

**RAPPORT D'ACTIVITE
ANNEE 1994**

Programme Eaux Continentales n° 2 (PEC 2)

**BANQUES DE DONNEES HYDROLOGIQUES
ET PLUVIOMETRIQUES DE MADAGASCAR**

Programme Eaux Continentales n° 5 (PEC 5)

**BILAN DES EAUX, TYPOLOGIE
DES BAS-FONDS, EROSION
ET MODELISATION SUR DES
BASSINS EMBOITES DES
HAUTES TERRES DE
MADAGASCAR**

Programme Eaux Continentales n° 6 (PEC 6)

LACS ET PALEOCLIMATS MALGACHES

L. FERRY

Mars 1995

L'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
(ORSTOM)
Département Eaux Continentales
(DEC)
Dynamiques, enjeux et usages des hydrosystèmes régionaux
(U.R. 22)

AVERTISSEMENT

Le présent rapport contient des informations et des commentaires qu'il serait maladroit de communiquer tel que à nos partenaires malgaches. Sa diffusion doit rester limitée à l'ORSTOM.

Liste de diffusion :

M. RIEU,	Chef du DEC (Paris)
J.M. FRITSCH,	Chef de l'UR22 (Montpellier)
J.C. OLIVRY,	Président de la CS2 (Paris)
P. CHAPERON,	Représentant de l'ORSTOM (Antananarivo)

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	5
II.	PARTIE GENERALE ADMINISTRATIVE.....	6
II.1.	PARTICIPANTS AUX PROGRAMMES ET ACTIVITES.....	6
II.1.a.	Personnel de l'ORSTOM	6
II.2.b.	Partenaires et bénévoles.....	6
II.3.c.	Personnel de recrutement local temporaire (personnel des programmes).....	7
II.3.d.	Etudiants.....	7
II.2.	MISSIONS ET TOURNEES	8
II.2.a.	Missions et tournées à Madagascar.....	8
II.2.b.	Missions à l'extérieur	8
II.3.	CREDITS	9
II.3.a.	Actions budgétées de L. FERRY.....	9
II.3.b.	Actions budgétées de L. ROBISON (Chercheur associé)	10
II.3.c.	Actions budgétées de C. RAZAFY (Chercheur associé).....	10
II.3.d.	Financement FAC du PEC 6.....	11
II.4.	EQUIPEMENTS ACHETES EN 1994	12
III.	BANQUES DE DONNEES HYDROLOGIQUES ET PLUVIOMETRIQUES DE MADAGASCAR (PEC 2).....	13
III.1.	RAPPEL DU CADRE INSTITUTIONNEL ET DES OBJECTIFS	13
III.2.	LES BANQUES DE DONNEES HYDROLOGIQUES ET PLUVIOMETRIQUES	14
III.3.	LE RESEAU EXPERIMENTAL D'ACQUISITION DE DONNEES HYDRO- PLUVIOMETRIQUES TELETRANSMISES PAR LE SYSTEME ARGOS.....	15
III.4.	FORMATION DES AGENTS DE LA DMH, DU CNRE ET DE L'ORSTOM	16
III.5.	REMISE DES ARCHIVES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM A LA DMH	17
IV.	BILAN DES EAUX , TYPOLOGIE DES BAS FONDS, EROSION ET MODELISATION SUR DES BASSINS EMBOITES DES HAUTES TERRES DE MADAGASCAR (PEC 5)	18
IV.1.	RAPPEL DU CADRE INSTITUTIONNEL ET DES OBJECTIFS	18
IV.2.	CHRONOLOGIE DES OPERATIONS.....	19
IV.3.	RESULTATS, NOTES ET PUBLICATIONS.....	20
V.	LACS ET PALEOCLIMATS MALGACHES (PEC 6).....	21
V.1.	CADRE DU PROGRAMME ET OBJECTIFS (RAPPELS).....	21
V.2.	TRAVAUX REALISES EN 1994 ET RESULTATS	21
VI.	RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES DU SUD-OUEST DE MADAGASCAR. RECHARGE DES AQUIFERES DE SOCLE (PROJET PEC 4)	23
VII.	FORMATION.....	24
VII.1.	ACTIONS DE FORMATION COMMENCEES DANS LES ANNEES PRECEDENTES (ACHEVEES EN 1994).....	24
VII.2.	ACTIONS DE FORMATION EN (A PARTIR DE) 1994	25
VIII.	COMMISSION DE CONCERTATION MRAD / ORSTOM ET CINQUANTENAIRE DE L'ORSTOM.....	27
VIII.1.	COMMISSION DE CONCERTATION MRAD / ORSTOM	27
VIII.2.	CINQUANTENAIRE DE L'ORSTOM.....	27

ANNEXE 1	
LISTE DES MISSIONS ET TOURNEES	29
ANNEXE 2	
PUBLICATIONS, NOTES ET RAPPORTS DIVERS EN 1994	32
ANNEXE 3	
PUBLICATIONS, NOTES ET RAPPORTS DIVERS	
PRODUITS DANS LE CADRE DU PEC 5	35

I. INTRODUCTION

Le présent rapport concerne les programmes (PEC¹) et activités dirigés par L. FERRY en 1994 ; à savoir :

- Le programme "Banques de données hydrologiques et pluviométriques de Madagascar" (PEC 2) ;
- le programme "Bilan des eaux , typologie des bas fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des hautes terres de Madagascar" (PEC 5) ;
- le programme "Lacs et paléoclimats malgaches" (PEC 6) ;
- le projet de programme "Ressources en eaux souterraines du sud-ouest de Madagascar. Recharge des aquifères de socle" (PEC 4) ;
- des actions de formation.

A Madagascar, l'année 1994 aura donc été encore une année particulièrement dense pour l' UR22/DEC en ce qui concerne le nombre de programmes, les travaux réalisés et les résultats obtenus. Cette année a également été marquée par :

- La visite du Directeur Général de l'ORSTOM et la commission de concertation MRAD² / ORSTOM ;
- le Cinquantenaire de l'ORSTOM.

Après une partie générale de type administratif, chacun de ces programmes et activités fait l'objet d'un compte rendu.

¹ PEC : Programmes Eaux Continentales

² MRAD : Ministère malgache de la Recherche Appliquée au Développement

II. PARTIE GENERALE ADMINISTRATIVE

Comme les années précédentes, compte tenu du nombre de programmes et d'actions menés, il est pratiquement impossible de faire une répartition du personnel et des crédits par opération. La situation devrait être beaucoup plus claire à partir de 1995 où il ne restera pratiquement qu'un seul programme (PEC 6, voir chapitre V.).

II.1. PARTICIPANTS AUX PROGRAMMES ET ACTIVITES

Les listes ci-après ne concernent que les chercheurs, techniciens, étudiants... ayant participé directement aux programmes et activités à Madagascar. En réalité, le nombre des participants est beaucoup plus important notamment en ce qui concerne les PEC 5 et PEC 6 qui font (ont fait) intervenir plusieurs laboratoires français. Par ailleurs ne sont mentionnés dans ces listes que les participants ayant apporté une contribution notable.

II.1.a. Personnel de l'ORSTOM

CHAPERON P.	ORSTOM / Antananarivo	Chercheur	
RAKOTONDRAMANANA M.	ORSTOM / Antananarivo	Dessinateur	
RAKOTONDRAMARO J.	ORSTOM / Antananarivo	Technicien hydrologue	
RANAIVO B.	ORSTOM / Antananarivo	Chauffeur / Jaugeur	
MARIANE	ORSTOM / Antananarivo	Femme de ménage	∞
RAHARIMALALA M.L.	ORSTOM / Antananarivo	Femme de ménage	∞
DEPRAETERE C.	ORSTOM / DEC / Antananarivo	Chercheur	
DUSSARRAT B.	ORSTOM / DEC / Antananarivo	Allocataire de Recherche	
FERRY L.	ORSTOM / DEC / Antananarivo	Chercheur	
GARRETA P.	ORSTOM / DEC / Antananarivo	Technicien hydrologue	
GIBON F.	ORSTOM / DEC / Antananarivo	Chercheur	*
ALBOUY Y.	ORSTOM / TOA / Bondy	Chercheur	→
SONDAG F.	ORSTOM / Bondy / LFS	Ingénieur	**
→	Chercheur en mission à Madagascar pour les besoins des programmes.		
∞	A temps partiel avec la Représentation de l'ORSTOM et le programme d'hydrobiologie.		
*	DEC/UR23 sur étude de la végétation aquatique, action commune du PEC 6 et du PEC 7 (Biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches).		
**	Analyse chimique de l'eau (Laboratoire des Formations Superficielles).		

II.2.b. Partenaires et bénévoles

ROBISON L.	CNRE	Chercheur	
VINCENT DE PAUL	CNRE	Technicien hydrologue	
CHALIE F.	CNRS / Univ. Paris Sud	Chercheur	→
GASSE F.	CNRS / Univ. Paris Sud	Chercheur	→
GIBERT E.	CNRS / Univ. Paris Sud	Chercheur	
MASSAULT M.	CNRS / Univ. Paris Sud	Technicien	→
RAKOTONDRAINIBE J.H.	DE		
RABEFITIA ZOARIMALALA	DMH	Ingénieur	
RANIVOARISOA S. V.	DMH	Ingénieur	
RAZAFINDRAKOTO H.	DMH	Ingénieur	
VIANNEYS S.	DMH	Technicien	

Suite de ce tableau à la page suivante...

Suite du tableau de la page précédente.

ZAFIMALALA A.	DMH	Ingénieur
RAKOTO E.	IOGA	
RASOLOMANANA E.	IOGA	
GRILLOT J.C.	USTL / Montpellier	Chercheur
ARTHAUD F.	USTL / Montpellier	Chercheur
ALBOUY M.	Bénévole	→
→ Chercheurs ou techniciens en mission à Madagascar pour les besoins du projet.		
CNRE : Centre National de Recherche sur l'Environnement.		
DE : Direction de l'Eau / Ministère de l'Energie et des Mines (MEM).		
DMH : Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie.		
IOGA : Institut et Observatoire Géophysique d'Antananarivo.		
USTL : Université des Sciences et Techniques du Languedoc.		

II.3.c. Personnel de recrutement local temporaire (personnel des programmes)

RAHELIMANANDRAY N.	Agent de saisie	<
ANDRIAMBAHINY J.E.	Informaticien	
RALAIMARO J.	Technicien hydrologue	1
RAMANAMAHEFA R.	Technicien hydrologue	
RASOAMIADANA J.	Technicien hydrologue	2
TSITOHINY	Technicien hydrologue	
ASSANY	Technicien hydrologue	
RAKOTO J.	Gardien / lecteur de la station climatologique de Tritrivakely	
RAKOTOARISON S.	Gardien / lecteur de la station hydrologique d'Ambatosoratra	
RAZANINDRINA	Gardien / lecteur de la station hydrologique d'Andromba	
HAGAY P.	Gardien station ARGOS d'Androka	
RAKOTOARINELINA P.	Gardien station ARGOS d'Ilempona	
HAJAIMANJAKATSIORY	Gardien station ARGOS de la Betsiboka	
RAZANAKOTO C.	Gardien station ARGOS de Mananara	
1 A été recruté en décembre 1994.		
2 A quitté son emploi pour des raisons personnelles le 19/09/1994 (pour suivre un DEA d'hydrologie en Suisse).		

Ce tableau ne prend pas en compte un nombre important de manoeuvres, gardiens, mécaniciens... embauchés de manière très ponctuelle (installation de stations hydrologiques, travaux au laboratoire...).

Notons que certains de ces agents travaillent pour le compte de l'ORSTOM depuis de nombreuses années. Au regard du droit malgache, ils peuvent difficilement être considérés comme temporaires.

II.3.d. Etudiants

DUSSARRAT B.	Allocataire de recherche MRT/ORSTOM	*
RALAIMARO J.	USTL (Montpellier)	*
RAZAFINDRAKOTO T.H.	ESPA, Département Hydraulique et Météorologie	
RASOLOFONIAINA A.	ESPA, Département Hydraulique et Météorologie	
RAMANANJATO Z.	Université d'Antananarivo, UER de géographie	
BOUQUET S.	Ecole Nationale d'Agronomie de Montpellier	
MARCILLAC F.	Ecole Nationale d'Agronomie de Montpellier	
RAHARISON ANDRIANIRINA V.	ESPA, Département Hydraulique et Météorologie	
RANARIJAONA H.	Université d'Antananarivo, Département de botanique	
USTL : Université des Sciences et Techniques du Languedoc.		
ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo.		
* : Egalement mentionné dans les tableaux précédents.		

II.2. MISSIONS ET TOURNEES

II.2.a. Missions et tournées à Madagascar

En 1994, 55 tournées ont été effectuées à Madagascar (voir annexe 1) :

- 16 dans le cadre du PEC 2 pour le suivi du réseau d'acquisition de données hydropluviométriques télétransmises par le système ELSYDE/ARGOS ;
- ≈ 30 dans le cadre du PEC 5 pour le suivi du réseau d'observation hydropluviométrique de la région de Mahitsy et son démontage ;
- 9 dans le cadre du PEC 6 sur les lacs Tritrivakely, Ihotry et Alaotra.

Ces tournées représentent plus de 700 jours de déplacement pour les chercheurs, techniciens, étudiants... participant aux programmes.

Cinq missionnaires, F. GASSE, F. CHALIE, M. MASSAULT, Y. ALBOUY et M. ALBOUY ont effectué des missions à Madagascar depuis la France pour les besoins du PEC 6. Seuls ont été pris en charge sur les A.B. de L. FERRY les voyages et indemnités de F. GASSE et Y. ALBOUY.

En marge des tournées de terrain, rappelons que les partenaires et étudiants malgaches perçoivent une indemnité pour leurs déplacements à Antananarivo. Cette indemnité prise en charge par les différentes actions budgétées (L. FERRY et chercheurs associés, voir chapitre II.3.) est versée au plus démunis ne recevant aucune autre aide de l'ORSTOM (allocation). Elle est calculée mensuellement et est fonction du nombre de jours effectifs de déplacement au laboratoire d'hydrologie, dans des bibliothèques... effectués dans le cadre des programmes. Ainsi, près de 1200 jours de déplacement ont été payés à 3 partenaires malgaches et 5 étudiants (indemnité journalière = ½ indemnité journalière de terrain).

II.2.b. Missions à l'extérieur

Ont effectué des missions en France :

- L. FERRY, à Montpellier du 14 au 30/06/1994 : Contacts avec le DEC et le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM, sauvegarde des banques de données hydrologiques et pluviométriques de Madagascar et soutenance de thèse de B. DUSSARRAT.
- S. RANIVOARISOA, à Montpellier du 25/02/1994 au 25/04/1994 : Stage "Technologies nouvelles en hydrologie de surface".

II.3. CREDITS

II.3.a. Actions budgétées de L. FERRY

Les crédits mis à la disposition de L. FERRY pour le fonctionnement des programmes se répartissent sur 6 actions budgétées (A.B.) dont une de convention :

A.B.	CHAP.	CONV.	DOTATIONS (F.F.)	DELEGATIONS (F.F.)	MOUVEMENTS (F.F.)	DEPENSES (F.F.)	RESTES (F.F.)
2210	06900	000	40000,00	36800,00	0,00	36795,62	4,38
2211	06900	000	70000,00	64400,00	0,00	64398,71	1,29
2212	06900	000	15000,00	13550,00	0,00	13535,98	14,02
2211	06930	493	145925,34	145925,34	(*) 38400,00	107487,07	38,27
2210	64400	000	5000,00	5000,00	0,00	4999,45	0,55
2211	64400	000	28400,00	28400,00	0,00	26957,77	1442,23
TOTAL			304325,34	294075,34	38400,00	254174,60	1500,74

* mouvements concernant le stage S. RANIVOARISOA et la mission de Y. ALBOUY (voir tableau ci-après)

La convention 493 correspond au programme "Banques de données hydrologiques et pluviométriques de Madagascar" (PEC 2) financée par le FAC depuis 1990 (voir chapitre III).

Aucune dotation concernant la convention FAC "Appui de la France au PAE" (voir chapitres II.3.d. et V.) ne figure dans ce tableau. La première facture (mémoire n° 940115 de 18 000 000 Fmg) émise par le Service Financier ne sera payée qu'en 1995.

Le détail des dépenses, toutes A.B. confondues, figure dans le tableau ci-après.

DESIGNATION	Total (F.F.)
CARBURANTS ET LUBRIFIANTS VEHICULES	10537,24
FOURNITURES D'ENTRETIEN ET PETIT EQUIPEMENT	22017,80
FOURNITURES ADMINISTRATIVES	9364,92
LINGE, VETEMENTS DE TRAVAIL	1274,00
AUTRES FOURNT. SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	1739,15
LOCATION MOBILIERE (VEHICULES)	300,00
ENTRET. ET REPAR. BATEAUX	116,68
DOCUMENTATION GENERALE ADMINISTRATIVE	126,54
DOCUMENTATION TECHNIQUE SCIENTIFIQUE	213,00
TRANSPORTS INTERCENTRES	3402,11
FRAIS POSTAUX ET FRAIS DE TELECOMMUNICATIONS	4227,11
TRAVAUX,FACONS ET PRESTAT. EXECUTES PAR L'EXTER.	5046,42
IMPOTS ET TAXES EXIGIBLES A L'ETRANGER	8,39
PERSONNEL TEMPORAIRE	38275,89
MATERIELS SCIENTIFIQUES	12065,00
MATERIEL DE TRANSPORT	13285,74
MATERIEL INFORMATIQUE	30633,78
ENTRET. VEHICULES ET MATERIELS	42117,15

Détail des dépenses par rubrique (suite de ce tableau page suivante)

DIVERSES MISSIONS ET TOURNEES (VOYAGES ET INDEMNITES)	34029,75
BILLET AVION MISSION F. GASSE A MADAGASCAR	7500,00
INDEM. MISSION F. GASSE	7032,06
BILLET AVION MISSION Y. ALBOUY A MADAGASCAR	2400,00
INDEM. MISSION Y. ALBOUY	2584,69
BILLET AVION RANIVOARISOA S. (MONTPELLIER)	8277,18
FRAIS DE STAGE RANIVOARISOA S. (LAB. HYDRO. MONTPELLIER)	36000,00
TOTAL	292574,60

Détail des dépenses par rubrique (suite du tableau de la page précédente)

Le tableau précédent fait apparaître des sommes importantes pour les équipements, l'entretien des véhicules et des matériels ainsi que pour les missions, les tournées et les frais de stage :

- La liste des équipements acquis en 1994 est donnée au paragraphe II.4. ;
- les dépenses d'entretien de véhicules et de matériels sont principalement dues à la remise en état du véhicule 3497 TM attribué aux programmes par la Représentation de l'ORSTOM ;
- près de 1/3 du coût des missions et tournées concerne des déplacements à Madagascar de chercheurs et techniciens venant en appui aux programmes depuis la France ;
- la prise en charge du voyage et du stage à Montpellier de S. RANIVOARISOA, soit 44277,18 FF, représente une part importante des dépenses (voir formation au chapitre VII.).

II.3.b. Actions budgétées de L. ROBISON (Chercheur associé)

UCP0015	Dotation 1994	45000,00 FF
DESIGNATION		Total (F.F.)
MATERIEL DE TRANSPORT		19880.00
FOURNITURES NON STOCKABLES ELEC. (GAZ)		53.25
CARBURANTS ET LUBRIFIANTS VEHICULES		2175.07
FOURNITURES D'ENTRETIEN ET PETIT EQUIPEMENT		3848.80
FOURNITURES ADMINISTRATIVES		14.91
LINGE, VETEMENTS DE TRAVAIL		205.90
ENTRET. VEHICULES ET MATERIELS		389.36
TRANSPORTS INTERCENTRES		297.35
MISSIONS ET TOURNEES (VOYAGES ET INDEMNITES)		15354.12
TRAVAUX,FACONS ET PRESTAT. EXECUTES PAR L'EXTER.		376.30
PERSONNEL TEMPORAIRE		621.25
FRAIS MEDICAUX		168.08
TOTAL		43384.39
Reste		1615,61

II.3.c Actions budgétées de C. RAZAFY (Chercheur associé)

UCP0015	Reliquat 1993	13003,59 FF
	Dotation 1994	30000,00 FF
	Total	43003,59 FF

DESIGNATION	Total (F.F.)
MATERIEL DE BUREAU ET INFORMATIQUE	26515.00
ENTRET. VEHICULES ET MATERIELS	9057.20
FOURNITURES D'ENTRETIEN ET PETIT EQUIPEMENT	35.50
FOURNITURES ADMINISTRATIVES	6265.85
MISSIONS ET TOURNEES (VOYAGES ET INDEMNITES)	1002.24
PERSONNEL TEMPORAIRE	127.80
TOTAL	43003.59
Reste	0,00

II.3.d. Financement FAC du PEC 6

Le programme "Lacs et paléoclimats malgaches" (PEC 6, voir chapitre V) est en partie financé par le FAC dans le cadre de la convention de financement suivante (gouvernement malgache/gouvernement français) : "Appui de la France au PAE - Composante n° 3 - Etude des eaux continentales de surface". Le financement du FAC, d'un montant de 1500 kF, est réparti comme suit : 750 kF pour le volet "lacs" et 750 kF pour le volet "biodiversité" (responsable J.-M. ELOUARD)

Le financement FAC est géré par le MCAC³. Les engagements effectués (ou demandés à la MCAC) dans le cadre du volet "lacs" au 31/12/1994 sont présentés dans le tableau ci-après :

Rubrique (MCAC) et fournisseur	Objet	Date	Engag. (F.F.)	Cumul (F.F.)
2- 2.1 Invest. tech. mat. et out.				
HEMISPHERE	Micro-ordinateur et imprimante	24/05/94	66390,00	
HEMISPHERE	Table à digitaliser	24/05/94	34300,00	
PROLABO	Trousse analyse chimique	18/10/94	3831,60	
WRIGHT	Carottier	18/10/94	6200,00	
BIOBLOCK	Matériel analyse chimique	18/10/94	47482,90	158204,50
3- 2.2 Autres dont véhicules				
RASSETA	2 TOYOTA	30/05/94	120824,96	
RASSETA	Frais locaux 2 TOYOTA	30/05/94	5012,53	125837,49
5- 4 Achats fourn. et mat. cons.				
HEMISPHERE	Cartouches pour imprimantes	24/05/94	8910,00	
MANUPLAST	Bidon plastique	18/10/94	2161,84	
SARTORIUS	Matériel filtration eau	27/12/94	4909,52	
NEREIDES	Filet à plancton	27/12/94	2590,00	18571,36
11- 6.0 Personnel local				
ORSTOM TANANARIVE	Frais personnel local	14/06/94	22582,05	22582,05
13- 8.0 Divers et imprévus				
AUTO-MARCHE	Pare-buffle 009PE340	18/10/94	2061,89	
AUTO-MARCHE	Réparation 009PE340	27/12/94	1796,11	3858,00
TOTAL				329053,40

L'engagement concernant les frais de personnel local sera payée à l'ORSTOM en 1995. Son paiement donnera lieu à la création d'une A.B. gérée par L. FERRY.

³ MCAC : Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle

II.4. EQUIPEMENTS ACHETES EN 1994

Désignation	F.F.	F.F.
Sur A.B. de L. FERRY		
1 Logiciel MAPINFO	14350,00	
1 Micro-ordinateur portable DELL 486 (HD 170 Mo, écran couleur, 8 Mo de mémoire)	15100,00	
1 Sonde et rallonge piézométrique ELSYDE (mat. de rechange)	12065,00	
1 Moteur Hors Bord EVINRUDE 25 cv	13285,74	
S/Total		54800,74
Sur A.B. de L. ROBISON (chercheur associé)		
1 Motocyclette HONDA 125 cc	18800,00	
S/Total		18800,00
Sur A.B. de C. RAZAFY (chercheur associé)		
1 Micro-ordinateur IPC VALUE MAGIC	13300,00	
1 Table traçante HP 7475	13215,00	
S/Total		26515,00
Sur financement FAC (payé directement par la MCAC)		
1 Véhicule Toyota Hilux Pick up 4x4	125837,49	
1 Micro-ordinateur DELL (486, 1Go, écran couleur 17")	43315,00	
1 Lecteur externe D2 Syquest 105 Mo	9085,00	
1 Imprimante laser HEWLETT PACKARD HP4	12500,00	
1 Table à numériser OCE GRAPHICS G6834 (A1)	34300,00	
2 Trousses de mesure de l'alcalinité	3831,60	
2 pH-mètres	7970,50	
2 Oxymètres	9319,50	
1 Distillateur d'eau	12274,00	
1 Bouteille de prélèvement	4239,85	
1 Carottier	(6200,00)	
2 Dispositif de filtration d'eau	2166,56	
S/Total		271039,50

Les matériels achetés sur les A.B. des chercheurs associés ont été remis aux partenaires. En ce qui concerne ceux achetés sur le financement FAC, il appartiendra à la MCAC d'en définir la destination à l'issue du PEC 6 (seront probablement remis aux partenaires).

III. BANQUES DE DONNEES HYDROLOGIQUES ET PLUVIOMETRIQUES DE MADAGASCAR (PEC 2)

Outre la publication de catalogues et le suivi d'un petit réseau d'acquisition de données hydrologiques et pluviométriques télétransmises par le système ELSYDE/ARGOS en 1995, le PEC 2 peut être considéré comme achevé. C'est pour cette raison que ce chapitre fait état de détails et de commentaires concernant l'ensemble du programme depuis son lancement en 1991.

III.1. RAPPEL DU CADRE INSTITUTIONNEL ET DES OBJECTIFS

L'ORSTOM, le Centre National de Recherche sur l'Environnement (CNRE) et La Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie (DMH) ont mené conjointement depuis le début de l'année 1991 un programme intitulé : Banque de Données Hydro-pluviométriques de Madagascar (BDHM).

Le PEC 2 a été en grande partie financé par le FAC à concurrence de 1 million de francs (convention de financement n°362/C/DEV/89/MAD). Ce financement a été obtenu dans le cadre du programme "Hydrologie en Afrique subsaharienne". Vis à vis de nos partenaires malgaches, il s'inscrivait dans le cadre du protocole de coopération scientifique signé le 27/04/1989 par le Ministère des Transport de la Météorologie et du Tourisme (actuel MTM), le Ministère de la Recherche Scientifique et Technologique pour le Développement (actuel MRAD) et l'ORSTOM.

Le programme a été dirigé par L. FERRY (ORSTOM), L. ROBISON (CNRE) et le Directeur de la Météorologie et de l'Hydrologie. Il présentait quatre objectifs :

- La formation du personnel malgache à l'utilisation des matériels et des logiciels mis en place ;
- la création des banques de données hydrologiques et pluviométriques ;
- la remise des archives hydrologiques de l'ORSTOM pour Madagascar ;
- l'Installation et le suivi d'un réseau expérimental d'acquisition de données hydrologiques et pluviométriques télétransmises par le système ELSYDE/ARGOS.

Les trois premiers objectifs ont été atteints. Avec la parution et la diffusion à Madagascar de 200 exemplaires de "Fleuves et rivières de Madagascar" (Monographie hydrologique n° 10) ils constituent :

- Un ensemble complet d'informations hydrologiques et pluviométriques brutes et élaborées ;
- un éclaircissement de nos relations avec la DMH ; relations qui n'ont pas toujours été des meilleures au moins jusqu'en 1987.

Les griefs et revendications, exprimés de manière pratiquement officielle, à l'égard de "l'ancienne hydrologie ORSTOM à Madagascar" semblent maintenant effacés (pillage des documents de base, dissimulation des données...). Cependant, il subsiste encore de la part de certains agents de la DMH un certain malaise...

Beaucoup de difficultés sont apparues en ce qui concerne la mise en marche et le suivi du réseau d'acquisition de données par le système ELSYDE/ARGOS.

III.2. LES BANQUES DE DONNEES HYDROLOGIQUES ET PLUVIOMETRIQUES

Les banques de données hydrométriques et pluviométriques de Madagascar ont été constituées au moyen des logiciels HYDROM 2.0 et PLUVIOM 2.1 mis au point par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM (Montpellier).

Les saisies, les numérisations et les traitements ont concerné essentiellement des informations de bases recueillies auprès de la DMH et de l'ORSTOM.

Le volume des deux banques de données est maintenant considérable. Le tableau ci-après donne une image de leur importance.

OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES		OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES	
Nb. de stations identifiées	474	Nb. de stations (points) identifiés	1033
Nb. de stations pour lesquelles des côtes instantanées ou des jaugeages ont été saisis	348	Nb. de stations pour lesquels des valeurs de pluie journalière ou mensuelle ont été saisis	770
Nb. de couples date / hauteur d'eau	≈ 2300000	Nb. d'années de pluviométrie journalière ou mensuelle	≈ 21000
Nb. de jaugeages	≈ 14000		
Nb. d'étalonnages	≈ 700		

Banques de données hydrologiques et pluviométriques : état récapitulatif

Les premières maquettes des catalogues des données existantes au sein des deux banques de données ont été présentées lors des manifestations du cinquantenaire de l'ORSTOM à Madagascar (voir chapitre VIII.). Afin d'harmoniser les deux banques de données avec celle des lacs malgaches pour laquelle une nouvelle codification des bassins versants de Madagascar a été élaborée (PEC 6, voir chapitre V.), l'édition des catalogues a été reportée à 1995.

Les fichiers hydrométriques et pluviométriques ont été systématiquement centralisés à la DMH. Plusieurs sauvegardes sur disques durs, disquettes, bandes magnétiques ont été faites d'une part au Laboratoire d'Hydrologie ORSTOM/CNRE (Antananarivo) et d'autre part au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM (Montpellier).

Au cours de cette opération, l'accès aux documents originaux en vue de leur saisie a constitué le principal obstacle au programme.

↳ Il a toujours été difficile de consulter les archives pluviométriques de la DMH. Plusieurs raisons peuvent être à l'origine de l'attitude de ce partenaire :

- Sa volonté de ne pas dévoiler un mauvais état des archives et le peu d'intérêt qui leur serait accordé ;
- sa volonté de masquer la dégradation de ses réseaux d'observation ;
- son protectionnisme exacerbé qui d'une certaine manière caractérise l'ensemble de nos partenaires malgaches ;
- l'humiliation pour certains de ses responsables et chefs de service de voir l'ORSTOM, organisme étranger, faire leur propre travail ;
- la crainte de voir l'Institut reprendre la place prépondérante que l'ORSTOM avait en matière d'hydrologie il y a 20 ans ;
- les préoccupations relatives au contexte socio-politique qui prévalent depuis 1991.

↳ L'accès aux quelques archives hydrologiques du CNRE, pourtant notre principal partenaire à Madagascar, nous a pratiquement été interdit. Le projet IRNT⁴ du CNRE qui a toujours montré une attitude distante voire hostile à l'égard de l'ORSTOM en est probablement à l'origine. Les archives hydrologiques du CNRE ne concerneraient que des doubles et des copies de documents conservés à l'ORSTOM.

Malgré les difficultés rencontrées, le travail a été fait et les fichiers sont en sécurité. On peut penser que, sans notre participation et notre persévérance, les banques de données hydrologiques et pluviométriques de Madagascar n'auraient peut-être jamais vu le jour... Notons cependant que, compte tenu des rétentions de documents précédemment citées, les deux banques de données et notamment la banque de données pluviométriques doivent présenter de nombreuses lacunes.

En conclusion, l'ORSTOM, sur cette opération, a joué un rôle positif en dépit de conditions de travail et de partenariat délicates.

III.3. LE RESEAU EXPERIMENTAL D'ACQUISITION DE DONNEES HYDRO-PLUVIOMETRIQUES TELETRANSMISES PAR LE SYSTEME ARGOS.

A Madagascar, un réseau d'acquisition de données hydro-pluviométriques télétransmises par le système ELSYDE/ARGOS est en test depuis le mois de novembre 1992 dans le cadre du programme. Il comprend :

- Une station de réception directe de type SRDA86 CEIS,
- deux télélimnigraphes CHLOE,
- deux télépluviographes OEDIPE.

Le fonctionnement de ce dispositif a connu beaucoup de difficultés relatives à des pannes survenues sur tous les enregistreurs (émetteurs) et la station de réception. Ces pannes étaient principalement dues à des défauts de fabrication et à la fragilité du pré-amplificateur de l'antenne de réception, sensible aux orages. Les remplacements ou les réparations ont pratiquement tous été pris en charge par les fournisseurs.

Ajoutons à cela que deux sondes piézométriques (SPI) ont pris l'eau et que le câble de raccordement SPI/Centrale d'acquisition de la station de la Betsiboka à Ambodiroka a été arraché lors des crues consécutives au cyclone Géralda (mars 1994). Le remplacement de ce câble et la réparation des deux SPI auront coûté plus de 12000 FF.

Depuis quelques mois l'ensemble du dispositif fonctionne correctement. Par ailleurs, le CEIS vient de nous envoyer un préamplificateur d'antenne mieux protégé. Nous entamons donc la saison des pluies et des orages 1994/1995 dans de bonnes conditions.

En raison du peu de succès que nous avons obtenu jusqu'à présent, il est apparu indispensable vis à vis de la DMH, destinataire des matériels à l'issue du programme, de prendre en charge le suivi de ce réseau en 1995. Le coût des redevances ARGOS (5400 FF/balise) nous a conduit à équiper les quatre centrales d'acquisition de limiteurs d'émission qui ont été programmés pour des émissions 1/7 jours. Le coût de cet

⁴ IRNT : Inventaire des Ressources Naturelles et Terrestre, programme financé par la Banque Mondiale et bénéficiant au sein du CNRE d'un statut particulier et d'une certaine autonomie.

équipement a été de 6000 FF payés en 1994 et les redevances ARGOS pour 1995 seront d'environ 3000 FF.

III.4. FORMATION DES AGENTS DE LA DMH, DU CNRE ET DE L'ORSTOM

Dans le cadre du programme et depuis 1990, année préparatoire, cinq agents ont participé au stage "Technologies nouvelles en hydrologie de surface" organisé par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM (environ 2 mois de stage à Montpellier) :

Nom	Organisme	Qualification	Date
RAZAFY C.	DMH	Ingénieur	1990, 1 ^{ère} session
ZAFIMALALA A.	DMH	Ingénieur	1990, 2 ^{ème} session
RAZAFINDRAKOTO H.	DMH	Ingénieur	1992
GARRETA P.	ORSTOM	Technicien	1993
RANIVOARISOA S.V.	DMH	Ingénieur	1994

A Madagascar, une quinzaine d'agents malgaches de la DMH, du CNRE et de l'ORSTOM ont été formés au fur et à mesure de l'avancement du programme à l'utilisation des logiciels HYDROM et PLUVIOM, à la gestion des deux banques de données et à l'utilisation du système ELSYDE/ARGOS :

Nom	Organisme	Qualification
ROBISON L.	CNRE	Chercheur
VINCENT DE PAUL	CNRE	Technicien
GREVE A.	DMH	Ingénieur
JAONARIFETRA B.	DMH	Technicien
RABEFITIA ZOARIMALALA	DMH	Ingénieur
RANIVOARISOA S. V.	DMH	Ingénieur
RAZAFIMANJATO L.L.	DMH	Ingénieur
RAZAFINDRAKOTO H.	DMH	Ingénieur
VIANNEYS S.	DMH	Technicien
RAHELIMANANDRAY N.	ORSTOM	Agent de saisie
RAKOTONDRAMANANA M.	ORSTOM	Technicien / Dessinateur
RAMANAMAHEFA R.	ORSTOM	Technicien
RASOAMIADANA J.Y.	ORSTOM	Technicien

A cela ajoutons que, toujours dans le cadre du programme, deux agents du CNRE et de la DMH ont suivi des cours de DEA (≈ 12 mois à l'USTL/Montpellier) au Laboratoire du Professeur C. BOCQUILLON et obtenu le DEA "Gestion et valorisation de l'eau" :

Nom	Organisme	Sujet de mémoire	Année
ROBISON L.	CNRE	Etude des précipitations annuelles à Madagascar (carte n° 3 au 1/500 000).	1991
RAZAFIMANJATO L.L.	DMH	Modélisation hydrologique du bassin versant de l'Ikopa à Antananarivo	1992

A l'issue de sa formation en France L.L. RAZAFIMANJATO n'a pas réintégré son poste à la DMH et ne serait pas non plus revenu à Madagascar...

Enfin, en marge du programme signalons que trois étudiants de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ont été accueillis au sein de l'équipe : 2 en stage et 1 pour la préparation d'un mémoire de fin d'étude d'ingénieur. Pour 1994, cette dernière formation est détaillée au chapitre VII.

III.5. REMISE DES ARCHIVES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM A LA DMH

En 1993, les archives hydrologiques de l'ORSTOM pour Madagascar conservées au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM (Montpellier) ont été expédiées à Antananarivo après un premier tri effectué par P. GARRETA sur place.

Ces archives, constituées pour une bonne part de documents hydrologiques originaux (feuilles de jaugeage, limnigrammes, carnets de lecteur...) ont été inventoriées, classées puis saisies ou numérisées afin de les intégrer à la banque de données hydrologiques de Madagascar.

Les archives provenant de Montpellier et celles qui ont été conservées à Madagascar par les hydrologues de l'ORSTOM depuis la fin des années 1970 (J. DANLOUX, D. BAUDUIN et L. FERRY) représentent plus de 2,5 m³ de documents rangés dans environ 200 cartons d'archives. Ces cartons d'archives seront remis officiellement à la DMH en 1995.

IV. BILAN DES EAUX , TYPOLOGIE DES BAS FONDS, EROSION ET MODELISATION SUR DES BASSINS EMBOITES DES HAUTES TERRES DE MADAGASCAR (PEC 5)

Le programme "Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des hautes terres de Madagascar" (PEC 5) a pris fin en 1994. Des rappels sur ses objectifs, son déroulement et les résultats obtenus sont donnés ci-après.

IV.1. RAPPEL DU CADRE INSTITUTIONNEL ET DES OBJECTIFS

Le PEC 5 a démarré en janvier 1991. Il s'inscrivait dans le cadre d'une convention de collaboration scientifique MRS-CNRE / ORSTOM qui n'a pu être signée que le 14/11/1992 par le Ministère de la Recherche Scientifique (actuel MRAD) et l'ORSTOM. Il faisait suite à une Action Thématique Programmée (ATP/PIREN Bas-fonds) menée de 1986 à 1990 sous la direction du FOFIFA/MRSTD (actuel MRAD) et du CIRAD. Dans ce précédent programme, l'ORSTOM dirigeait le volet "Hydrologie".

Les objectifs du PEC 5 consistaient à étendre les résultats obtenus précédemment sur le bassin versant d'Ambohitrakoho (0,13 km²) à une série de bassins versants emboîtés d'environ 120 km² au total. Il s'agissait de

- mieux connaître les ressources en eau de surface ainsi que la géométrie et le fonctionnement des aquifères,
- proposer un modèle d'échange hydrique eaux de surface/eaux souterraines,
- proposer une classification des bas fonds,
- élaborer une carte morphotectonique et un schéma structural.

Le programme a été dirigé par L. FERRY (ORSTOM), L. ROBISON (CNRE).

Plus d'une quinzaine de personnes a participé à divers titres au programme. Il s'agissait de chercheurs, techniciens et étudiants du CNRE, de l'ORSTOM, de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc (USTL) et de l'Université d'Antananarivo. A cela ajoutons la collaboration, mais de manière plus ponctuelle, de certains laboratoires et services dont notamment le Laboratoire des Radio-Isotopes (LRI - Univ. Antan.), le Service de l'Assainissement et du Génie Sanitaire (SAGS - Min. de la Santé) et l'Institut et Observatoire Géophysique d'Antananarivo (IOGA).

Soulignons le rôle de B. DUSSARRAT, Allocataire de recherche MRT/ORSTOM, et le soutien scientifique de F. ARTHAUD, Professeur à l'USTL (Montpellier), dans la bonne réalisation du programme.

Le fonctionnement du programme a intégralement été pris en charge par l'ORSTOM. Cependant, quelques petits appareils de mesure (oxymètre, conductimètre, pH-mètre) ont été mis à la disposition du programme par l'USTL. Par ailleurs, la MCAC a participé de manière importante au volet "formation" du programme avec :

- La prise en charge des voyages et séjours en France de J. RALAIMARO (DESS puis DEA, 1992-1994) ;
- la prise en charge des voyages de F. ARTHAUD et J. C. GRILLOT en 1991 (mission d'étude et suivi des étudiants).

IV.2. CHRONOLOGIE DES OPERATIONS

Les travaux réalisés entre 1991 et 1994 pour la région de Mahitsy sont nombreux. La liste en est donnée ci-après.

- ☞ En 1991, installation d'un réseau d'observation des écoulements de surface comprenant : 5 sections de contrôle des débits (10 limnigraphes), 4 stations pluviographiques, 1 bac d'évaporation avec pluviomètre associé.
- ☞ En 1991, installation d'un réseau d'observation des eaux souterraines comprenant : 4 forages (3 à 5 m), 9 piézomètres implantés dans la plaine alluviale, 10 sources aménagées.
- ☞ De 1991 à 1994, suivi des deux réseaux d'observation à raison de 2 à 3 tournées par semaine pendant lesquelles étaient réalisées : des mesures physico-chimiques et de débits et le contrôle des niveaux piézométriques.
- ☞ Prospection géophysique en vue de la localisation d'une faille majeure au Nord de la zone faite par l'Observation de Géophysique d'Antananarivo.
- ☞ Réalisation d'une synthèse sur les observations hydrologiques recueillies sur le bassin versant d'Ambohitrakoho entre 1987 et 1990.
- ☞ Numérisation de la carte topographique du FTM au 1/100 000 de la région et élaboration du Modèle Numérique de Terrain (MNT) résultant.
- ☞ Réalisation d'une carte morphotectonique et d'un schéma structural.
- ☞ Etude des domaines hydrogéologiques de la région.
- ☞ Etude des phénomènes d'érosion sur le bassin.
- ☞ Elaboration de bilans hydrologiques pour 5 sous-bassins versants.
- ☞ Inventaire et cartographie des sources.
- ☞ Pompage d'essai sur le forage de l'hôpital de Mahitsy réalisé en collaboration avec le Service de l'Assainissement et du Génie Sanitaire (SAGS - Ministère de la Santé).
- ☞ Réalisation d'une synthèse générale sur la typologie des bas-fonds et le fonctionnement des aquifères.
- ☞ En 1994, démontage du réseau d'observation (eau de surface / eau souterraine). La station d'Amboanjobe a été maintenue en place dans la perspective du démarrage du PEC 4. Compte tenu de l'avancement du dossier PEC 4, elle sera démontée en début d'année 1995 (voir chapitre VI)..

En marge du programme, mais toujours en vue de la connaissance des ressources en eaux et des aquifères des zones fissurées de Madagascar signalons les deux missions suivantes :

- ☞ Reconnaissance du massif karstique du Bemaraha dans la région de Bekopaka (juin 1991).
- ☞ Reconnaissance hydrologique et géologique dans la région de Manombo / Ranozaza (juillet 1991). Cette mission dans le sud de Madagascar a été réalisée avec l'aide du Ministère malgache de l'Agriculture (Projet Petits Périmètres Irrigués).

IV.3. RESULTATS, NOTES ET PUBLICATIONS

Les objectifs du programme sont largement atteints voire dépassés.

Les travaux de terrain et de bureau mentionnés au paragraphe précédent ont donné lieu à de nombreuses notes, et publications ainsi qu'à des mémoires d'étudiants et à une thèse de doctorat (voir annexe 3, liste des publications, notes et rapports divers produits dans le cadre du PEC 5).

Bien que le programme doit être considéré comme achevé, l'ouvrage de synthèse est encore en cours de préparation. Il s'agit d'un document pratiquement achevé d'une centaine de pages (21 x 29,7). Il pourrait être soumis à la collection "Etudes et thèses" en 1995 :

- "Structure et fonctionnement des aquifères de la région de Mahitsy" (B. DUS-SARRAT et L. FERRY).

Il conviendrait que la diffusion de cet ouvrage se fasse de manière identique à "Fleuves et rivières de Madagascar" (200 exemplaires diffusés à Madagascar).

V. LACS ET PALEOCLIMATS MALGACHES (PEC 6)

V.1. CADRE DU PROGRAMME ET OBJECTIFS (RAPPELS)

Le programme s'inscrit dans le cadre d'une convention de collaboration scientifique signée par l'ORSTOM et le MRAD en avril 1994. Il fait suite à un précédent programme ORSTOM/CNRE (1991-1993), intitulé "Inventaire des eaux de surface" (PEC 3) dans lequel un certain nombre de travaux préparatoires ont pu être lancés. Ces travaux seront poursuivis et achevés dans le cadre du programme "Lacs et paléoclimats malgaches".

Le PEC 6 est placé sous la co-responsabilité de : L. FERRY et L. ROBISON. Il présente deux volets :

- Ressources en eau (Responsables : L. FERRY et L. ROBISON)
- Typologie et paléoclimats (Responsables : F. GASSE et L. ROBISON)

Le programme s'inscrit également

- à Madagascar, dans le cadre de l'appui de la France au Plan d'Action Environnementale (PAE) et de sa composante "Eaux Continentales de surface" et,
- pour l'ORSTOM, dans le cadre de sa participation au Groupement de Recherche n° 0970 du CNRS : Paléohydrologie et Paléoclimatologie Continentales (GDR 970) qui a été renouvelé en 1994 pour une durée de quatre ans.

La convention de financement concernant l'appui de la France au PAE a été signée le 16/03/1994. Le financement accordé par le FAC pour la réalisation de la composante "Eaux Continentales de surface" est de 1500 kF dont 750 kF sont attribués au PEC 6 et 750 kF au PEC 7 dirigé par J.-M. ELOUARD (UR23/DEC).

V.2. TRAVAUX REALISES EN 1994 ET RESULTATS

- ☞ Un premier élément de la base de données des lacs malgaches a été réalisé. Il s'agit d'une part de la numérisation du contour des lacs à partir des cartes au 1/100000 et, d'autre part du développement du logiciel MALACCA, logiciel spécifique pour la montée en charge et la gestion du plan d'information géographique "lacs". Plus de 1300 lacs ont été saisis. Cette étape constitue la base de l'inventaire des lacs malgaches, leur identification et leur caractérisation géographique.
- ☞ Pour l'identification des lacs malgaches, une nouvelle codification des bassins versants de Madagascar a été adoptée. Il a été procédé à une numérisation de l'ensemble des bassins versants afin d'intégrer ce plan d'information dans la base de données finale des lacs malgaches. Parallèlement à son utilisation pour les lacs, la nouvelle codification a été appliquée aux banques de données hydrologiques et pluviométriques (voir chapitre III.).

- ☞ La saisie du plan d'information "réseau hydrographique" a débuté. Deux feuilles au 1/50000 sur les onze couvrant le pays ont été numérisées. Elles devront être validées ultérieurement.

Des pourparlers ont été engagés avec le FTM⁵ pour que cette saisie puisse être poursuivie à partir de planches mères du réseau hydrographique (sur support stable). Un blocage équivalent à celui rencontré pour la consultation des archives de la DMH est apparu (voir chapitre III.2.). La saisie devra se poursuivre à partir de cartes ordinaires...

- ☞ Les travaux de numérisation et les bases de données localisées ont déjà fait l'objet d'une intégration dans le Système d'Information Géographique MAPINFO à savoir : lacs, bassins versants, réseau hydrographique, stations hydrologiques et pluviométriques.

- ☞ L'équipement de trois lacs et de leur bassin a débuté avec :

- lac Tritrivakely : un limnigraphe, un bac d'évaporation et deux pluviomètres;
- Lac Ihotry : un camp de base destiné à assurer une présence permanente, une tour avec limnigraphe sur le lac, un limnigraphe sur son principal affluent, deux pluviographes, un bac d'évaporation;
- lac Alaotra : une tour avec limnigraphe sur le lac, un limnigraphe à son exutoire.

- ☞ Une campagne de carottage a été réalisée en mars/avril 1994 sur le lac Ihotry en collaboration avec F. GASSE, F. CHALIE et M. MASSAULT (CNRS/Univ. ORSAY). Plusieurs carottes de deux à trois mètres ont été prélevées et expédiées en France pour analyse. Cette campagne s'inscrit dans le cadre de l'étude des paléoclimats et fait suite aux sondages réalisés sur le lac Tritrivakely (Hautes Terres).

- ☞ Une première reconnaissance géophysique du lac Alaotra menée par Y. ALBOUY avec la collaboration de l'IOGA a montré des épaisseurs de sédiments pouvant dépasser 200 m.

- ☞ Une première campagne d'échosondage sur le lac Alaotra a été réalisée en août et octobre 1994. Les enregistrements sont en cours de dépouillement.

- ☞ Fin août 1994, L. FERRY a été interviewé dans la région du lac Alaotra par une équipe de RFO/Réunion. Le reportage été présenté à la télévision réunionnaise en novembre 1994 dans le magazine d'information régionale ASTER.

- ☞ En 1994 ont été présentés et produits dans le cadre du programme et des manifestations du cinquantenaire de l'ORSTOM (voir chapitre VII. et annexe) :

- 2 rapports d'activité et d'avancement
- 2 communications
- 3 posters
- 5 notes et documents divers à diffusion limitée
- 1 publication

⁵ FTM : Foiben-Taosarintanin'i Madagasikara : Institut Géographique et Hydrographique National (Madagascar)

VI. RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES DU SUD-OUEST DE MADAGASCAR. RECHARGE DES AQUIFERES DE SOCLE (PROJET PEC 4)

B. DUSSARRAT et J.H. RAKOTONDRAINIBE ont été chargés de la mise à jour du projet PEC 4. Un document a été produit dans le premier semestre 1994. Ce document, également traduit en anglais, comprend : les objectifs du projet, la liste des partenaires possibles, un calendrier d'exécution et une évaluation du coût du projet. Il a été adressé à la CS2, au DEC, à l'UR22 et au CNRE.

Aucun commentaire ne nous est parvenu de l'ORSTOM...

La Direction du CNRE qui a maintenant pris le dossier en main devait saisir le Comité National de l'Eau et de l'Assainissement (CNEA) en vue d'organiser une réunion avec d'éventuels bailleurs de fonds. Compte tenu de la situation actuelle à Madagascar et du coût du projet il est peu probable qu'une suite soit donnée à ce projet à moins, évidemment, que l'ORSTOM relance le dossier...

VII. FORMATION

VII.1. ACTIONS DE FORMATION COMMENCEES DANS LES ANNEES PRECEDENTES (ACHEVEES EN 1994)

- ☞ B. DUSSARRAT, Allocataire de recherche MRT/ORSTOM affectée à Madagascar de 1991 à 1994 dans le cadre du PEC 5 a soutenu sa thèse de doctorat le 17 juin 1994 à l'USTL (Montpellier). L'intitulé de sa thèse est :

"Structure et fonctionnement des aquifères de socle altéré en zone tropicale d'altitude : cas du bassin de Mahitsy (Hautes Terres de Madagascar)"

G. PEDRO (Président), B. POUYAUD (rapporteur), J.C. GRILLOT, F. ARTHAUD et L. FERRY composaient son jury de thèse. B. DUSSARRAT a obtenu la mention très honorable.

- ☞ J. RALAIMARO, à la suite de deux années passées à l'USTL (Montpellier) dans le cadre du PEC 5 (bourse obtenue auprès de la MCAC), a soutenu son mémoire de DEA en septembre 1994. L'intitulé de son mémoire est :

"Unités Hydrogéologiques en domaine de socle altéré : cas d'une zone tropicale d'altitude (Hautes Terres de Madagascar)"

J. RALAIMARO a obtenu le DEA "Tectonique, Géophysique, Géochimie et Hydrogéologie"

Rappelons que J. RALAIMARO avait obtenu le DESS à l'USTL/Montpellier en 1993.

- ☞ T.H. RAZAFINDRAKOTO, étudiant à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), Département Hydraulique et Météorologie, a soutenu son mémoire d'ingénieur en novembre 1994. Son sujet encadré par P. CHAPERON était le suivant :

"Etude des problèmes liés à l'ensablement des ouvrages hydrauliques dans le cadre général de la déforestation de versants : Région d'Ifanja Miarinarivo"

- ☞ A. RASOLOFONIAINA, étudiant à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), Département Hydraulique et Météorologie, a soutenu son mémoire d'ingénieur en novembre 1994. Son sujet encadré par L. FERRY était le suivant :

"Les différentes méthodes d'homogénéisation des données pluviométriques - Application sur la partie sud de Madagascar"

- ☞ Depuis fin 1992, Z. RAMANANJATO a préparé dans le cadre du PEC 5 un mémoire de maîtrise de l'Université d'Antananarivo, UER de géographie, sous la direction de L. FERRY, B. DUSSARRAT et J. RANDRIANARISON. Son sujet était le suivant :

"Contribution à l'étude des phénomènes d'érosion accélérée sur socle altéré des hautes terres centrales de Madagascar : Cas des bassins versants de la région de Mahitsy"

Dans le dernier trimestre 1994, le document préparé par Z. RAMANANJATO a fait l'objet d'une dernière lecture par L. FERRY et B. DUSSARRAT. Après correction, le document final semblait très acceptable bien que manquant d'originalité.

Z. RAMANANJATO n'a toujours pas soutenu son mémoire et ce pour des raisons inconnues. La difficulté de constituer un jury a longtemps été le motif invoqué par J. RANDRIANARISON, son professeur. Une "manoeuvre" de l'UER de géographie destinée à occulter le rôle de l'ORSTOM dans ce travail n'est pas à écarter... Il y a quelques années, deux étudiantes en géographie, encadrées par des chercheurs de l'ORSTOM, ont connu le même type de problème avec pour l'une d'entre elles l'impossibilité de poursuivre ses études.

L'aide financière apportée à Z. RAMANANJATO sous forme d'indemnités de déplacement a été supprimée en novembre 1994.

VII.2. ACTIONS DE FORMATION EN (A PARTIR DE) 1994

- ☞ S. BOUQUET et F. MARCILLAC, étudiants à l'Ecole Nationale d'Agronomie de Montpellier ont été accueillis en qualité de stagiaires dans le cadre du PEC 6. Ils ont réalisé une étude sur le sujet suivant :

**"Etude des réseaux hydro-agricoles du lac Alaotra :
Cas de la vallée de la Sasomangana"**

- ☞ En juin 1994, L. FERRY, L. ROBISON, C. DEPRAETERE et E. ANDRIAMBAHINY ont participé à un stage de formation sur le logiciel MAPINFO. Ce stage était organisé par le CFSIGE⁶ pour les besoins du programme PEC 6.

- ☞ Vonjitiana RAHARISON ANDRIANIRINA, étudiant à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo (ESPA), Département Hydraulique et Météorologie réalise un mémoire de fin d'étude d'ingénieur encadré par L. FERRY dans le cadre du PEC 6. Son sujet est le suivant :

"Les conditions d'exploitation du lac Alaotra"

Les travaux de V. RAHARISON ANDRIANIRINA ont débuté en août 1994. En accord avec son responsable à l'ESPA, cette formation devra durer plus d'un an.

⁶ CFSIGE : Centre de Formation en Sciences de l'Information Géographique et de l'Environnement (Antananarivo).

☞ Hery RANARIJAONA, étudiante à l'Université d'Antananarivo, Département de botanique, prépare une thèse de doctorat (inscrite en 1994 en 1^{ère} année) encadrée par :

- F. RAKOTONDRAINIBE, Professeur à l'Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE, Paris),
- H. JEANNODA, Maître Assistant à l'Université d'Antananarivo, Département de Botanique,
- F. GIBON et L. FERRY.

Les travaux de H. RANARIJAONA portent sur l'étude de la végétation aquatique des milieux lacustres (typologie). Ces travaux sont réalisés dans le cadre des programmes :

- Lacs et paléoclimats malgaches (PEC 6),
- Biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches (PEC 7).

Compte tenu du niveau de connaissance des étudiants de l'ESPA, chaque année plus faible, l'aide à la préparation de mémoires de fin d'étude d'ingénieur sera interrompue en 1995. Notons que ce déclin est reconnu par les responsables et professeurs de l'ESPA eux-mêmes !

VIII. COMMISSION DE CONCERTATION MRAD / ORSTOM ET CINQUANTENAIRE DE L'ORSTOM

VIII.1. COMMISSION DE CONCERTATION MRAD / ORSTOM

La 6^{ème} réunion de concertation MRAD / ORSTOM s'est tenue à Antananarivo les 8 et 9 février 1994. G. WINTER, Directeur Général de l'ORSTOM et H. POUPON, Chef du Service des Relations Extérieures de l'ORSTOM ont participé à cette réunion dont les principaux résultats intéressant l'UR22/DEC sont donnés ci-après :

- ↳ Signature d'un nouvel accord cadre de coopération en matière de recherche scientifique et technique : Cet accord remplace celui de 1986. Il est beaucoup moins restrictif que le précédent et autorise notamment l'élargissement des actions de l'ORSTOM à d'autres institutions malgaches ne relevant pas du MRAD.
- ↳ Le principe d'un découpage du PEC 3, "Inventaire des eaux de surface", en deux nouveaux programmes a été accepté :
 - PEC 6 : "Lacs et paléoclimats malgache" (CNRE - UR22/DEC)
 - PEC 7 : "Biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches" (CNRE - UR23/DEC)

(la convention de collaboration scientifique concernant le PEC 6 a été signée en avril 1994)

- ↳ Une mise à jour du dossier de faisabilité du projet de programme PEC 4 a été demandée (voir chapitre VI.)

4 rapports d'avancement des programmes (PEC 1, 2, 3, 5, voir annexe 2) ont été produits pour la commission de concertation.

Pendant son séjour à Madagascar, le Directeur Général de l'ORSTOM a visité le Laboratoire d'Hydrologie (CNRE/ORSTOM). Sans plus de commentaires, il a montré sa satisfaction en ce qui concerne les résultats obtenus, la bonne intégration de l'équipe des hydrologues (partenariat) et la clarté des objectifs du PEC 6.

VIII.2. CINQUANTENAIRE DE L'ORSTOM

La célébration du cinquantenaire de l'ORSTOM (mars 1994) a occupé une place importante de nos activités du premier trimestre 1994. Les chercheurs, techniciens et étudiants des PEC 2, 5 et 6 y ont apporté une large contribution avec :

- 3 communications présentées à l'Académie Malgache (annexe 2, n° 13, 17, 18)

- La tenue d'un stand à l'exposition organisée au Centre d'Information Technique et Economique (CITE).

Pendant une semaine, des matériels de mesure, neuf posters et une carte morphotectonique y ont été présentés et des démonstrations des logiciels HYDROM, PLUVIOM, DEMIURGE et MALACCA ont été faites.

A l'occasion du cinquantenaire de l'ORSTOM, le Président M. LEVALLOIS et le Recteur R. PAULIAN ont visité notre laboratoire. Ils ont montré un vif intérêt pour les programmes et notamment leurs objectifs appliqués. L'effort en matière de formation mené depuis quelques années a retenu toute leur attention.

ANNEXE 1

LISTE DES MISSIONS ET TOURNEES

PEC 2 (Contrôle des stations hydropluviographiques ELSYDE/ARGOS)			
1	Betsiboka	15/01/1994 au 16/01/1994	RAMANAMAHEFA R. RANAIVO B.
2	Betsiboka	27/01/1994 au 30/01/1994	GARRETA P. ASSANY
3	Betsiboka	01/06/1994 au 05/06/1994	GARRETA P. TSITOHINY ASSANY
4	Betsiboka	14/06/1995 au 16/06/1995	RAMANAMAHEFA R. RANAIVO B.
5	Betsiboka	05/10/1994 au 07/10/1994	RAMANAMAHEFA R. TSITOHINY RANAIVO B. ASSANY
6	Betsiboka	10/11/1994 au 13/11/1994	RAMANAMAHEFA R. RANAIVO B.
7	Androka	07/06/1994 au 12/06/1994	RAMANAMAHEFA R. RANAIVO B.
8	Androka Bekinty	08/12/1994 au 22/12/1994	ROBISON L. RAMANAMAHEFA R. RAKOTONDRAMARO J. RANAIVO B.
9	Ilempona	24/01/1994	GARRETA P. RAMANAMAHEFA R.
10	Ilempona	26/01/1994	RAMANAMAHEFA R. RANAIVO B.
11	Ilempona	04/03/1994	GARRETA P.
12	Ilempona	06/07/1994	GARRETA P.
13	Ilempona	27/07/1994	GARRETA P.
14	Ilempona	18/11/1994	ROBISON L. GARRETA P.
15	Ilempona	23/11/1994	GARRETA P. RAKOTONDRAMANANA M.
16	Mananara	07/12/1994	GARRETA P.

PEC 5

Les petites tournées hebdomadaires effectuées dans la région de Mahitsy (≈ 30 km) d'Antananarivo ne sont pas mentionnées. Il s'agit de déplacements dépassant rarement 1/2 journée. Les tournées dans la région de Mahitsy ont été interrompues en juillet/août 1994 à la suite du démontage du réseau d'observation.

PEC 6				
1	Lac Tritrivakely	22/03/1994 au 25/03/1994	CHALIE F. MASSAULT M. RAKOTONDRAMARO J. RANAIVO B.	→ →
2	Lac Ihotry	27/03/1994 au 05/04/1994	ASSANY CHALIE F. FERRY L. GASSE F. MASSAULT M. RANAIVO B. ROBISON L. VINCENT DE PAUL RAHARIMANANA D.	→ → →
3	Lac Alaotra	10/08/1994 au 02/09/1994	BOUQUET S. FERRY L. MARCILLAC M. RAHARISON ANDRIANIRINA V. RANAIVO B. TSITOHINY	
4	Lac Tritrivakely	27/09/1994 au 30/09/1995	ROBISON L. RANAIVO B. RAKOTONDRAMARO J.	
5	Lac Alaotra	08/10/1994 au 16/10/1994	ALBOUY M. ALBOUY Y. RAKOTO E. RANAIVO B. RASOLOMANANA E. TSITOHINY	→ →
6	Lac Ihotry	22/10/1994 au 02/11/1994	ASSANY FERRY L. RANAIVO B. ROBISON L. TSITOHINY VINCENT DE PAUL	
7	Lac Alaotra	10/11/1994 au 30/11/1994	FERRY L. RAKOTONDRAMANANA M. RAHARISON ANDRIANIRINA V. ASSANY GARRETA P. RAKOTONDRAMARO J. RANAIVO B. GIBON F. RANARIJAONA H.	
8	Lac Tritrivakely	18/11/1994	ROBISON L. GARRETA P.	

9	Lac Ihotry	08/12/1994 au 22/12/1994	ROBISON L. RAMANAMAHEFA R. RAKOTONDRAMARO J. VINCENT de PAUL RANAIVO B.
Permanence sur le lac Ihotry		28/10/1994 au 10/12/1994	RAKOTONDRAMARO J.
		10/12/1994 au 14/03/1995	TSITOHINY
→ Chercheurs ou techniciens en mission à Madagascar pour les besoins du projet.			

MISSIONS A L'EXTERIEUR			
1	Paris / Montpellier	14/06/1994 au 30/06/1994	FERRY L. Contacts DEC et Labo. Hydro. ORSTOM Jury thèse B. DUSSARRAT
2	Montpellier	25/02/1994 au 25/04/1994	RANIVOARISOA S. Stage "Technologies nouvelles en hydrologie de surface"

ANNEXE 2

PUBLICATIONS, NOTES ET RAPPORTS DIVERS EN 1994

PEC 1 (Fleuves et rivières de Madagascar)

- [1] CHAPERON (P.), DANLOUX (J.), FERRY (L.), Monographie hydrologique n° 10 - Fleuves et rivière de Madagascar (PEC 1) - Résumé et diffusion.
janvier 1994.

PEC 2

- [2] FERRY (L.), ROBISON (L.), Programme : Banques de Données Hydrologiques et Pluviométriques de Madagascar (BDHM-PEC 2) - Rapport d'avancement.
ORSTOM, CNRE, janvier 1994.
- [3] FERRY (L.), ROBISON (L.), GARRETA (P.), La Banque de données hydrologiques de Madagascar (catalogue des données existantes).
ORSTOM, DMH, CNRE, mars 1994.
- [4] ROBISON (L.), FERRY (L.), GARRETA (P.), La Banque de données pluviométriques de Madagascar (catalogue des données existantes).
ORSTOM, DMH, CNRE, mars 1994.
- [5] ROBISON (L.), FERRY (L.), GARRETA (P.), RAKOTONDAMANANA (M.), POSTER : La banque de données pluviométriques de Madagascar.
CNRE, ORSTOM, mars 1994.
- [6] FERRY (L.), ROBISON (L.), GARRETA (P.), VINCENT DE PAUL, RAKOTONDAMANANA (M.), POSTER : La banque de données hydrologiques de Madagascar.
ORSTOM, CNRE, mars 1994.
- [7] RASOLOFONIAINA (A.), Les différentes méthodes d'homogénéisation des données pluviométriques - Application sur la partie sud de Madagascar.
Mémoire de fin d'étude de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Hydraulique et Météorologie, novembre 1994.

PEC 4 (projet)

- [8] DUSSARRAT (B.), RAKOTONDRAINIBE (J.H.), PROJET : Ressources en eux souterraines du sud-ouest de Madagascar - Recharge des aquifères de socle (région de EJEDA).
ORSTOM, CNRE, avril 1994.

PEC 5

- [9] **ROBISON (L.), FERRY (L.), Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des hautes terres de Madagascar - Rapport d'avancement.
CNRE, ORSTOM, janvier 1994.**

- [10] **DUSSARRAT (B.), FERRY (L.), ROBISON (L.), RAKOTONDRAMANANA (M.), RAMANANJATO (Z.), POSTER : Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des hautes terres de Madagascar.
ORSTOM, CNRE, mars 1994.**

- [11] **DUSSARRAT (B.), FERRY (L.), Les ressources en eaux souterraines de la région d'Antananarivo (Mahitsy); des propositions pour leur exploitation et leur protection.
Bulletin spécial Madagascar (cinquantenaire de l'ORSTOM), mars 1994.**

- [12] **FERRY (L.), DEPRAETERE (C.), Les programmes de recherches hydrologiques de l'ORSTOM à Madagascar; aperçu historique et perspectives pour le développement.
Bulletin spécial Madagascar (cinquantenaire de l'ORSTOM) - Mars 1994.**

- [13] **DUSSARRAT (B.), FERRY (L.), Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des Hautes Terres de Madagascar.
Communication à l'Académie Malgache - Mars 1994
(A paraître dans un bulletin spécial de l'Académie Malgache)**

- [14] **DUSSARRAT (B.), Structure et fonctionnement des aquifères de socle altéré en zone tropicale d'altitude : cas du bassin de Mahitsy (Hautes Terres de Madagascar).
Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier II (USTL) - Juin 1994.**

- [15] **RALAIMARO (J.), Unités Hydrogéologiques en domaine de socle altéré : cas d'une zone tropicale d'altitude (Hautes Terres de Madagascar).
Mémoire de DEA de l'Université de Montpellier II - Septembre 1994.**

PEC 3 et PEC 6

- [16] **ROBISON (L.), FERRY (L.), Programme : Inventaire des eaux continentales - Volet hydrologie, morphologie et histoire des lacs (PEC 3) - Rapport d'avancement.
CNRE, ORSTOM, janvier 1994.**

- [17] **FERRY (L.), DEPRAETERE (C.), ROBISON (L.), Premiers résultats d'une étude générale sur les lacs malgaches.
Communication à l'Académie Malgache - mars 1994
A paraître dans un bulletin spécial de l'Académie malgache.**

- [18] **GASSE (F.), FERRY (L.), Histoire des lacs et paléoclimats à Madagascar.
Communication à l'Académie Malgache - mars 1994
A paraître dans un bulletin spécial de l'Académie malgache.**

- [19] **DEPRAETERE (C.), POSTER : DEMIURGE 2.2, une chaîne de programme sur PC pour la production et le traitement de modèles numériques de terrain.
ORSTOM, mars 1994.**

- [20] GASSE (F.), FERRY (L.), ROBISON (L.), RAKOTONDRAMANANA (M.), RAMANA-MAHEFA (R.), TSITOHINY, POSTER : Les paléoclimats à Madagascar. CNRS, ORSTOM, CNRE, mars 1994.
- [21] ROBISON (L.), DEPRAETERE (C.), FERRY (L.), ANDRIAMBAHINY (E.), VINCENT DE PAUL, RAKOTONDRAMANANA (M.), POSTER : Les lacs de Madagascar. CNRE, ORSTOM, mars 1994.
- [22] GASSE (F.), CORTIJO (E.), DISNAR (J.-R.), FERRY (L.), GIBERT (E.), KISSEL (C.), LAGGOUN-DEFARGE (F.), LALLIER-VERGES (E.), MISKOVSKY (J.-C.), RATSIMBAZAFY (B.), RANAIVO (F.), ROBISON (L.), TUCHOLKA (P.), J.-L. SAOS (J.-L.), SIFFEDINE (A.), TAIEB (M.), VAN CAMPO (E.), WILLIAMSON (D.), A 36 ka environmental record in the southern tropics : Lake Tritrivakely. CR. Acad. Sci. Paris, t. 318, série II, p. 1513 à 1519, 1994.
- [23] ANDRIAMBAHINY (E.) et DEPRAETERE (C.), MALACCA, Madagascar LAc Catalogue, logiciel de gestion de la base de données géographiques des lacs de Madagascar. ORSTOM, CNRE, juillet 1994.
- [24] MARCILLAC (F.), BOUQUET (S.), Etude des réseaux hydro-agricoles du lac Alaotra : Cas de la vallée de la Sasomangana. ORSTOM, Ecole Nationale d'Agronomie de Montpellier, Mission Française de Coopération et d'Action Culturelle, août 1994.
- [25] ALBOUY (Y.), Reconnaissance géophysique du lac Alaotra 8-10 octobre 1994.
- [26] ANDRIAMBAHINY (E.), DEPRAETERE (C.), FERRY (L.), ROBISON (L.), RAKOTONDRAMANANA (M.), Nouvelle codification hydrologique de Madagascar. ORSTOM, CNRE, novembre 1994.
- [27] RAZAFINDRAKOTO (T.H.), Etude des problèmes liés à l'ensablement des ouvrages hydrauliques dans le cadre général de la déforestation de versants : Région d'Ifanja Miarinarivo
Mémoire de fin d'étude de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Département Hydraulique et Météorologie, novembre 1994.
- [28] FERRY (L.), ROBISON (L.), Appui de la France au PAE - Composante n° 3 - Etude des eaux continentales de surface - Volet lacs - Rapport d'avancement n° 1. ORSTOM, CNRE, décembre 1994.

ANNEXE 3

PUBLICATIONS, NOTES ET RAPPORTS DIVERS PRODUITS DANS LE CADRE DU PEC 5

- [PEC 5 - 1] Bilan des Eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des hautes terres de Madagascar (PEC V). Rapport d'avancement.
MRSTD/CNRE, ORSTOM - Rapport LRSAE n° 7 - Mai 1991
B. DUSSARRAT, L. FERRY.
- [PEC 5 - 2] Perméabilité de matériaux reposant sur socle cristallin : un exemple en zone intertropicale (Madagascar).
C.R. Acad. Sci. Paris, t.313, Sér. II: 959-964 - 1991
J.C. GRILLOT, D. De ENDOLENKO, B. DUSSARRAT.
- [PEC 5 - 3] Reconnaissance hydrologique et géologique dans la région de Manombo/Ranozaza (Madagascar).
MRSTD/CNRE - ORSTOM, Rapp. LRSAE n° 8, 1991.
L. FERRY et F. ARTHAUD, J.-C. GRILLOT, B. DUSSARRAT, J. RALAIMARO.
- [PEC 5 - 4] Rôle des facteurs tectoniques et géomorphologiques dans l'organisation des systèmes de bas-fonds rizicoles (exemples des hauts plateaux de Madagascar).
Séminaire international "Bas-fonds et riziculture."
Tananarive décembre 1991.
F. ARTHAUD, B. DUSSARRAT.
- [PEC 5 - 5] Dispositif expérimental sur le bassin versant de Mahitsy (hautes terres de Madagascar). Rapport LRSAE n° 13. - 1991
B. DUSSARRAT, J. RALAIMARO.
- [PEC 5 - 6] Hydraulics of an interfluvium and Preaty Flat System; an example from a basement weathered zone (Madagascar).
Journal of Hydrology, Vol 135, pp 321-340, 1992.
J.C. GRILLOT, B. DUSSARRAT.
- [PEC 5 - 7] Rapport sur les mesures géophysiques effectuées dans le région d'Ankadi-fotsy / Mahitsy.
Observatoire de Géophysique d'Antananarivo, 1992.
- [PEC 5 - 8] Influence en saison sèche d'un karst de latitude tropicale sur les écoulements de surface.
C. R. Acad. Sci. Paris, t. 315, série II, p. 217-222, 1992.
J.-C. GRILLOT.
- [PEC 5 - 9] Programme : Eaux continentales V (PEC V). Rapport d'avancement pour la réunion de concertation MRS/MTM/ORSTOM du 13 novembre 1992.
MRS/CNRE, ORSTOM - novembre 1992.

- [PEC 5 - 10] Traitement et valorisation des observations hydrologiques et pluviométriques du bassin d'Ambohitrakoho - Essai de bilan hydrologique.
Mémoire de fin d'étude de l'EESP - Janv. 1993.
J. RASOAMIADANA
- [PEC 5 - 11] Caractérisation hydrogéologique de bassins versants emboîtés sur socle altéré en zone tropicale d'altitude: exemple des hautes terres de Madagascar.
Hydrogéologie, n° 1, 1993, pp. 53-64, 5 fig., 6 tabl.
B. DUSSARRAT, J. RALAIMARO.
- [PEC 5 - 12] Aspects morpho-tectoniques et physico-chimie des eaux à l'étiage dans les karsts de Madagascar.
Mémoire de DESS de l'Université de Montpellier II - Juin 1993
J. RALAIMARO.
- [PEC 5 - 13] Aquifères karstiques et caractéristiques physico-chimiques des eaux à l'étiage : Exemple de la zone tropicale de l'hémisphère sud (Madagascar).
Hydrogéologie, n° 3, 1993, pp. 199-206, 6 fig., 1 tabl.
J. C. GRILLOT, J. RALAIMARO, F. ARTHAUD.
- [PEC 5 - 14] Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des Hautes Terres de Madagascar.
Rapport d'avancement - Janvier 1994.
L. ROBISON, L. FERRY.
- [PEC 5 - 15] Les ressources en eaux souterraines de la région d'Antananarivo (Mahitsy); des propositions pour leur exploitation et leur protection.
Bulletin spécial Madagascar (cinquantenaire de l'ORSTOM) - Mars 1994.
L. FERRY, B. DUSSARRAT.
- [PEC 5 - 16] Les programmes de recherches hydrologiques de l'ORSTOM à Madagascar; aperçu historique et perspectives pour le développement.
Bulletin spécial Madagascar (cinquantenaire de l'ORSTOM) - Mars 1994.
L. FERRY, C. DEPRAETERE.
- [PEC 5 - 17] Bilan des eaux, typologie des bas-fonds, érosion et modélisation sur des bassins emboîtés des Hautes Terres de Madagascar.
Communication à l'Académie Malgache - Mars 1994 (A paraître dans un bulletin spécial de l'Académie Malgache)
B. DUSSARRAT, L. FERRY.
- [PEC 5 - 18] Structure et fonctionnement des aquifères de socle altéré en zone tropicale d'altitude : cas du bassin de Mahitsy (Hautes Terres de Madagascar).
Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier II (USTL) - Juin 1994.
B. DUSSARRAT.
- [PEC 5 - 19] Unités hydrogéologiques en domaine de socle altéré : cas d'une zone tropicale d'altitude (Hautes Terres de Madagascar).
Mémoire de DEA de l'Université de Montpellier II - Septembre 1994.
J. RALAIMARO.