 3)

Nombre d'observations

Parcelles		Ruissellement %					
		A	B	C	D	E	F
 5 %		1	2	1		2	2
5 - 10 %		1	1	1	1	1	3
10 - 20 %		3	4	1	3	3	
20 - 40 %		8	6	2	2	1	1
40 - 60 %		8	2	10	2		
60 - 80 %		1	2				
 80 %		4	2	5			

Ce tableau donne quelques indications qui peuvent être interprétées comme suit :

- a) Les parcelles A, B, C donnent plusieurs fois dans l'année des ruissellements supérieurs à 80 %.

Les parcelles à végétation de graminées dégradée (couvert de 40 à 60 %) sur pente forte (35 %), ainsi que les parcelles à végétation très dégradée (couvert 15 à 20%), donnent, à chaque saison des pluies, et pour une moyenne de 3 pluies (simple indication), des ruissellements extrêmes qui approchent 100 %.

- b) Sur forte pente (35 %), les valeurs de pointe ne dépassent pas 55 % quand le couvert de graminées naturelles (Aristida) est complet -

D'autre part, le ruissellement le plus représentatif se situe entre 10 et 20 %. Il s'agit pourtant de sols qui ont été dégradés par les feux et le surpâturage, et qui sont dans la phase régénération, avec reconstitution d'un horizon humifère mince. La couverture complète de graminées, en quelques années (5 ans minimum ici), par son enracinement principalement, contribue à une filtration des eaux de ruissellement, et à une sédimentation diffuse sur place des éléments fins entraînés par les eaux ; un horizon d'apport se crée, immédiatement colonisé par les racines :

Cet horizon plus ou moins humifère, colluvionné, et travaillé par les racines et radicelles donne au sol un pouvoir de rétention et des possibilités d'infiltration ou au moins d'écoulement hypodermique, qui n'existe plus sur prairie dégradée.

- c) La parcelle sous Eucalyptus ne donne que des ruissellements faibles. Le ruissellement maximum est inférieur à 30 %. Le ruissellement le plus représentatif est compris entre 5 et 10 %.

IV - CONCLUSIONS

Les résultats brièvement exposés d'une campagne d'observation (Novembre 1959-Avril 1960) ne sont que des indications à valeur comparative.

L'appareillage pluviométrique n'a pu donner aucun renseignement sérieux sur les intensités par quart d'heure ou même par heure.

Il n'est donc pas possible d'étudier les rapports qui peuvent exister entre pertes en terre, ou ruissellement, et l'intensité pluviométrique (par heure, par quart d'heure et par minute).

Pour la campagne 1960-61, le système est aménagé pour faire les observations et mesures suivantes :

- pluviométrie totale et intensité pluviométrique (15 minutes et une minute)
- perte en terre : dépôts et éléments en suspension
- hauteur d'eau ruisselée.

Les principales conclusions techniques qui semblent néanmoins pouvoir être dégagées sont les suivantes :

1°) Parcelles sous culture : Perte en terre considérable (60 tonnes/ha/an) à l'issue d'une culture mal venue, (mauvaise germination du Vohemba), nécessitant les années suivantes une mise en régénération (de prairie vraisemblablement).

- Ruissellement semblant en relation inverse avec la largeur de l'intercourbe 15-20-30 m (pente 8 %).
- Pourcentage global d'eau ruisselée : 15 %.
- Ruissellement maximum instantané : $> 45 \% = 50 \text{ à } 60 \%$ vraisemblablement.

2°) Parcelles sous végétation de graminées :

- Pertes en terre relativement faibles : 12 tonnes maximum/ha/an
- Action décisive d'une prairie d'Aristida conservée sur forte pente (36 %) sur la réduction des pertes en terre (presque nulles) et du taux de ruissellement :
 - (Ruissellement total : 6 %.
 -)
 - (Ruissellement de pointe : inférieur à 55 %.

- Importance de la dégradation de la prairie sur le taux de ruissellement pour une forte pente :

Une prairie dégradée assurant une couverture à 40 % du sol a donné, sur pente de 36 %, un pourcentage d'eau ruisselée égal à 39 % et un ruissellement de pointe de plus de 90 %, et ceci plusieurs fois dans l'année.

- Pour le calcul des fossés de protection de réseau D.R.S., les coefficients de ruissellement suivants sur le périmètre dominant représentent des normes de sécurité : (Pentes moyennes 15 à 40 %).

- . Prairie naturelle (type *Aristida* sp.) assurant un couvert encore complet et protégée des feux depuis 3 ans.
Ruissellement : 40 % (30 % sur bonne station)
- . Prairie naturelle dégradée assurant un couvert de 40 à 60 % du sol.
Ruissellement : 80 %
- . Prairie très dégradée (Erosion bovine type 5 et couvert de 20 %).
Ruissellement : 100 %
- . Peuplement Eucalyptus (âge minimum 6 ans) assurant un couvert léger mais complet du sol ;
Ruissellement : 30 %

- La mise en défens intégrale des bassins versant, en particulier dans les grands barrages réservoirs d'hydraulique agricole, est la mesure de base la plus efficace pour assurer :

- La réduction des flots de crue catastrophiques: Le ruissellement de pointe passe de 100 % à 55 % par régénération du couvert herbacé.

- L'amélioration du régime des eaux pour les besoins des populations, par une meilleure rétention sur les interfluves, et par suite, par écoulement hypodermique et percolation jusqu'aux thalwegs, phénomènes qui augmentent le temps de réponse aux fortes précipitations.

. La réduction des transports solides et des ensablements dans les collecteurs principaux.

Cette mise en défens préalable conditionne l'efficacité de tous les travaux de restauration tels que :

- (- Traitements mécaniques des zones très érodées (Ravines - Lavakas)
- (- Protection des berges et traitement des lits d'exutoires
- (- Boisements préférentiels des sommets de collines.

Le double point de vue de la pérennité des ouvrages du Génie Rural, et de leur pleine utilisation par une alimentation en eau aussi soutenue que possible est à l'ordre du jour des préoccupations.

La réussite de nombreux projets d'extension des périmètres rizicoles du Lac Alaotra dépend de l'application rigoureuse de mesures de protection.

DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS

ETUDE DE RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION

VALLÉE TEMOIN ALAOTRA 1959-1960

PARCELLE SOUS CULTURE (Vohemba)

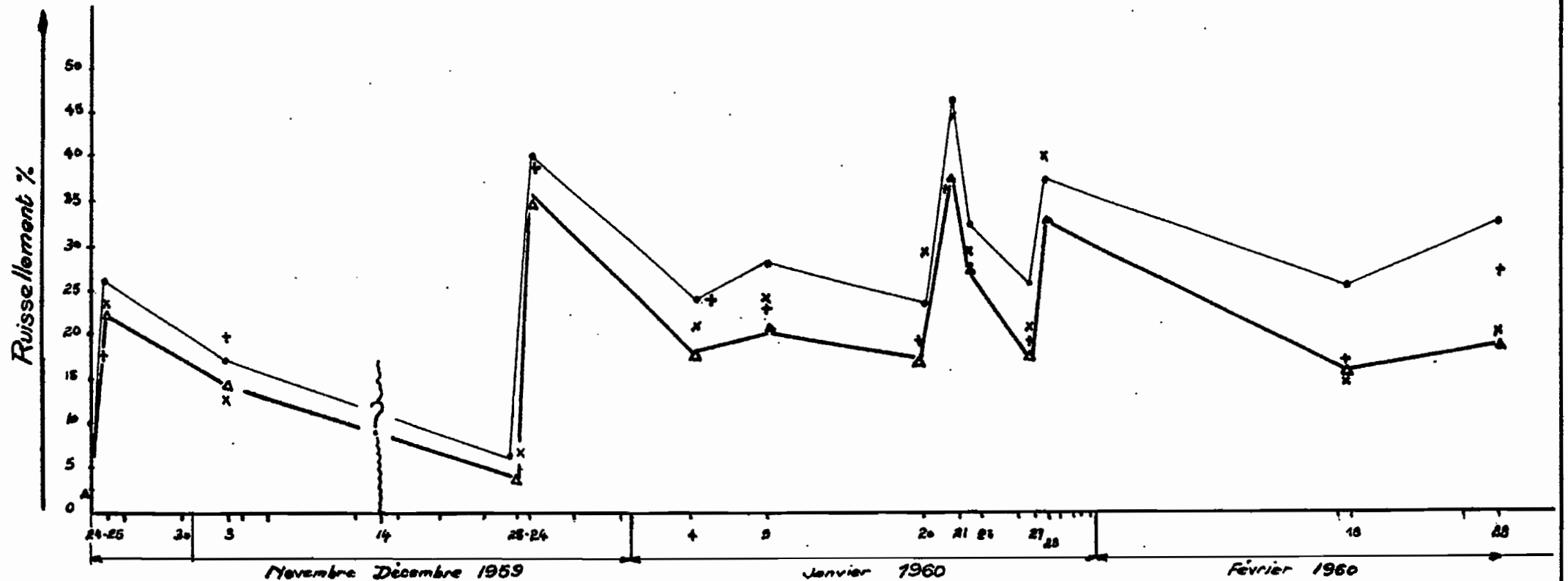
EXPERIMENTATION SUR LARGEUR DE L'INTERCOURBE

ETUDE	DESSIN	DATE	N°
B. JOUCHIER	RANDRIANAMPONDRY	DEC 1960	D: 5-12

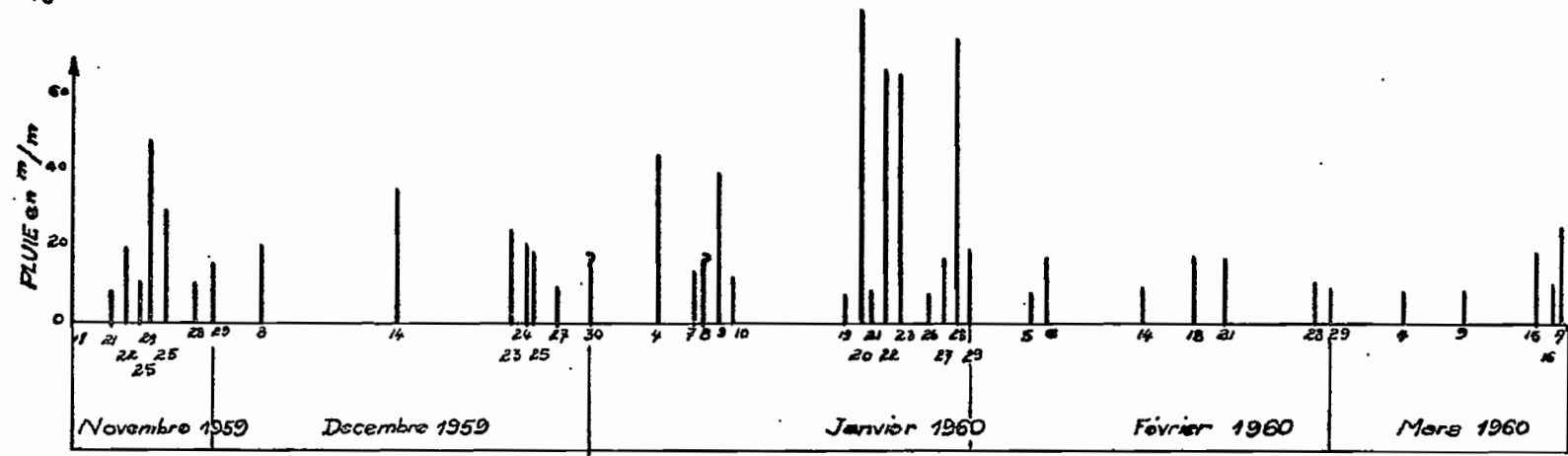
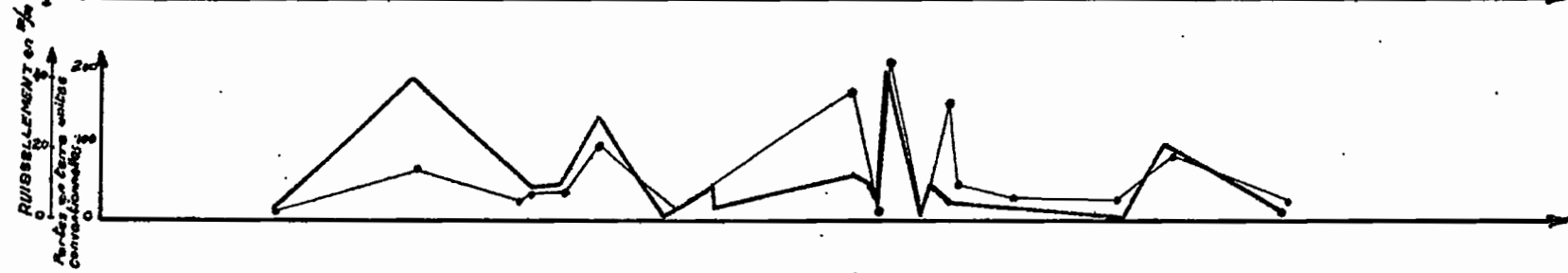
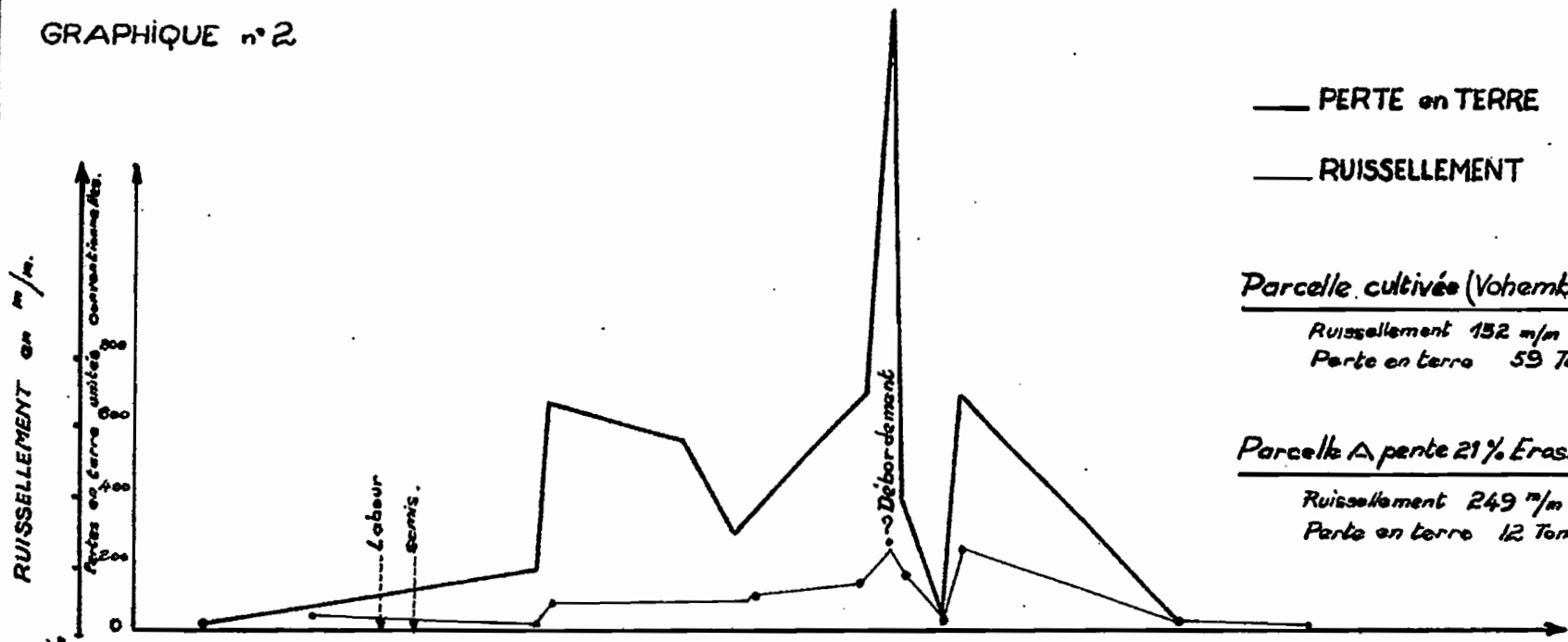
- Parcelle 1 largeur de l'intercourbe 15m
- + ——— 2 ——— 20m
- x ——— 3 ——— 25m
- Δ ——— 4 ——— 30m

——— lieu des points representatifs de
la parcelle 1

——— lieu des points representatifs de
la parcelle 4



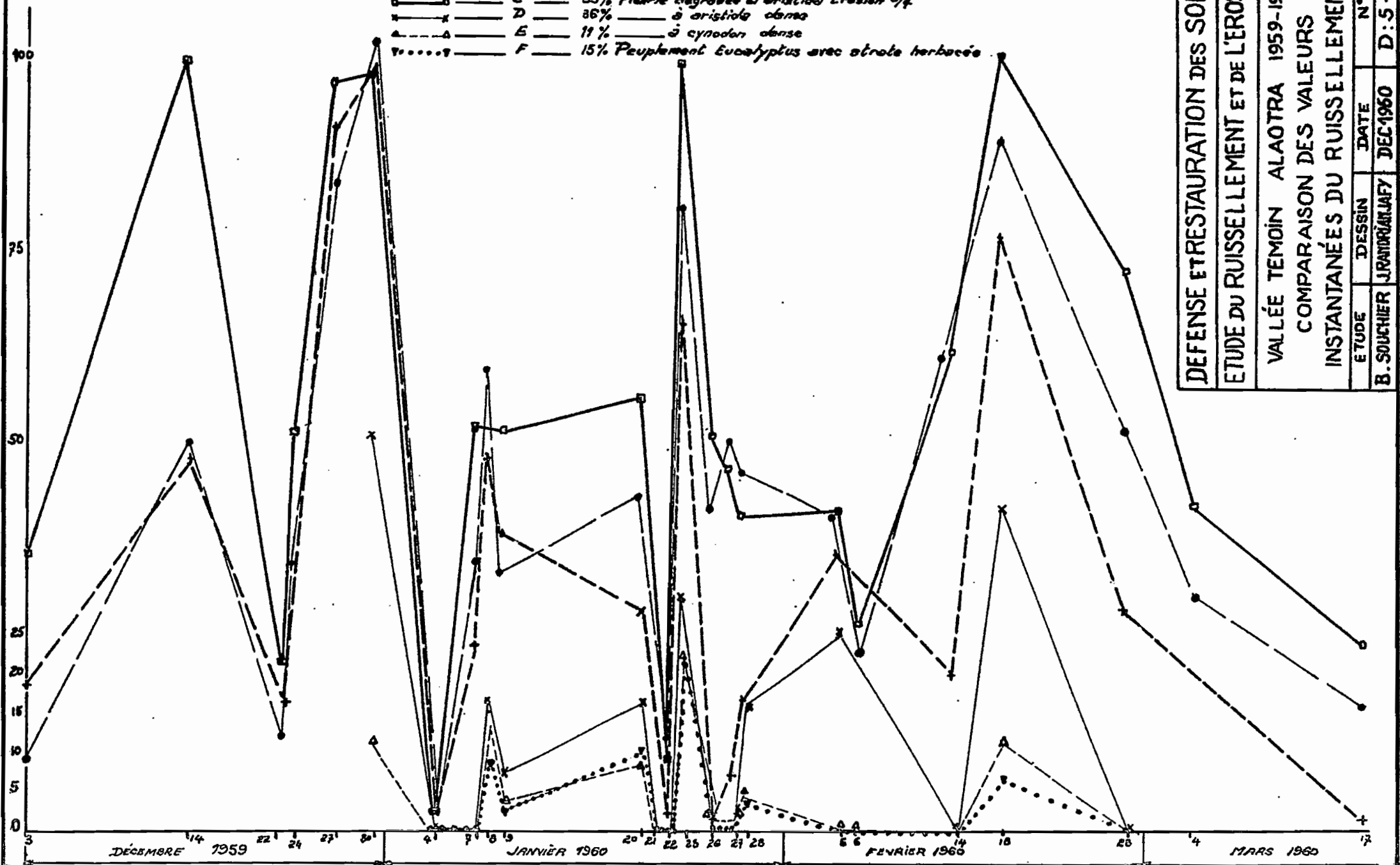
GRAPHIQUE n° 2



DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS		DATE		N°	
MESURE DU RUISSELLEMENT		DEC. 1960		D: 5-15	
VALLÉE TÉMOIN ALAOTRA - 1959-1960					
COMPARAISON RUISSELLEMENT-PERTES EN TERRE					
PLUIE SUR TERRAIN CULTIVÉ NON CULTIVÉ					
ETUDE	DESSIN	DATE		N°	
B. SOUCHIER	ANDRIANAMPANDRY	DEC. 1960		D: 5-15	

GRAPHIQUE : N° 3.

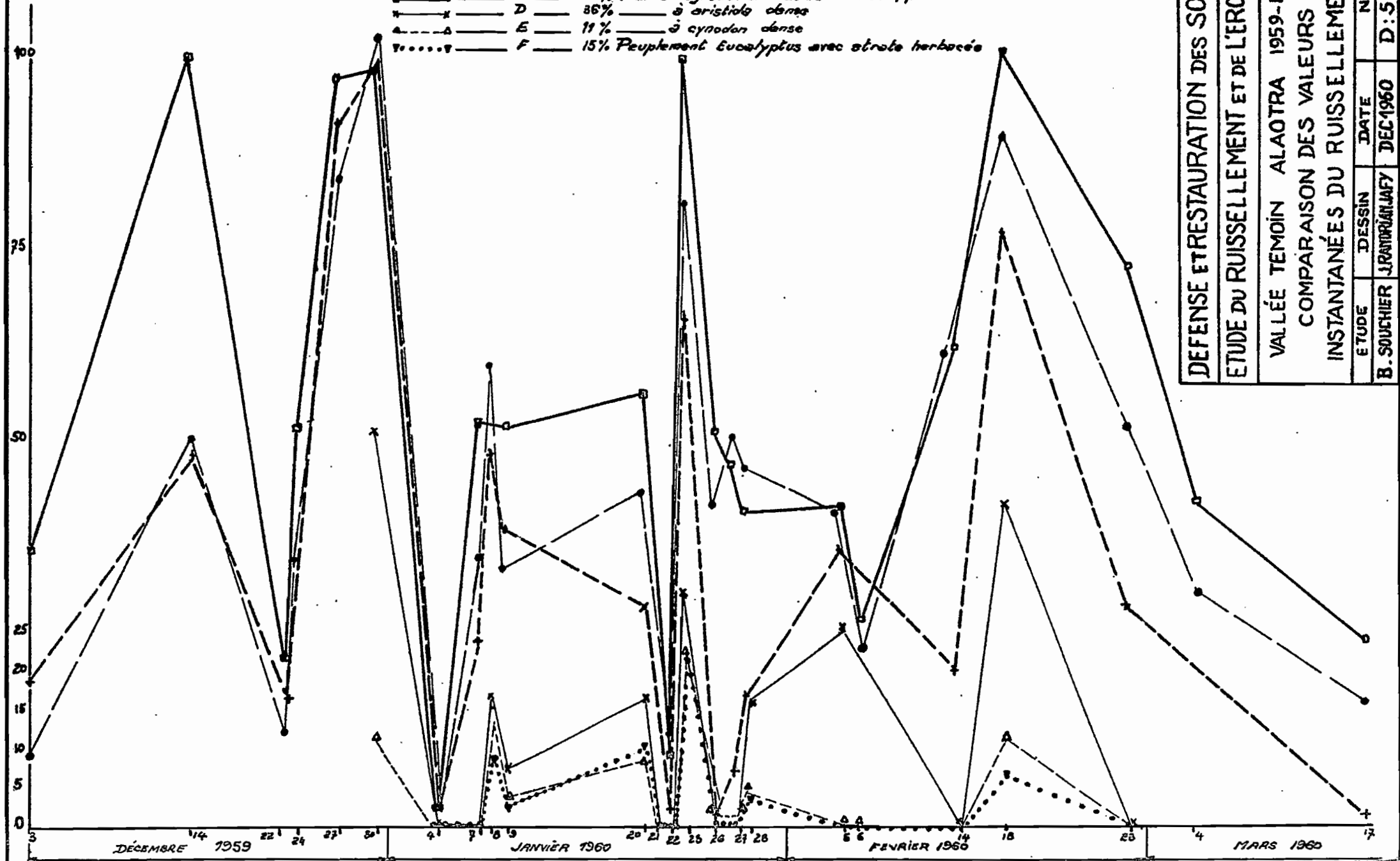
— Parcelle A Pente 21% Erosion 5 végétation 15% couvert
 - - - - - Parcelle B — 23% ————— + fossés
 ○ — Parcelle C — 35% Prairie dégradée à *aristida* Erosion 3/4
 × — Parcelle D — 36% ————— à *aristida* dense
 ▲ — Parcelle E — 11% ————— à *cynodon* dense
 Parcelle F — 15% Peuplement *Eucalyptus* avec strate herbacée



DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS
 ETUDE DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION
 VALLEE TEMOIN ALAOTRA 1959-1960
 COMPARAISON DES VALEURS
 INSTANTANÉES DU RUISSELLEMENT
 ETUDE DESSIN DATE N°
 B. SOUCHIER JANVRIANJAFY DEC 1960 D: 5-14

GRAPHIQUE : N° 3.

- Parcelle A Pente 21% Erosion 5 végétation 18% couvert
- - - - - Parcelle B — 23% ————— + fossés
- — C — 35% Prairie dégradée à *aristida* Erosion 3/4
- × — D — 36% ————— à *aristida* dense
- ▲ — E — 11% ————— à *cynodon* dense
- F — 15% Peuplement *Eucalyptus* avec strate herbacée



DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS
ETUDE DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION
 VALLÉE TEMOIN ALAOTRA 1959-1960
 COMPARAISON DES VALEURS
 INSTANTANÉES DU RUISSELLEMENT
 ETUDE DESSIN DATE N°
 B. SOUCHIER J. RANIRANJAFY DEC-1960 D: 5-14

GRAPHIQUE : N° 4.

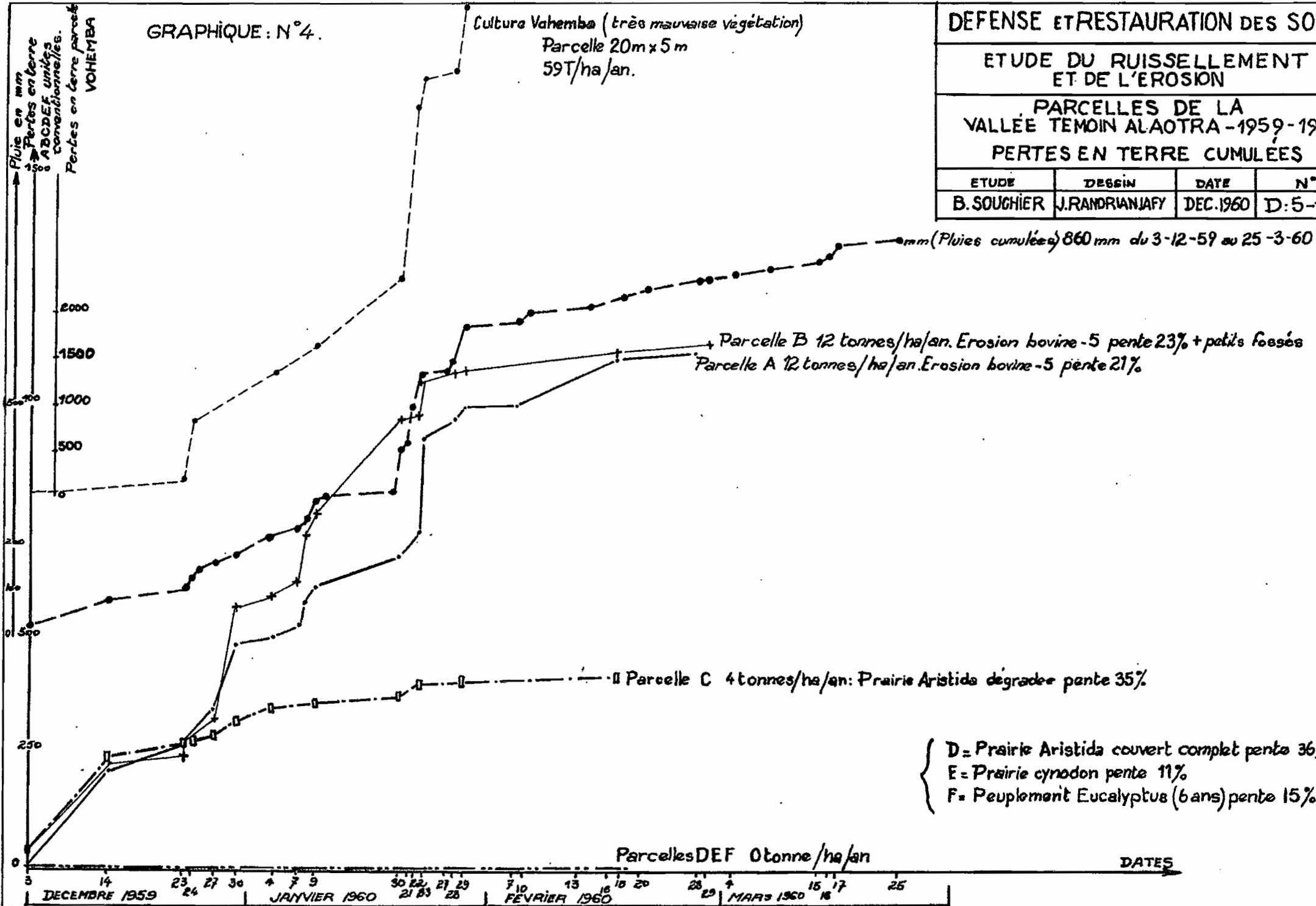
Culture Vahemba (très mauvaise végétation)
Parcelle 20m x 5m
59T/ha/an.

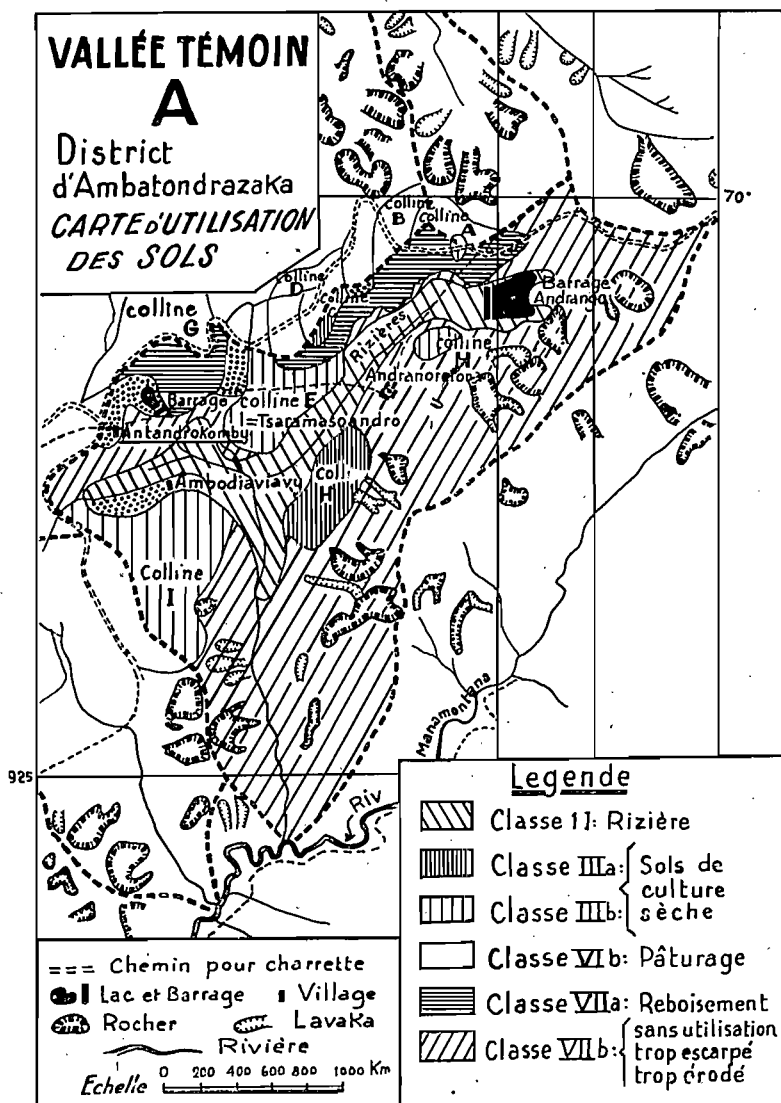
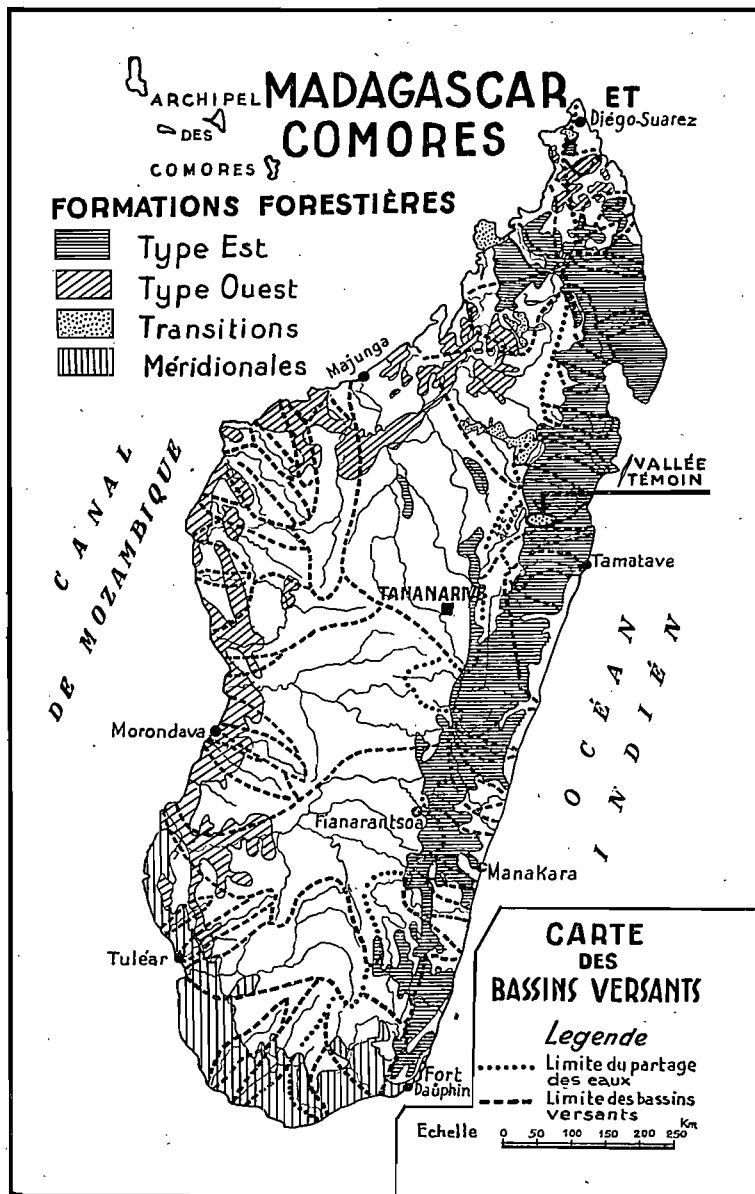
DEFENSE ET RESTAURATION DES SOLS

ETUDE DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION

PARCELLES DE LA VALLEE TEMOIN ALAOTRA - 1959 - 1960
PERTES EN TERRE CUMULEES

ETUDE	DESSIN	DATE	N°
B. SOUCHIER	J. RANDRIANJAFY	DEC. 1960	D: 5-15







Vallée-témoin : Aménagement de la vallée d'Ambodiaviavy et de la Colline I.



*Type d'aménagement à la Vallée-témoin. Prairie naturelle en défens d'*Aristida* et d'*Hypparrhenia*.
Terres cultivées en bandes alternées, aménagées en courbes de niveau. Reboisement.*





Photo Vignal.

Type d'aménagement à la Vallée-témoin.

*Les terres agricoles (classe d'utilisation III b) occupent en général le bas des collines.
 Au-dessus, sur les collines importantes, terrains de pâturage (classe V et VI) et terrains à reboiser (classe VII).*



Vallée-témoin : Zone fortement érodée ; fossé de dérivation. Départ de végétation de jeunes acacias.



Vallée-Jémoïn : Peuplement mélange. Eucalyptus robusta. Acacia dealbata.



Photo Vignal.

Vallée-Jémoïn. Mélange Eucalyptus robusta et Acacia dealbata. Age du peuplement : 4 ans.

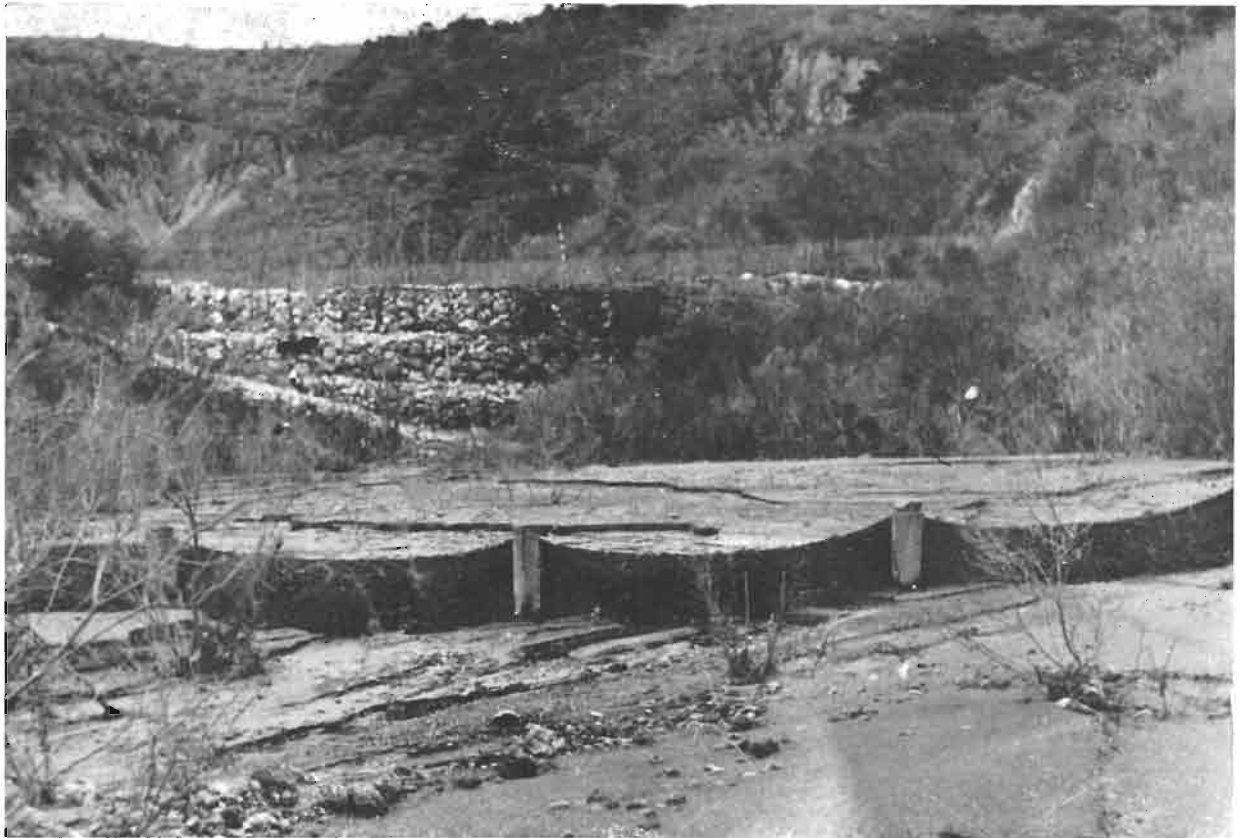


Photo Vignal.

Essai de correction des zones d'érosion en ravines-lavaka. Barrage en gabions. Barrage en grillage.



Photo Vignal.

Vallée-lémoine : Barrage en terre avec évacuateur de crue pour l'irrigation des rizières ; en tête de vallée on distingue dans la capacité une masse importante de sédiments sablo-limoneux provenant d'une érosion en ravines intense (lavaka).



Photo Vignal.

Vallée-Jémoine : Essai Maïs Colline 1.



Photo Vignal.

Vallée-Jémoine : Colline 1. Ambrevade de 1 an. Nécessité d'enfour les ambrevades à ce stade de végétation.



Photo Vignal.

Vallée-témoin : Colline I. Préparation du sol pour semis de prairie. Parcelles Ramboa François.



Photo Vignal.

Vallée-témoin : Colline I. Semis de prairie de Chloris gayana.