Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

Institut de Recherches Scientifiques de MADAGASCAR.

Section Hydrologique

# RAPPORT ANNUEL

de la Section Hydrologique de l'I.R.S.M.
pour 1961

par

M. ALDEGHERI

Maître de Recherches Chef de la Section Hydrologique de l'1.R.S.M.



1962

#### OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Institut de Recherches Scientifiques de Madagascar

Section Hydrologique

RAPPORT ANNUEL

de la Section Hydrologique

de l'I.R.S.M.

pour 1961

par M. ALDEGHERI,

Maître de Recherches

Chef de la Section Hydrologique de l'I.R.S.M.





1 8 AOUT 1970

1962

Dans le présent rapport, nous examinerons tout d'abord le programme 1961, ainsi que les moyens matériels et financiers mis à notre disposition pour nous permettre de le mener à bien.

Nous donnerons un bref résumé des résultats bruts obtenus sur les différentes rivières de Madagascar et aux stations climatologiques.

#### I - LE PROGRAMMA 1961 -

Il comporte les points principaux suivants :

- a) Exploitation du réseau d'échelles limnimétriques :
  - Entretien des échelles
  - Contrôle des lecteurs
  - Mesures des débits.

Les échelles de la BESALY et de l'ANDRANTINA, intéressant plus particulièrement le Génie Rural, ont été, dans le courant de l'année, prises en compte, entretenues et étalonnées par la Brigade d'études hydrologiques du Génie Rural de Fort-Dauphin. Cette Brigade exploite un certain nombre d'autres stations situées sur quelques rivières du Sud, intéressantes pour de petits aménagements d'hydraulique agricole.

- b) Poursuite des études hydrologiques à la station du Banian sur le HANGOKY:
  - Mesures des débits et des transports solides en suspension
  - Evaporation
  - Itude du ruissellement et des averses sur le bassin versant expérimental.

## c) Etudes BETSIBOKA/IKOPA:

- Fin des observations sur le terrain Mesures de débits à Ambodiroka sur la B.TSIBOKA et l'ISINKO
- Mesures des transports solides en suspension
- Mesures d'évaporation sur bacs Colorado et Classe A à Ambodiroka et Antsatrana
- Poursuite des observations sur le bassin versant expérimental - Reprise de ces observations en Novembre 1961 avec l'observateur malgache.
- Dépouillement des renseignements obtenus pendant les campagnes précédentes.

- d) Collaboration avec les Eaux et Forêts et le CTFT pour l'installation et l'exploitation de bassins versants expérimentaux dans la région de PERIMET et à ANTANIMORA:
  - Reconnaissance des bassins à PERINET sous forêt naturelle, sous forêt eucalyptus, sous terrain de "tavy" Recherche des emplacements des déversoirs Détermination des dimensions des ouvrages.
  - Reconnaissance des bassins d'ANTANIMORA Détermination de l'emplacement des pluviomètres et des transformations à effectuer sur le déversoir Reconnaissance d'un bassin témoin.

#### e) Evaporation:

Les études sont poursuivies à la station climatologique de l'I.R.S.M.

#### f) Missions à l'étranger :

- Conférence Interafricaine sur l'hydrologie du 16 au 26 Janvier à NAIROBI
- Stage sur les Bassins Versants de l'EAAFRO au KENYA.

## g) Publications :

- Relevés de hauteurs d'eau 1959-60 diffusion en
- Relevés 1960-61 mis en route en Septembre-Octobre publication en Juillet 1962.

# h) Etudes et travaux divers

## II - LES MOYINS -

## a) Personnel:

Au ler Janvier 1961, l'effectif comprend :

- 1 Hydrologue : M. ALDEGHERI, en congé administratif en France du 22 Juillet au 10 Octobre.

## - Agents Techniques :

- M. TOILLISZ, chargé de l'exploitation du réseau de base, entretien des échelles, contrôle des lecteurs et mesures de débits.

- M. SERRANO, basé à AMBODIROKA, chargé des mesures sur la BETSIBOKA et l'IKOPA. Est rentré définitivement en France le 21 Avril après un séjour de trois ans et demi.
- M. ROBIN, affecté à la station du BANIAN, en prolongation de séjour après le ler Septembre

#### - Personnel de bureau :

- 1 Secrétaire dactylo française recrutée sur place
- 2 dessinateurs malgaches.

#### - Personnel de tournée :

- 2 chauffeurs aides-jaugeurs. Ils conduisent le véhicule et aident les hydrologues pendant les tournées (installation échelles, jaugeages). A Tananarive, ils entretiennent le matériel.

De plus en plus, nous essayons de les former à la pratique des jaugeages. Ils s'entraînent à passer le câble et à effectuer la mesure. En fin d'année, un de ces agents a donné entière satisfaction et il effectue lui-même les jaugeages. Ceci permet à l'Hydrologue de dépouiller les mesures sur le terrain.

## - Personnel des stations de brousse :

A AMBODIROKA et au BANIAN le personnel (observateurs, manoeuvres, etc...) a été recruté sur place.

Les lectures d'échelles sont assurées par des observateurs demeurant au voisinage des stations et travaillant soit aux Travaux Publics, soit dans l'Enseignement etc...

Pour pouvoir étudier correctement les régimes des rivières à Madagascar, il faudrait, en plus de l'effectif actuel, un Ingénieur Hydrologue, deux Agents Techniques, deux dessinateurs et deux aides-jaugeurs. On pourrait ainsi visiter toutes les stations de l'Ile en une année et obtenir un nombre de mesures tel que les échelles seraient rapidement tarées. Le contrôle plus fréquent donnerait, probablement, des observations plus sûres.

#### b) Budget:

La récapitulation des crédits alloués en 1961 s'établit comme suit :

#### c) Matériel:

#### 1) Véhicules :

L'état des véhicules au 31 Décembre 1961 est le suivant :

#### à Tananarive :

- 1 pick-up Land Rover nº 2106-TC en bon état (30 000 km)
- 1 camionnette 403 nº 6484-TB en assez bon état (40 000 km)
- 1 remorque en bon état
- A partir de Novembre, récupération du pick-up n° 0177-TB précédemment affecté à Fort-Dauphin Mauvais état (180 000 km)
- Le véhicule Land Rover 6939-TA affecté à AMBODIROKA a été réformé après le départ de M. SERRANO (170 000 km).

#### au Banian:

- l jeep Austin n° 8803-TB en assez bon état (35 000 km) - l remorque en bon état

Les véhicules Land Rover sont assez mal adaptés au travail des hydrologues. Ils sont en effet trop petits pour transporter le matériel nécessaire aux mesures et les tournées doivent toujours être faites avec une remorque.

Le véhicule idéal serait l'UNIMOG S capable de porter une tonne 1/2 en tous terrains et dont les caractéristiques permettent des déplacements très sûrs, même sur les pistes les plus difficiles.

#### 2) Matériel Hydrologique:

Nous avons actuellement deux canots ZODIAC neufs.

Les moulinets, treuils et câbles sont en assez bon état et en quantité suffisante pour permettre le travail du personnel actuellement en place.

Des appareils OTT, pour effectuer les jaugeages par intégration avec le treuil léger NEWA (régulateurs de descente, compteurs F6 Garonne), sont commandés et doivent nous être livrés dans les jours qui viennent.

L'avantage de ces équipements réside dans le fait qu'ils simplifient énormément le travail de dépouillement des jaugeages, les débits partiels sur chaque verticale étant donnés par la lecture des chiffres du compteur et du chronomètre. La durée du jaugeage est également diminuée ce qui permet de faire des mesures correspondant à de plus faibles variations du plan d'eau.

## III - REALISATION DANS LE CADRE DU PROGRAFATE -

#### A/ - TOURNZES :

Les principales tournées effectuées au cours de l'année sont les suivantes :

- le 13 Janvier : M. TOILLIEZ tournée sur l'Ikopa au bac de Fiadanana -But : changer la feuille du limnigraphe et jaugeage.
- du 17 au 25 Janvier : M. TOILLIEZ tournée sur la Côte Est -But :mesures de débits de crues aux stations du Mangoro, Ringaringa, Brickaville -
- <u>le 7 Février</u>: M. TOILLIEZ tournée sur l'IKOPA au Bac de Fiadanana -But : changer la feuille du limnigraphe et jaugeage.
- du 23 Février au 31 Mars : M. TOILLIEZ tournée sur la côte Est -
  - But : mesures de débits de crues aux stations de Rogez, du Mangoro, Ringaringa et Brickaville.
- du 27 au 29 Mars: M. ALDEGHERI tournée à Ambodiroka But: Visite des stations et consignes avant départ en France de M. SERRANO.

- Le 31 Mars : M. ALDEGHERI tournée sur l'Ikopa au Bac de Fiadanana -
  - But : Jaugeage de l'Ikopa et essais cylindre pour prélever des échantillons d'eau à différentes profondeurs -
- du 18 Avril au 29 Mai : M. TOILLIEZ tournée dans le Sud Est
  - But : vérification des échelles, contrôle des lecteurs et mesures de débits - A Fatihita : vérification et nettoyage du limnigraphe.
- du 6 au 9 Juin : M. ALDEGHERI tournée à Fort-Dauphin But : Visite avec M. BAILLY du Service des Eaux et
  Forêts des B.V. de Tsimandaha détermination
  emplacement des pluviomètres prospection
  bassin témoin à Fort-Dauphin, vu avec M. KERGOAT diverses
  questions, en particulier problème reprise
  véhicule -
- du 20 au 23 Juin : M. ALDEGHERI tournée à Ambodiroka et Antsatrana.
  - But : contrôle des observateurs et visite des installations; vérification fonctionnement évaporographe et limnigraphe Betsiboka.
- du 9 au 12 Août: M. TOILLIEZ tournée à Ambodiroka 
  But: remise en service limnigraphes NEYRPIC à

  Ambodiroka et OTT sur l'Isinko réparation
  psychromètre et vérification évaporographes.
  Reconnaissance pour installation échelles sur
  le Kamoro et la Mahajamba.
- du 25 Août au 6 Septembre M. TOILLIEZ tournée dans le Sud Est.
  - But : contrôle des lecteurs, vérification des échelles et mesures de débits.
- du 21 au 30 Septembre : M. TOILLIEZ tournée dans le Sud Est.
  - But: contrôle des lecteurs, vérification des échelles et mesures de débits - A Fatihita: remise en place échelle 0-2 m et mise en place d'une nouvelle borne S.H.

./.

du 23 au 25 Octobre : M. ALDEGHERI - tournée à Maintirano - But : mesures de débits de la Manambaho à la demande de la Société des Pétroles de Madagascar.

Examiné possibilités études hydrologiques en vue aménagement plaine de la Namela et de la Demoka -

du 3 au 18 Novembre : M. ALDEGHERI - tournée dans le Sud.

But : visite avec M. ATHE des stations du Sud et du Sud Est, à Tongobory ; replacé élément d'étiage.

le 17 Novembre : H. TOILLIEZ - tournée sur l'Ikopa au Bac de Fiadanana - But : changer feuille du limnigraphe et jaugeage.

du 4 au 7 Décembre : M. ALDECHERI - tournée à Ambodiroka et Antsatrana -

But: avec M. AIME, visite des installations sur la Betsiboka, l'Isinko et l'Ikopa - contrôle des observateurs - à Fiadanana : changer feuille du limnigraphe -

du 11 au 21 Décembre : M. ALDEGHERI - tournée côte Est (Tamatave)

But: vérification des échelles, contrôle des lecteurs, mesures de débits aux stations du Mangoro, Ringaringa et Brickaville. Au lac Alaotra: visite des BV des Eaux et Forêts, étude possibilité observer 3 ou 4 BV expérimentaux. A Ambatondrazaka: examiné avec Chef Circonscription du G.R. possibilité reprise observations hydrologiques sur le Bassin du Lac Alaotra.

du 11 au 22 Décembre : h. TOILLIEZ - tournée à Ambodirok
But : vérification et remise en état des limnigraphes des stations amont et aval des BV. vérification des pluviographes - mise en
place des pluviomètres - vérification des
appareils météo - mesures de débits aux
BV.

Entre-temps, tournées de courte durée aux stations de la région de Tananarive pour mesurer les débits et vérifier le fonctionnement des limnigraphes (à Tsinjony sur l'Andromba, Andramasina et P.K. 22 sur la Sisaony, Anosizato, Ambohimanambola, Bevomanga et Pont de Mahitsy sur l'Ikopa).

Tournées par l'Agent Technique du Banian à Nosiarivo du 7 au 10 Janvier et du ler au 4 Mars pour contrôler le lecteur et jaugeages du Fiherenana - . A Dangovato et Beroroha du 14 au 17 Décembre, pour démonter l'échelle de Dangovato et mettre en place une échelle de 0-6 m au bac de Beroroha.

De plus, M. ROBIN, Agent Technique du Banian est venu à Tananarive, du 27 Mai au 10 Août pour mettre à jour ses travaux de dépouillements.

En 1961, le nombre de jours de tournées est égal à 277.

## B/ - RESULTATS OBTENUS :

Nous donnons ci-dessous les résultats des jaugeages effectués en 1960 et dépauillés en 1961 :

Rivières	! Stations	l Date	. Mo	Hauteur Début m		Débit m3/s	1
BETSIBOKA	Ambodiroka  t  t  t  t  t  t  t  t  t	118. 8.60 114. 9.60 14.10.60 13.10.60 11.11.60 119.11.60 111.12.60 113.12.60	66 67 68 69 70 71 72 73 74	0,22 0,15 0,09 0,04 0,04 -0,07 -0,09		445 1039 1556	
IKOPA	'Antsatrana '	1 8. 7.60 130. 8.60 1 6.10.60 1 9.11.60 123.12.60	73 74 75	0,465		192 122 106 60 528	† † † † † † † † † † † † † † † † † † †
ISINKO	'Ambodiroka ' ' ' '	'24. 9.60 '21.10.60. '14.11.60 '10.12.60 '14.12.60'	17 18 19	0,29	1,27		† † † † † † † † † † † † † † † † † † †

Rivières	! Stations	Date	, , No	Hauteur Début m	Fin	Débit 'm3/s
IVONDRO	Ringaringa	15.12.60 16.12.60	13	' 1,12 ' 1,11	1,10	
MANDRARE	'Amboasary- 'Sud	16.12.60	47	4,95	4,55	1521
1 11 1 1		'11.12.60 '12.12.60 '12.12.60	15 16 17	1,48 12,06 12,03	1,34 2,03 2,00	178 '
'MANGORO	Mangoro (Gare)	'11.12.60 '	6	1,59	1,55	66
RIANILA	1	121.12.60 122.12.60 123.12.60 124.12.60	14 15 16 17	1,21 1,31 1,29 1,18	1,15; 1,18; 1,16; 1,16;	130 <b>*</b> 96 <b>!</b>
VOHITRA	1 1 1	29.12.60 29.12.60 30.12.60 31.12.60 31.12.60	19 1 20 1 21 1 22 1 23 1 24 1	0,31 0,30 0,32 0,30 0,285 0,28	0,2910,311	41 39 41 41 40,3 40,8

D'autre part, les débits des 3 jaugeages suivants doivent être corrigés comme suit :

- MANDRARE à Amboasary-Sud : 6.9.60 1,40 m 0,387 m<sup>3</sup>/s
   " Ifotaka : 6.9.60 0,44 m 0,45 m<sup>3</sup>/s
   MENARANDRA à Tranoroa : 17.11.59 1,755 à 1,70 m 108 m<sup>3</sup>/s
  - a) Réseau de base :

# - Installations nouvelles :

Une nouvelle échelle a été installée à Beroroha sur le MANGOKY. Elle remplace celle de Dangovato. Elle sera utilisée par la SAMANGOKY comme échelle d'alerte en cas de crue. Les hauteurs d'eau pourront par la suite être transmises tous les matins par radio à Tanandava.

## - Stations abandonnées ou exploitées par d'autres Services :

- MANGOKY à Dangovato à partir du 14 Novembre 1961

- FIHERENANA à Miary par manque de lecteur

- BESALY et ANDRANTINA : renseignements collectés par le Génie Rural de Fort-Dauphin.

- La station de la BESOKATRA à Joffreville abandonnée provisoirement en 1960 n'a pas été reprise.

#### - Carte des stations :

Au 31 Décembre 1961, nous contrôlons compte tenu des stations de la BETSIBOKA, intégrées au réseau général en Avril 1961, 51 échelles, soit 52 avec le Banian. Leur situation est indiquée sur la carte ci-jointe.

## - Stations visitées en 1961 :

Toutes les stations, sauf celles de la Montagne d'Ambre (1), de la Mahavavy du Nord (1), du Sambirano (2), du Maevarano (2) et de la Mahavavy du Sud (1), ont été contrôlées en 1961.

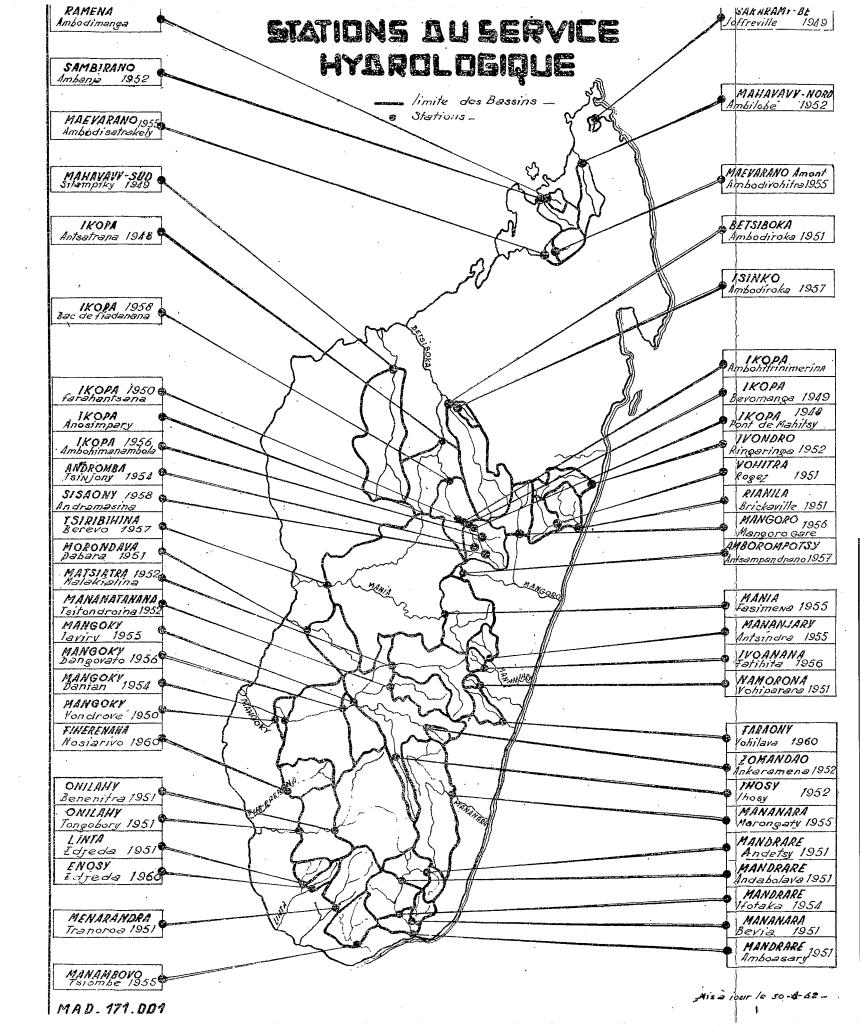
## - Lecteurs d'échelles :

Les indemnités sont toujours payées par l'IRSM, grâce à une subvention du Ministère des Travaux Publics. Le 4ème trimestre a été payé dans le courant du mois de Janvier.

Les feuilles de relevés nous parviennent assez régulièrement. Au 31 janvier 1962, toutes les stations ont envoyé leurs feuilles d'observations du mois de Décembre 1961.

Il faut toujours noter que certaines observations sont assez douteuses, les lecteurs ne comprenant pas encore l'importance de leur travail. Nous pouvons admettre que, sur les 52 stations, nous avons 30 stations dont nous pouvons absolument être sûrs. Pour les autres, il y a probablement un certain nombre de chiffres qui sont inventés par les lecteurs.

Le remède à cela pourrait être apporté par l'installation de limnigraphes à durée de rotation de 3 ou 6 mois, doublant l'observateur et contrôlés régulièrement par l'hydrologue. Cette opération serait certainement efficace. Il est démontré que la présence d'un appareil enregistreur rend un observateur plus consciencieux. Elle est malheureusement trop onéreuse pour pouvoir être envisagée dans un avenir immédiat.



### - Jaugeages :

L'étalonnage des échelles est effectué au cours des tournées. Nous avons toutefois essayé de concentrer nos efforts sur certaines stations en laissant l'équipe hydrologique pendant 8 à 10 jours au même endroit.

Les tableaux ci-après rassemblent toutes les mesures effectuées en 1961 :

:Rivières	Stations	Date :	nº	Hauteur Début m Fin	De bit	:mise en	Nbre total: de jaug au: 31.12.61	Observations :
: AMBOROM- : POTSY	Antsampan drano	27. 5. 28. 5.	22 23	0,665 0,665	1,80 1,86	1957	23	Bon étalonnage
: ANDROMBA	Tsinjony	11. 1. 16. 3. 28. 7. 8.11.	17	: 1,56     1,54	21,3 19,6 3,36 1,74	1954	19	Tarage définitif
FARAONY	Bac de Vohilava	2 · 5 · 3 · 5 · 4 · 9 ·	4 · 5 · 5	0,695 0,87 0,865 0,86 0,79	55,3 78 75 67	1960	•	Etalonnage définitif après les jautgeages effectués en Février 1962
FIHERENA-	Nosiarivo	8. l: 1. 3:		0,49 0,45	5,9 5,2	1960		Etalonnage impos-sible
IHOSY		23. 2° 23. 4° 24. 4° 25. 4° 31. 8°	24 25 26	0,695 0,67 0,65	31 11 10,5 10,3 2,9	1953		Tarage Jéfinitif en moyennes eaux
	•	27. 7: 9.11:	12 :		15,7 15,2	1956	*	Bon tarage en basses et moyennes eaux
•	Anosizato	9. 1: 26. 7: 7.11:	7:	0,32	119 22,5 16,7	ř	8 .	Tarage uéfinitif
•	* 'e	<b>'</b> \$	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	; · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	:	:	12-

Rivières	Stations	Date nº	Hauteur Début m Fin	Débit m3/s	:Date de:Nbre :mise en:de j :service: 31	aug. au:	: Observations
IKOPA	Pont de Mahitsy	12. 1: 15 17. 2: 16 26. 7: 17 7.11: 18	: 0,89 0,90 · : 0,68	68,9 25,7 21,3 15,9	1951	18	Etalonnage défi- nitif
		12. 1: 15 16. 2: 16 25. 7: 17 10.11: 18	; 0,76 0,75 · 0,51	297,9 51,4 36,2 22,7	1948	18	id.
***	:Fiadanana	13. 1: 35 7. 2: 36 31. 3: 37 19.10: 38 17.11: 39	: 0,81 0,80 · : 1,55 1,53 · : 0,19	512,5 102,7 220,7 33,8 51	1957	39	Tarage définitif
IVOANANA	**	11. 5: 24 12. 5: 25 13. 5: 26 14. 5: 27 25. 9: 28	: 0,64 : 0,625	23,4 25,9 20,3 17,4 22,4	1956	28	Tarage définitif en basses et moyennes eaux
IVONDRO	• ga.	19. 1: 15 8. 3: 16 15. 3: 17 15.12: 18 15.12: 19 16.12: 20 16.12: 21 17.12: 22	0,44 0,63 0,635 1,60 1,57 1,58 1,77 1,58 1,54	53,4 29,8 47,6 160 144,8 178,4 144,5 128,1	1952		Bon étalonnage en basses eaux jusqu'à 2 m
MANANANTA NANA	Tsiton- :	29.8:21	0,295	17,7	1952	21	Bon étalonnage

Rivières	Stations "	Date :	nº :	Hauteur Début m Fin	Debit .	:Date de:N :mise en:d :service:	e jaug.au	: Observation
MANAM BOVO		19. 1: 19. 1: 19. 1: 22. 3: 24. 3: 25. 3:	13 14 15 16 16 16 1	1,02 0,99 0,69 0,65 0,28 0,79 0,77		1956	·	Bon étalonnage pour l'étiage jusqu'à 1,50 m (1) Jaugeage douteux cont il n'a pas été tenu comp dans le tracé de la courbe
MANANARA		24 · 1: 25 · 1: 26 · 1: 27 · 1: 14 · 3: 20 · 3:	31 1 32 1 33 1 34 1	1,15 1,145 1,47 1,46 1,64 1,60	16,6 10,5 30,7 35,6 2,6 2,5	1951		Hauteur max. cy- clone du 27. 3 7,40 m Etalonnage diffi- cile, lit instabl Depuis 1955-56, une courbe par an
Grande MANANARA	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	28 · 4: 29 · 4: 30 · 4: 2 · 9:	5 :	0,885 0,88 0,87 0,86 0,855 1,05	95,3 106,3 98,3 141,5	1955		Etalonnage rendu définitif pour le moyennes eaux jus qu'à 2,50 m en Janvier 1962
MANANJARY	Antsindra	17. 5° 27. 9°	15 16	0,60 1,15 1,08	64,5	1955	16	Tarage définitif
MANDRARE	Anadabola va	3 · 23 12 · 23 27 · 43	19 :	: 1,31   1,28 :	62 · 75 · 24 · .	1951	20	Bon étalonnage en moyennes eaux

: :Rivières :	Stations	Date	nº	Hauteur Début m Fin	Débit m³/s	:mise en:	Nbre total: de jaugau: 31.12.61:	Observations :
MANDRARE		20. 1: 20. 1: 21. 1: 23. 1: 14. 3: 15. 3: 17. 3: 21. 3: 21. 3: 28. 4:	490 51 55 55 55 56 55 56	4,20 4,15 4,30 4,90 4,40 4,35 1,98 1,96 2,45 2,53 4,15 4,17 2,24 3,33 3,58	366 1390 2750 1550 81 197 975 118 535 31	1951		Etalonnage difficile du fait de la mobilité du lit. Débits en moyennes et hautes caux connus avec une assez bonne précision à partir d'une courbe moyenne
	Ifotaka	25 4	25	0,50 0,495	33 <b>,</b> 4	1953:		Etalonnage diffi-: cile, lit instable:
MANGOKY	:Vondrové	17. 4:	23	1 <b>,</b> 55	250 <b>,7</b> 5	1951:	23	id.
MANGORO		17. 1: 24. 1: 24. 2: 30. 3: 11.12: 18.12: 19.12: 20.12: 20.12: 21.12:	8 10 11 12 13 14 15 16 17	1,16 1,55 1,60 1,90 2,46 2,48 2,61 2,68 2,72 2,79 2,94 2,97 2,98 2,99 2,94	111 134 33 72 113 191,4 224,6 228,2 259,3 263,8 258,4 245	1956	•	Tarage définitif : en basses et moyen : nes eaux :
MANIA	:Fasimena	25 · 5′:	7	1,40	86	1956	7	Etalonnege définitif

Rivières	Stations	Date n	Hauteur Début m Fin	Débit m <sup>3</sup> /s	:mise en:	======== Nbre total: de jaug. au: 31.12.61:	Observations :
%MENARAN— 2 DRA	•	16. 1: 31 17. 1: 32 18. 1: 33 18. 1: 34 23. 3: 35 24. 3: 36	0,82 0,815 1,88 1,89 1,82 1,51 1,50	24 17,2 137,8(1 117,6(1 65,6(1 180	); );	· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Bon étalonnage au- dessus de 1 m (1) Mesures dou- teuses dont il n'a : pas été tenu compte: pour le tracé de la: course
NAMORONA		: 19. 5: 25	0,60 0,60 0,565 0,73 0,95 0,925	4,84 4,34 3,72 4,96 7,22	-	.5	Tarage définitif : en basses et moyen-: nes eaux :
RIANILA	ville	20. 1: 18 21. 1: 19 22. 1: 20 23. 1: 21 12.12: 22 13.12: 22 14.12: 25 14.12: 26	1,33 1,20 1,26 1,175 1,16 1,235 3,83 3,55 2,98 2,87 2,82 2,74 2,31 2,21	113,3 114,15 73,9 50 1271 865 764 555 535	1951		Assez bon étalon- : nage au-dessus de : 1,35 m. 1 l'étiage : les débits semblent: être soumis à l'in-: fluence de la marée:
SISAONY	:Andrama-	: 11. 1: 14 : 1. 2: 15 : 16. 3: 16 : 28. 7: 1	0,88 0,875 0,59 1,05 1,04 0,59 0,40	8,16 3,77 11,7 3,06 1,00 8,64		19	Tarage définitif

:Rivière	Stations	======= Tate '	no .	Hauteur Début m Fin	Débit m <sup>3</sup> /s	:mise en:	Nbre total: de jaug.au: 31.12.61:	Observations :
SISAONY		28. 7	11 :	0,95 0,94 0,69 0,68 0,565		1958	12	
VOSTRA		27. 2: 28. 2: 28. 3: 2. 3: 22. 3: 22. 3: 24. 3: 25. 3: 27.	26 : 278 : 29 : 31 : 33 : 34 : 35 : 36 : 36 : 36 : 36 : 36 : 36 : 36	0,00 -0,035 0,41 0,31 0,395 0,385 0,275 0,27	36,8	1952		Bon étalonnage en basses eaux. Forte extrapolation pour les hautes eaux
ZOMANDAO		20.4 21.4 27.8	23	0,90	4,4 4,05 1,78	1954	24	Bon tarage à dater de Mars 1959 (jau- geage n° 15)

# Renseignements et conclusions à tirer de ces mesures :

- Au 30 Avril 1962, nous avons pour 23 stations de bonnes courbes d'étalonnage en basses et moyennes eaux. Ces stations sont les suivantes :

> ALBOROTEPOTSY ANDROMBA BETSIBOKA FARAONY IHOSY IKOPA à Ambohimanambola

au Pont de Mahitsy

à Bevomanga au Bac de Fiadanana

à Antsatrana

ISINKO IVOAHANA MANANANANA MANANARA à Marangaty MANANJARY MANDRARE à Anadabolava MANGORO MANIA MATSIATRA NAMORONA SAMBIRANO SISAONY ZO. ANDAO

Pour la plupart de ces stations, les débits sont bien connus depuis l'étiage jusqu'à un niveau du plan d'eau correspondant au marnage moyen interannuel.

Sur les rivières malgaches les débits de crues sont difficiles à mesurer. Même lorsque sont installés des moyens puissants, comme sur la BETSIBOKA, la rapidité et la violence des crues rendent la mesure du débit extrêmement difficile.

La détermination de ces débits se fait par extra-polation des courbes soit par la méthode de STEVENS lorsque la section au droit de l'échelle est bien déterminée, soit en traçant la courbe en coordonnées logarithmiques.

Les stations présentant de fortes extrapolations sont celles de la BETSIBOKA, de l'ISINKO, de la Côte Est. Sur les Hauts-Plateaux (IKOPA et ses affluents), il est possible de jauger même par très fortes crues et les extrapolations sont faibles.

Grâce à ces résultats, les régimes et les débits annuels des principales rivières des Hauts-Plateaux, du Centre Ouest, de la Côte Ist et Sud-Est, sont bien connus.

- Pour les stations ci-dessous :

IVONDRO
VOHITRA
LINTA
MANAMBOVO

nous avons également des relations univoques entre la hauteur et le débit, mais seulement pour les faibles débits.

Sur l'IVONDRO et la VOHITRA, les débits des moyennes et hautes eaux ont été déterminés provisoirement a l'aide de la méthode de STEVLINS.

Pour la LINTA et le MANAMBOVO, les crues sont très courtes et très brutales. Elles se produisent généralement la nuit. Les transports solides sont importants. Pour toutes ces raisons, les mesures sont extrêmement difficiles. Il est de plus impossible de déterminer les cotes maximales atteintes, les lecteurs ne lisant l'échelle que trois fois par jour, ils sont rarement sur place au moment du maximum. Seul, un limnigraphe à bulles (pour sa facilité d'installation) pourrait nous donner ces renseignements avec précision.

- Aux stations de la RIANILA à Brickaville et de la MENARANDRA à Tranoroa, nous n'avons pu tracer qu'une courbe de moyennes eaux.

Sur la première les étiages sont perturbés par le remous de la marée, sur la seconde l'instabilité du lit rend impossible un tracé de courbe de tarage permanente au-dessous de la cote l m. Les bases les plus sûres pour obtenir les débits de basses eaux sont les jaugeages effectués à cette époque de l'année et les courbes de tarissement, pour autant qu'on puisse les déterminer.

Des mesures sur la RIANILA effectuées en Décembre 1960 et Janvier 1961, pour des cotes comprises entre 1,16 et 1,30 m (très voisines de l'étiage normal), donnent des débits variant entre 50 et 150 m³/s. Le raccordement de la courbe ainsi déterminée avec la courbe de moyennes eaux est impossible. Afin d'essayer d'analyser plus en détails ce phénomène, une nouvelle série de mesures sera faite au cours de la prochaine saison sèche. Les jaugeages seront réalisés avec enregistrement simultané de la variation du plan d'eau à l'aide d'un limnigraphe portatif OTT.

Les jaugeages de la MENARANDRA du 6 Octobre 1960 et du 17 Janvier 1961 donnent, pour la même cote 0,81, 0,82 m, des débits égaux à 3,1 et 17,2 m<sup>3</sup>/s, soit une variation dans le rapport de l à 6 en 3 mois. Ceci est dû à un creusement du lit au droit de l'échelle à la suite des crues en Décembre 1960.

Le petit nombre de jaugeages en saison sèche et ces transformations brutales du lit rendent difficiles la détermination des débits d'étiage à cette station. Nous avons essayé d'obtenir une valeur approchée de ces débits en traçant les courbes de tarissement. Cette méthode n'est pas simple car il n'y a pas, sur la MENARANDRA et aussi sur la plupart des rivières malgaches, un tarissement unique pendant la saison sèche mais une suite de tarissements séparés par des crues plus ou moins importantes. Ces crues sont dues à des précipitations isolées qui se produisent de Mai à Novembre assez fréquemment, même dans le Sud de l'Ile.

Pour bien connaître les débits d'étiage de cette rivière, il serait nécessaire de faire au moins deux jaugeages par mois de Mai à Novembre.

- Pour le MANDRARE a Amboasary, nous avons adopté une courbe moyenne pour les cotes supérieures à 2 m. En réalité, il doit y avoir une courbe d'étalonnage pour chaque crue. La connaissance parfaite des débits de cette rivière exigerait un jaugeage tous les jours ou tous les deux jours.

Les débits journaliers que nous obtenons à partir de la courbe ainsi tracée donnent des ordres de grandeur. Il est probable que les erreurs diminuent lorsque les hauteurs d'eau augmentent. La détermination des débits d'étiage pose le même problème que sur la MENARANDRA. A l'aide des jaugeages effectués depuis 1951, nous avons pu tracer quelques tarissements en Novembre 1951, Mars 1952, Novembre 1953, Janvier 1956 et Juin 1960. Les pentes des droites obtenues pour les mois de Novembre et Janvier sont sensiblement les mêmes. Celles des droites de Mai à Juin sont aussi à peu près égales, mais elles sont plus faibles que celles des mois de novembre et Janvier. Nous avons donc adopté deux droites de tarissement avec des pentes respectives égales à la moyenne des pentes de Novembre et Janvier et à la moyenne des pentes de Lars à Juin. La différence d'allure des deux tarissements doit provenir du fait que, du mois d'Octobre au mois de Décembre et peut-être Janvier, il y a des pertes d'eau importantes pour la rivière, dues à l'irrigation.

Avec ces tarissements, nous obtenons toujours des ordres de grandeur pour les débits d'étiage.

- IHOSY à Ihosy : l'étalonnage de l'IHOSY est définitif en basses et moyennes eaux.

Cependant, en Octobre et Novembre pour une même cote à l'échelle, nous trouvons des débits plus faibles que ceux mesurés en Juin ou Mai. Par exemple, nous avons mesuré en Juin 1960 pour H = 0,37 m un débit de 4,1 m3/s. En Septembre et Octobre de la même année, nous avons mesuré pour des cotes : H = 0,35 et 0,31 m . Q = 0,8 et 0,6 m<sup>3</sup>/s.

Le 26 Octobre 1955 pour H = 0.31 m  $Q = 0.9 \text{ m}^3/\text{s}$ Le 3 Novembre 1956 pour H = 0.35 m  $Q = 0.45 \text{ m}^3/\text{s}$ 

Ces mesures montrent qu'en Octobre et début Novembre les débits sont compris entre 450 et 900 l/s

Les jaugeages n° 7, 10, 13, 20, 11 et 15 effectués pour des cotes comprises entre 0,43 et 0,23 m, donnent une courbe unique pour les mois de Mai à Août et des débits compris entre 2,74 et 6,53 m<sup>3</sup>/s.

Les prises d'eau très nombreuses à l'amont de la station, en diminuant le débit naturel, amènent un remblaiement du lit qui maintient, en Octobre et Novembre, la cote à l'échelle au voisinage de 0,30 m. Les débits durant cette période ne sont pas représentatifs du régime de la rivière. Il est toujours très difficile de déterminer la quantité totale d'eau utilisée pour l'irrigation, les barrages étant le plus souvent provisoires et faits de terre et de branchages.

- L'examen des mesures et le report des points sur un graphique pour les autres stations montrent que pour les rivières de l'Ouest (ONILAHY, FIHLENANA, MORONDAVA) à fond instable et sur lesquelles il n'a pas été possible de placer l'échelle sur un seuil rocheux, les observations de hauteurs d'eau ont peu d'intérêt.

Nous avons été ainsi amenés à abandonner en Janvier 1962 la station du FIHERENANA à Nosiarivo. En effet à cette station, la cote à l'échelle était toujours comprise entre 0,30 et 0,50 m. Mais à l'étiage avec 0,50 m la profondeur moyenne est, au droit de l'échelle, égale à 10 cm alors qu'elle était supérieure à 3 m en Janvier 1962 avec 0,38 m à l'échelle.

Pour connaître les débits avec précision, il faudrait jauger tous les jours. Ce travail demande de gros moyens qui ne se justifient que sur des rivières importantes, susceptibles de recevoir de grands aménagements.

Certaines stations du Nord ont un nombre insuffisant de jaugeages pour que puisse être trancée une courbe d'étalonnage valable. Il en est de même pour la TSIRIBIHINA à Bérévo. Il est d'ailleurs probable qu'à cette station la mobilité du lit rende impossible le tracé d'une courbe unique.

Les faibles moyens dont nous disposons actuellement, et les difficultés d'accès de certaines pistes en saison des pluies (Nord par exemple), ne nous permettent pas d'obtenir rapidement un étalonnage précis de toutes les stations.

Nous adoptons, depuis 1958, une méthode qui a donné jusqu'ici de très bons résultats. En saison des pluies, l'hydrologue s'installe pendant 15 jours à une station à fond stable et il fait des jaugeages tous les jours et même deux fois par jour. Avec un peu de chance (ce facteur est très important), on arrive à mesurer les débits pour une grande amplitude de variations des hauteurs à l'échelle.

Le facteur chance intervient, en effet: En 1960-61, M. TOILLIEZ est allé trois fois sur la Côte Est (région de Tamatave) en Décembre, Janvier et Mars, et il n'a récolté que des jaugeages d'étiage, la saison des pluies ayant été particulièrement sèche cette année-là.

Avec le personnel réduit dont nous disposons, il arrivera souvent que les tournées ne donnent que des résultats moyens, l'hydrologue se trouvant en saison des pluies dans une région où il n'y a pas de crues. Inversement, dans une zone fortement arrosée il n'y aura personne pour mesurer les débits.

Pour avoir une efficacité maximale, il faudrait, comme nous le disions en 1960, avoir dans chaque grande région naturelle une équipe hydrologique permanente. Ainsi en quatre ou cinq ans les régimes hydrologiques de toutes les rivières pourraient être connus avec précision. Les relevés seraient également plus sûrs, les contrôles étant plus fréquents.

#### b) Hydrologie du MANGOKY au Banian :

#### 1) MANGOKY -

En 1961, la station du Banian a fonctionné avec les installations réalisées en 1959-60.

#### - Jaugeages :

L'agent technique, M. ROBIN, a réussi à jauger au canot pneumatique, avec le matériel léger, jusqu'à la cote 4,14 m soit un débit de 2221 m<sup>3</sup>/s. La vitesse maximale dans la section était égale à 2,27 m/s.

Les jaugeages à la station téléphérique sont très longs et cette dernière n'est utilisée que lorsqu'il devient trop dangereux de s'aventurer sur le fleuve avec l'embarcation pneumatique.

Nous avons rectifié en 1961 la valeur des deux jaugeages suivants :

n° 244 du 10.12.60 H = 1,38 à 1,35 m Q = 443 au lieu de 458 m
$$^3/\epsilon$$
 246 19.12.60 H = 1,76 m Q = 448 id. 464 m $^3/\epsilon$ 

Les mesures effectuées en 1961 sont consignées dans le tableau ci-après :

Date!	Мо	'Début	Hauteur m	Fin '	Débit m <sup>3</sup> /s.	· Observations '
1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.	24901234567890123456678901234 2771234567890123456678901234	433233421 234211 21333232 211 213332232 211 213332232	1,56 1,51 1,51 1,66 1,12 1,08 1,13 1,08 1,13 1,08 1,13 1,09 1,09 1,09 1,09 1,09 1,09 1,09 1,09	3 4 3 3 2 3 3 4 2 1 2 2 3 2 1 2 2 1 3 3 3 2 3 2 3 2 3 2	2446 3332 1542 1542 1952 1964 1970 1048 1048 1048 1048 1048 1048 1048 104	Echelle R.G.

	=====			====		
1 1		•	Hauteur	t	Débit	t t
'Date '	$M \circ$	'Début	m	Fin'	$m^3/s$	Observations !
'		. '		!		
128. 81	293	1	0,54	,	90	Echelle R.G.
130.81	294	1	0,51		85	1
16.91	295	,	0,49		80 75	
' 8. 9'	296 297		0,46	· ;	75 72	;
120. 91	298	1	0,41		72 62	
123. 9!	299		0,38	,	5 <b>5</b>	1
125. 91	300	1	0,35 0,30	1	52 52	1
129. 91	301	t	0,24	1	46	7 3
4.10	302	ī	0,21	1	44	t ,
16.10	303	1	0,20	t	42	7 1
119.10	304	1	0,17	•	40	1
121.101	305	1	0,16	t	36	1 1
'28.10'	306	t	1,53	t	87	† ŧ
' 7.11'	307	t	0,49	1	78	1 1
113.11	308	1	0,28	1	47	1
20.11	309	1,26		1,23	292	1
25.11	310	1	0,71	,	120	1 1
	311	1	0,68	!	117	t :
'30.11'	312	0,86		,891	<b>1</b> 55	, ,
9.12	313	2,60		2,55!	925	•
112.12	314	2,45		2,301	<b>77</b> 5	
115.121	315	4,99	4	4,94!	3140	1 1
'18.12' '27.12'	316	1 4,14	4	1,16	2221	1
130.121	317 318	4,65		4,901	2721 35 <b>5</b> 0	1
1 1	710	5,25	4	1,95!	2550	1

Au total: 71 jaugeages, soit en moyenne 1 jaugeage tous les 5 jours.

La plus forte crue mesurée en 1961 est égale à 3550 m³/s le 30 Décembre pour une cote à l'échelle rive droite variant de 5,30 à 5,00 m. C'est le plus fort débit mesuré complètement au moulinet depuis le commencement des observations.

Des mesures au flotteur ont permis d'estimer les crues pendant le cyclone de Janvier 1956. On a trouvé pour H=6,26 m Q=14 180 m<sup>3</sup>/s.

En Janvier 1961, la cote maximale atteinte a été de 5,68 m d'après le limnigraphe R.D. Cette cote a été enregistrée le 9 Janvier à 3 h 30. Le débit correspondant est égal à 5750 m<sup>3</sup>/s.

La grande différence de débit pour une différence de hauteur assez faible ne peut s'expliquer que par un très fort creusement du lit au cours de la crue de 1956.

Les nombreux jaugeages effectués chaque année à cette station permettent le tracé d'un faisceau de courbes montrant la variation du débit en fonction des transformations du lit pendant les différentes crues.

Pour 1960-61, nous avons ainsi dans la zone des 750 m³/s 10 courbes de débit dont certaines ne sont valables que pendant 3 jours. Il n'est pas possible de tracer une courbe moyenne. L'erreur commise pour la détermination de ces débits serait de  $\pm$  250 m³/s pour 750 m³/s soit  $\pm$  30 % environ.

Les variations les plus importantes du lit semblent se produire pour des débits compris entre 250 et 1250 m3/s.

Au-dessous de 250 m<sup>3</sup>/s, il y a presque toujours en Juin-Juillet un décrochement dans la courbe de tarage. Ce décrochement est dû à un remblaiement du lit à la suite de petites crues provoquées par des orages isolés.

En Août, Septembre et Octobre, la décrue se poursuit et nous obtenons, lorsque l'échelle n'est pas ensablée, une courbe régulière qui montre qu'au moment de l'étiage absolu le lit est parfaitement stable.

En 1961, l'étiage a été abondant puisque le débit le plus faible mesuré est égal à 36 m<sup>3</sup>/s le 21 Octobre.

# - Mesures de transports solides :

Les mesures ont été poursuivies comme en 1960 en prélevant six litres d'eau en différents points de la section. Dix-neuf prélèvements complets ont été effectués du ler Janvier au 10 Avril 1961 et neuf du ler Novembre au 30 Décembre.

Chaque prélèvement est effectué en surface en quatre points de la section, la quantité totale d'eau recueillie est de six litres en chaque point.

Des échantillons d'eau naturelle (27, du ler janvier au 30 Décembre) ont été recueillis en vue de leur analyse chimique. Vingt huit échantillons de sable pris dans le fond du lit à l'aide d'une nasse conique ou sur les bans de sable ont été analysés à l'IRSM en vue de l'étude de la granulométrie des éléments roulés sur le fond.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Turbidité dans la section et analyse des dépôts

(Analyses effectuées par le laboratoire de chimie de l'IRSM

1900 To 7 to 2000 man and man this same	·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
1	Distan-		Turbidi- té moyen	Débit	Anal	se des	dépôts	(%)
	partir R.G.	en	ne dans	mesuré	Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier
1. 1.61	90 175 300 375	1,57 4,01 2,87 2,47	2 <b>,</b> 73		56,6 37,4 36,1 45,6	19,8 29,3 28 19	22,6 26,2 32,7 33,7	0 6,2 3,7 0,9
4. 1.61	100 200 300 375	1,76 1,63 2,21 1,26	1,71	3 332	50,4 67,6 45,8 51,6	19,8		0 1
21, 1.61	50 120 230 340	0,93 1,24 0,85 0,90	0,98	1 645	58,4 53,8 46,4 58,2	23.8 19.9 23.7 18.9	16,2 15,5 29,1 22,1	0,9
27. 1.61	50 160 230 300	0,83 1,00 0,97 0,95	0,94	2 910	29,7 34,8 29,7	24.4 22.3 29.5 25.5	39,3	0
13. 2.61	20 100 190 250	0,57 0,51 0,60 0,56	0 <b>,7</b> 3	644	38,9 50,1 46,4 38,4	24,4 35,3 22,6 31,1	35.2 14.1 28.1 28.1	0
17. 2.61	20 190 285 3 <b>7</b> 5	0,85 1,06 0,88 0,89	0,92	1 198	<b>エンサ</b> 1		32,3 53,1 24,3 30,9	0
21. 2.61	20 90 200 300	0,80 1,04 1,06 0,86	0,94	2 288		28,5	42 33,1 39 28,6	0

			Turbidi- 'té moyen		Anal	yse des	dépôts	(%)
	partir R.G.	en '	ne dans la sec-	mesuré	Argile	Limon		Sable grossie
125. 2.61	180	0,33 0,37 0,35 0,23	0,32	643	45,5 45 41,2 34,2	25,1 26,9 42 39,3	28,3 27 13,7 24,2	0
6.3.61	70	0,31 0,30 0,30 0,23	0,28	322	41,3 37,2 41 32,5	37,2 50,9 29,8 39	20,9 9,6 28,3	0
11.3.61	10 40 70 30RD	0,21 0,18 0,19 0,19	0,19	360	55,5 34,1 32,4 35,7	40,8 40,2 40,1 40,8	1,6 22,2 26,2 21,6	0
13. 3.61	12 72 232 332	0,65 0,80 0,87 0,83	0,79	758	36,9 36 31,9 32,1	24,3 22,7 25,9 22,9	37,6 39,8 40,8 43,7	0
16. 3.61	10 60 90 30RD	0,69 0,56 0,60	, 0,62	485	36,2 46 37,9 41,3	38,4 19,1 28,3 27	21,2 35,8 32,4 30,4	0
20. 3.61	10 110 230 370	0,92 0,80 0,87 0,92	0,88	1568	14,3 13,3 15,1 24,8	29.9 27.9 25.8 39.6	53,1 52,8 57,9 28,7	3,5
22. 3.61	15 105 285 365	0,89 0,95 1,11 0,96	0,98	1796	' 2 <b>7,</b> 2 '	26,2 36,6 20,5 22,7	34,3 ! 51,6 !	3,2 0 0
25. 3.61	163 1 303 1	0,73 0,86 0,86	0,82	1685	37,1 1 20,1	22,8 26,2 34,8 38,2	35,6	0 1
27. 3.61	81 9 84RD	0,29 0,25 0,32 0,27	0,28	740	36,9 27,8 38 29,1	33,2	34,2 37,8 40,7 48,5	0 1

			Turbidi- té moyen		Ana	Lyse de	s dép <b>ô</b> t	s (%)
	partir R.G.	en	ne dans la sec-	mesuré	'Argile	Limon	Sable fin	
30. 3.61	122 302	0,78 0,96 0,76 0,81	0,82	1564	23,6 39,9 36,4 41,3	37,6		0,00
7. 4.61	9.0	0,20 0,18 0,18 0,13	0,17	358	29,7 29,9 24,2 24,2	24 25,2 30,5 26,1		0 0
10. 4.61	10 50 80 <b>54</b> RD	0,13 0,10 0,10 0,12	0,11	320	22,1 30,5 20,3 31,7	27,2 22 43,5 29,2	50,1 46,3 35,2 37,8	0
7.11.61	30	0,19	0,19	78	16,5	25,1	58,2	1 0
20.11.61	50 90	0,22		292		21,2		0
30.11.61	10 100	0,96 0,77		155	38,4 20,6		40,2	
9.12.61	10 100 300	1.36 1,15 1,01	1,17	925	58,8 58,7 47	19,6 15,7 29	15,8 21,7 20,9	4 2,1 2
12.12.61	110	1,59 1,31 0,95	1,28	775	67,4	16,6	4,9 12,2 37,6	1,
15.12.61		2,02 2,17			53.9 51,3			1,
18.12.61	204	1,26 1,21 1,31	1,26	2221	' 60,7 '		13 18,6 16,8	
27.12.61	200 ' 50RD'	1,82 1,83 2,00 1,98	1,90	2721	1 40 1	17,7 16,8	16,6 24,6 38,8 23,2	3,

:

: !				Turbidi- té moyen		Analys	e des	dépôts	(%)
1			t en	ne dans la sec- tion	meguré	'Argile	Limon	Sable	'Sable 'grossier
1 1	30.12.61	10 100 300 10RD	1,39 1,28 1,37 1,31	1,33	1 1 1 3550	57,9 53,6 55,2 58	17,3 24 20,8 20,2		3 1 3 5 1 2

'NOTA: Lorsque les distances sont marquées RD, c'est qu'il existait deux bras dans le Mangoky. La distance est comptée pour ces points à partir de la R.D.

Ces mesures montrent que la corrélation débitturbidité est très lâche. La turbidité doit être plus forte au début de chaque crue. Les transports solides doivent également être plus importants pendant les crues du début de la saison des pluies.

Pour ces raisons, la méthode adoptée en 1960-61 n'est pas très satisfaisante. Nous nous proposons d'effectueren 1962-63 des prélèvements en un seul point de la section (ceci est justifié par le fait qu'en chaque point pour une même mesure, les turbidités sont pratiquement constantes) et pour des hauteurs différentes pendant chaque crue, du mois de Décembre au mois d'Avril.

Cette méthode nous donnera les quantités totales de matière en suspension transportées par chaque onde de crue et nous pourrons tirer de ces données une bonne approximation des volumes de matériaux charriés durant une année.

Au point de vue composition des dépôts, nous trouvons en quantité à peu près égale de l'argile, du limon (entre 20 et 40 %). Le sable fin constitue la partie principale de matériaux transportés en suspension 50 à 60 %. Il n'y a que peu ou pas de sable grossier.

## Analyse des prélèvements d'eau superficiels à volume réel -

En 1961, 27 prélèvements d'eau naturelle (65 cl) ont été effectués du ler janvier au 31 Décembre.

Les analyses réalisées par le laboratoire de chimie de l'IRSM ont donné les résultats moyens suivants :

- PH		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	6,7
- Conduc	tibilité	<b>(</b> 1	ni.	Ll	Lml	10	₃)	•	•	•	•	•	113
- 01	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	4,9
- SO3	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	9	0
- SiO2	(mg/l)	•	•	*	•	•	•	٠	• .	•	•	•	13
• Fe203	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1,23
- Al <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub>	(mg/l)	•	٠	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0,12
- CaO	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•-	10
_ MgO	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	9,1
- K <sub>2</sub> 0	(mg/1)	•	•	•	٠.	•	•	•		•	٠	•	5
- Na <sub>2</sub> 0	(mg/l)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	8,5

### - Granulométrie du sable -

Comme en 1960, des échantillons de sable du lit ont été pris pendant la saison des pluies à l'aide d'une nasse traînée sur le fond. En saison sèche, des échantillons ont également été prélevés sur les bancs de sable.

Les analyses sont effectuées par le laboratoire de l'IRSM.

Nous donnons ci-après la courbe granulométrique moyenne obtenue avec les échantillons 1961.

# 2) - BASSIN VERSANT :

## - Ruissellement et étude des averses -

Le limnigraphe RICHARD à durée de rotation de 24 h. a été installé en Novembre 1960. Malheureusement, en Décembre 1960 et début 1961, son fonctionnement a été assez mauvais.

Les averses observées du ler Décembre 1960 au 31 Décembre 1961 sont consignées dans le tableau ci-dessous. Les hauteurs de pluie mesurées aux différents pluviomètres sont d'une remarquable homogénéité. La hauteur moyenne de pluie sur le bassin a été obtenue en faisant la moyenne arithmétique.

The second secon			1905 STATE STATE (1915) STATE COLUMN STATE (1915) STATE (1915) STATE (1915) STATE (1915) STATE (1915) STATE (1915)	
Heure 'début Date'(appro- 'ximati- 've)	moyenne de pluie	'le de	Ruiss <b>e</b> llement	Observations
نقدال بالمراس والماد	23,3 33,5 1,2	6,3 12,9 10,4 18,5 4,7 2,4 37,5 27,2 38,0 40	Oui H max = 0,44	Limnigraphe en panne
1961 1. 1'(14h (19h30 2. 1' 14h 8. 1' 15h30 9. 1' 18h30	52,8 48,3	53,5	Oui H max = 1,45 oui Oui H max = 1,07	P.E.1 bouché - Limni graphe coincé Intensité assez fai
10. 1' 11h45 12. 1' 14h30 13. 1' 22h15 17. 1' 12h 19. 1' 16h20 22. 1' 15h 28. 1' 16h 29. 1' 18h 10. 2' 15h20 13. 2' 17h 15. 2' 17h10 19. 2' 13h45 21. 2' 14h15	24,4	35,2 1,5 20 3,0 13,1 20 30 1,6 30 31 9,6	non oùi non  "" "" "" "" "" "" "" "" "" "" "" "" "	Limnigraphe coincé P.B. 1 bouché

122. 2   17h	'ximati-	de pluie mm	maxima- le de pluie mm	Ruissellement Observations
	25. 2' 19h 3. 3' 14h15 10. 3' 05h30 10. 3' 12h 15. 3' 16h20 17. 3' 15h 19. 3' 17h15 20. 3' 18h 19. 3' 17h15 21. 12' 13h30 12. 12' 18h 14. 12' 01h 14. 12' 14h30 21h 15. 12' 17h 19. 12' 15h45 23. 12' 24. 12' 14h	5,6 4,9 18,6 29,8 25,4 13 10,8 22,4 38,9 22,4 38,9 22,1 74,9 17,3 17,3 17,3 17,1 22,2	6,6 6,6 25 33 16,9 3 163 163 163 163 163 163 163 163 163 1	non P.E. 1 bouché  "" Oui H max = 0,20 Limnigraphe coincé Oui H max = 0,24 -"- non P.E. 1 bouché Oui H max = 0,17 P.E. 1 bouché-Limni graphe coincé non pas de pluviogrammes  (P.E. 2 bouchés

Du 30.11.60 au 31.12.61, il y a donc eu 55 averses qui se sont produites en majorité entre 12 et 18 h. Ces précipitations sont toutes dues à des orages. Etant donné la faible dimension du bassin (2,5 km²), leur répartition est généralement bien uniforme.

L'examen du tableau ci-dessus montre que le ruissellement ne se produit que pour des hauteurs de pluies supérieures à 25 mm. Elles ont donné lieu, durant la période considérée, à 14 crues dont les hauteurs maximales sont comprises entre 0,10 m et 1,45 m. Exceptionnellement, l'averse du 19.3.61 à 17 h 45, de 18 mm de hauteur moyenne a ruisselé car elle est survenue quelques heures après une averse de 13 mm qui avait contribué à saturer le terrain.

Sur ces 14 crues, seulement 6 seront exploitables. Pour les autres, les hydrogrammes n'ont pas été obtenus, les débris et les corps flottants, charriés au début de la crue, ayant coincé le limnigraphe. En 1962, pour éviter ces incidents, une plaque de protection a été installée à la base du tuyau.

Le "rendement" des observations est très faible. De par la nature du terrain, des caractéristiques des précipitations, la seule façon de l'augmenter un peu résidera dans l'amélioration du fonctionnement des appareils enregistreurs.

#### - Transports solides :

- Charriés sur le fond : le sable roulé est recueilli dans la fosse à sable de 6 m<sup>3</sup>. Pour les fortes crues il y a certainement des pertes, bien que le remplissage de la fosse ne soit jamais complet. Ceci est dû aux remous qui creusent dans la partie aval.

Le sable charrié sur le fond a été mesuré 11 fois. On a trouvé au maximum 5,50 m<sup>3</sup> le 14 Décembre 1961 pour un débit maximal compris entre 500 et 700 1/s

Lors de la crue du 2 Janvier 1961 qui a atteint 1,45 à l'échelle (débit de pointe voisin de 3 m<sup>3</sup>/s ), nous n'avons recueilli que 4,90 m<sup>3</sup> de sable.

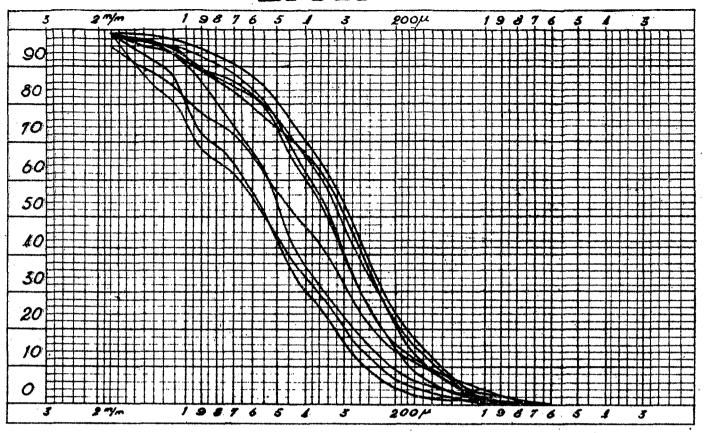
Ces chiffres montrent qu'il y a donc des pertes. Il faudrait construire une fosse plus grande. Mais, alors, la grosse difficulté serait constituée par la vidange de l'eau et du sable. Déjà, avec les dimensions actuelles, cette opération pose un certain nombre de problemes.

La courbe granulométrique moyenne du sable roulé est donnée sur le graphique ci-joint.

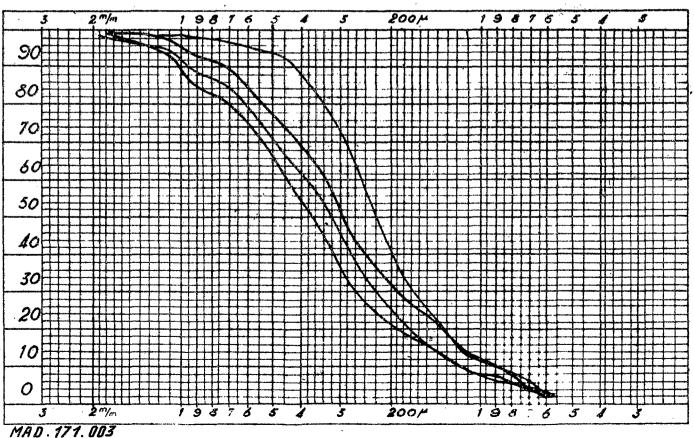
### - Turbidité

Du 16 décembre 1960 au 31 Décembre 1961, 8 prélèvements d'eau ont été effectués. Ils ont donné les résultats ciaprès:

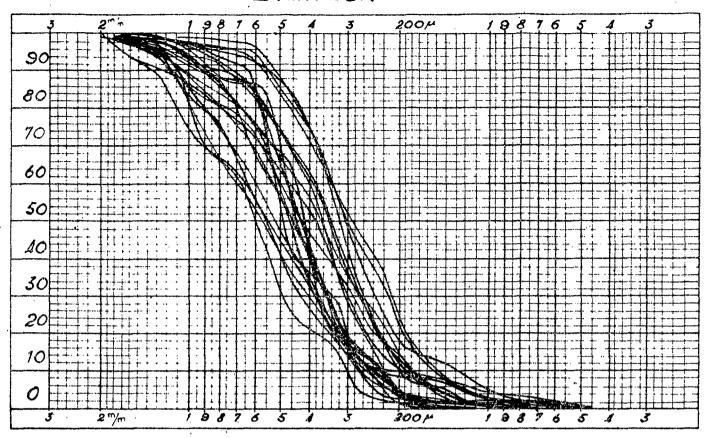
# BETSIBOKA



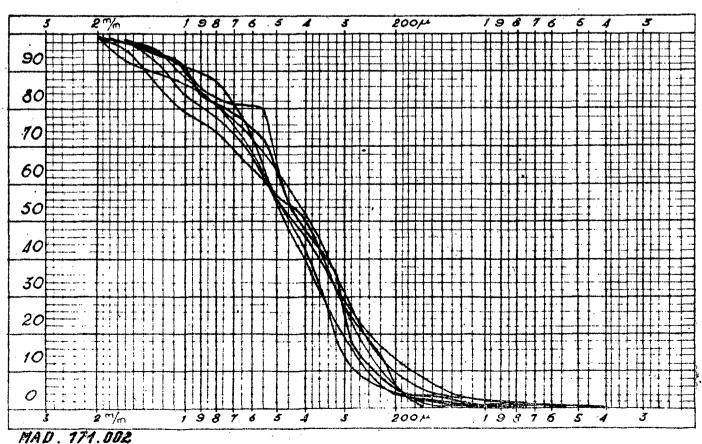
# ISINKO



# MANGOKY



# BASSIN VERSANT



	======= ! Poids !du dépôt		alyse d	es dépôts	5 (%) !
	en g/l		Limon	Sable fin	Sable gros.
16.12.60 125.12.60 129.12.60 129.12.61 122.2.61 115.3.61 118.3.61 119.3.61 14.12.61 123.12.61	2,2 0,6 1,85 1,72 3,35 1,05	41,2 40,2 43,6 59,3 29,1 16,4 11,7 25,5 19,3	28,6 25,2 21 19,7 27,5 15,5 13,4 21,2 30	26,6 29,6 33 20,1 42,8 60,9 45,9 45,9 49,7 47,2	2,8 3,2 0,7 0 4,4 28,6

Ces mesures ne sont pas très significatives. Pour avoir une idée plus précise des quantités de matières transportées en suspension, il faudrait faire plusieurs prélèvements régulièrement espacés du début à la fin de la crue. La rapidité de la crue (environ 4 à 5 minutes) rend difficilesces opérations.

Des essais dans ce sens seront tentés au cours des prochaines campagnes.

### 3) - CLIMATOLOGIE -

Les observations se sont poursuivies comme les années précédentes aux deux stations près de la rivière et sur la colline près de la maison.

La station du bas est équipée d'un bac Colorado de l m² enterré, d'un pyranomètre Gun Bellani et du matériel normal d'observations météo, pluviomètres, thermomètres, anémomètre Robinson etc... et depuis le 20 Août 1961 d'un bac Classe A de 1,20 m de diamètre et 0,25 m de profondeur, placé sur caillebotis en bois.

A la station du haut, nous avons un bac Colorado enterré ainsi que le matériel météo ordinaire (thermomètres, Piche, anémomètre etc...).

Les chiffres relatifs à l'évaporation Piche et sur Bacs indiquent les maximum et minimum journaliers ainsi que l'évaporation moyenne journalière durant le mois.

Les températures et humidités de l'air sont les moyennes journalières durant le mois mesurées sous abris.

La température moyenne journalière a été calculée à partir de la formule :

$$T moy = \underline{T} \max + \underline{T} \min + \underline{T} 06h + \underline{T} 18h$$

L'humidité moyenne journalière est calculée à partir de la relation :

$$H \text{ moy} = \frac{1}{8} \left[ 3 \left( H_6 + H_{18} \right) + 2 H_{12} \right]$$
 (1)

L'exactitude de ces formules a été vérifiée en déterminant les moyennes par planimétrage des courbes. L'erreur commise sur la température est inférieure au degré et celle commise sur l'humidité est inférieure à 2 %.

La température moyenne du bac et du fleuve est obtenue en faisant la moyenne arithmétique des températures à 06h, 12h, 18h, et 06h le lendemain.

<sup>(1)</sup> D'après Franz BULTOT: "Estimation à partir d'un nombre limité de mesures des moyennes vraies journalières diurnes et nocturnes de la température et de l'humidité de l'air au Congo et au Ruanda Urundi".

# CLIMATOLOGIE DU BANIAN (près de la rivière)

# (1960)

Pluie au ; à Mois rasdu:1,5	: moy.	:Humi-:	moy.	jou:	rnali Piche	ère	•	orat: Colo	rom	moyen l'eau		: de :satura	: lation: Gun-:
sol :dus							Max	Min.	Moy.	Bac	:Mançoky		ni (ml)
Janvier: 165,9:169 Février: 118:119 Mars 120,5:126 Avril 3,9:4 Mai 1,4:1 Juin 0 0 Juillet 0 0 Août 0 0 Sept. 19,6:18 Octobre: 26,1:26 Nov. 24,6:26 Déc. 179,2:175	,3 : 26,4 : 26,2 ,3 : 24,3 ,8 : 22,7 : 22,5 : 20,3 : 23,7 ,6 : 25,7 ,1 : 28,1 ,4 : 27,7	83 76,9 72,4 68 62,1 58,4 62 60,6 61,5 67,6	0,23 0,20 0,23 0,31 0,35 0,35 0,37 0,88 0,45	3,6 6,8 6,3 4,7 4,9 7,4 6,2 4,9 6,5 6,7	0,6 0,4 2 0,3 0,8 1,7 0,7	1,9 3,8 2,9 4,3 2,7 4,2 4,2 3,5	8,6 8,4 7,8 6,8 6,5 7 9,2 12,3	1,6 0,7 3,3 3,4 4,1 4,1 4,6 2,3 1,9	5,963,75,964,756,756,756,756,756,756,756,756,756,756	31,6 30,7 26 22,2 20,6 18,4 21,9 24 27,4 29,3	29,4 28 26,7 23,5 21 19,9 22,5 24,9 27,5 28,9	6,90 5,86 7,86 8,39 8,83 10,33 9,74 10,68 13,01 14,64 12,04 9,34	
:Totaux 659,2 669	,7					1095			211 <b>7</b>		•	•	
:Moyenne:	25	.68,3	0,36	5,7	0,8	3	8,7	2,6	5,8	25,9	25,8	9,80	

# CLIMATOLOGIE du BANIAN (près de la rivière)

1961

Mois		Temp. : moy. : de :	OTA C	Vit. moy. vent	: jou	porati cnaliè Piche		·3	vapor olora	==== ation do	sur		===== s A	-: moy	enne	:cit de	:Dist.: ::Gun-::bell:a:
**************************************				m/s	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	:Moy.	:Max	:Min.	:Moy.	* Col.	: A		n: ni : (ml):
Janv. Févr. Mars Avril Mai Juin Juil Août Sept. Oct. Nov. Déc.	103,7 105,1 6,6 0 0 1,7 0 0 0,3 25,2	28 26,2 26,3 23,6 22 23,6 23,9 26,1 26,9	75,5 80,6 71,7 62,8 54,8 50,9 50 45,8 55,4 55,1	0,17 0,09 0,08 0,13 0,22 0,31 0,35 0,45 0,41 0,40	2,2° 4,6 4,5 3,8 4 5,8 7,5 8,5 8,7 7,7	0,7 1 0,9 1,2 0,8 1,7 2,8 3,7 3,7 4,1 1,6	1 2,4 2,2 2,5 2,5 3,2 5,7 6,3 5,7	7,3 8,5 6,5 6,6 7,5 4,8 5,7 7,8 11,2	2,2 2,4 1,9 2,5 2,3 2,1 2,9 4,7 5	4,4 5,7 4,3 4,5 4,4 3,4 4,1 5,4 6,9 7,8	12,9	5,4 7	8,62 9,4 9,3	29,9 31 29,7 28,2 23,7 20,7 21,4 22 24,4 27,1	24,5 26,6	5,09 9,27 6,60 9,69 10,84 11,95 14,31 14,83 15,81 16,98	10 6,5 6,8 10,5 14,8 16,4
		27	12,53,	0,39.		0,0	2,9	9,2.	上ゥウ. 	5,0	(TT)	(2, 9)	(6,08)	29,3.	27,6	9,88	12,2
Totaux ann	; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ; ;	899,9			:	:	1314			1934				•		•	* :
Moy.		25,7	61,5	0,28	5,9	1,9	3,6	7 <b>,</b> 9	2,8	5,3		·	m biling delet greet skeen stade,	26,3		·12,03	12

### CLIMATOLOGIE DU BANIAN (station du haut)

(1960)

========		*****				======		====	=====	=====			
: :	Plui			:Humidi- : té									.:Défi- :
-	au : ras du:		de	:movenne	a du	:	Piche	•		ומנונד	.,	7 621	r:satura:
: :	sol:	du sol:	. <b>.</b>	₽ • ÿö	: m/s	:Max.	Min.	Moy.:	Max.	Min.	Moy.	o G	mb :
Janvier: Février: Mars: Avril: Mai: Juin: Juillet: Août: Sept. Oct.	120,7: 117,9: 4,1: 2: 0: 0: 0: 21: 25,1:	120,4: 120: 4,2: 2,1: 0: 0: 0: 19,6: 25,1:	28,9 29,3 26,8 23,9 23,5 21,2 23,5 25,7 27,9	78,1 68,4 61,9 62,3 58,2 55,4 58,9 58,2 59,1	0,22 0,33 0,29 0,39 0,42 0,51 0,42 0,34 0,90	:7,9 :7,3 :9,1 :9,7 :9,7 :7,7 :11,7	0,6: 0,2: 1,3: 1,3: 1,3: 2,3: 2,4:	2,53	8,2 9,6 9,8 7,5 6,7 8,6 11,2	1,5 1,1 4,5 3,9 4,1 4,7	5,9 5,9 6,4,9 4,5 5,4 7,4	32,3 30,3 26,3 22,8 21,2 19,4 22,3 24,6 28,4	8,88 8,73 12,89 13,43 14,18 12,11 11,23 11,90 13,81 15,38 15,13
:Déc. Totaux annuels	185,9: : 669.3:		-	75,2 :		:	:;:	:	8,9:		5,8  2190	-	:13,04
:Moyenne		*	~~ <del>~~</del> ~~ <del>~~</del> ~~ <del>~~</del> ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~ ~~	-	*	:		:	:				12,55

CLIMATOLOGIE du BANIAN (Station du haut)
(1961)

* #########												
Mois		-	Humidité relative en				ère '		corati Color mm		Températ. moyenne de l'eau	Déficit de satu- ration
***************************************	mm ·	°C .	%	m/s	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	• J	mb
Janvier	365	27,1	79,3	0 <b>,</b> 26	2,2	0,6	1,3	12,2	1,9	5,0	30,2	7,43
Février	104,5	28,8	73,6	0,24	6,5	1,8	3,7	9,9	3,8	6,5	31,8	10,46
Mars	113,4	27,2	77,6	0,15	4,5	1,2	2,7	7,2	2,7	5,2	30,4	8,08
Avril	5,9	27,8	68,5	0,17	6,8	2,6	4	7,7	2,8	5,4	29,5	11,77
Mai	0 .	25,3	56,7	0,22	7,2	2,2	4,3	8	3,8	5,1	25,5	13,97
Juin	0 1	23,8	58,4	0,35	• •				, ,			12,27
Juillet	2,0	24,5	54,5	0,51	8,9	3,3	6,4	7,5	2,9	5,4	22,9	13,99
Août	0 -	24,8	53,9	0,64	10,2	4,3	7,1	9,9	3,5:	6,7	23	14,43
Septembre	0	26,9	47	0,51	9,6	3,7	6,7	1,1	5,6	7,8.	26 <b>,1</b>	18,79
:Octobre	0,3	27,8	52,1	0,30								17,30
Novembre	26,4	28,6	52,7	0,57	9,9	3,7	6,1	12,1	5,6	8,7	29,6	18,52
:Décembre	341,1	27 <b>,</b> 7	71,4	0,31	6,4	0,4	2,9	11,4	1,6	6,8	7, ر2	10,63
Totaux annuels	960,6				·		1715			2263		
Moyennes annuelles	· ·	26,6	60,8	0,35	7,4	2,6	4,7	9,4	3,6	6,2	27,5	12,77

L'évaporation annuelle au Banian sur Bac Colorado est égale à :

Les évaporations annuelles mesurées à l'aide du Piche et du Bac sont consignées dans le tableau ci-dessous ; nous avons calculé le rapport moyen annuel entre évaporation sur Bac Colorado et évaporation Piche.

,				ī
1	1960' 1961'	1960 1961	1960 1961	1 1
'Près de la ' ' rivière (1) '	1 095 1 314	2 117'1 934	0,51,0,67	1
Sur la Butte (2)	1 387 1 715	2 190 2 263	0,63,0,75	ī Ī

Les rapports moyens mensuels sont les suivants :

=====					
Ť	1 An- 1 J - 1 P	-1 M -1-A -	-1-M -1-J -1 J -	1 A -1 S 1 O	1 . M . 1 . D . 1
t	nėe,	!!	- 1 1 1	11	_11
1	1196010,3610,3	3210,5810,60	010,6110,6610,87	10,5110,4310,5	910,4210,321
1(1)	1	1111		سيبا سسساس	11
t `ssa	1196110,2210,4	12'0,51'0,55	510,5610,9411,21	11,0510,9110,7	310,6210,511
I		! !		. 1	_11
1	11960:0,44:0,3	5710,5910,67	0,810,711,14	10,6610,6510,9	710.3110.431
1(2)	I manufacture to the same to the same	! !	سيستنس استشسانيست	. 1 1 1 1 1 1	11
1 ` '	196110,2610,	56'0,52'0,74	1'0,84'1,12'1,18	3'1,05'0,86'0,8	210,7010,421

Les évaporations Piche et Bac tendent à devenir égales au milieu de la saison sèche. L'évaporation Piche devient même supérieure sur la butte en Juillet. C'est à cette station que nous avons les plus grands écarts entre les rapports de saison sèche et de saison des pluies.

Une étude plus détaillée de l'évaporation sera faite dans la note sur le régime hydrologique du LANGOKY à la station du Banian.

### c) BETSIBOKA/IKOPA -

Les études sur le terrain ont été arfêtées le 31 Mars.

L'agent technique, M. SERRANO, est rentré en France le 21 Avril.

#### - Jaugeages -

Du ler Janvier au 31 Mars, les mesures de débits faites sur la BETSIBOKA et l'ISINKO à Ambodiroka ont donné les résultats ci-après ;

:Rivières	Stations	Date : nº	Hauteur Début m Fin	Débit m³/s	:Date de:Nbre total :mise en:de jaug.au :service: 31.12.61	2 Observations
	ka	5. 1: 79 9. 1: 80 11. 1: 81 13. 1: 82 17. 1: 83 19. 1: 84 27. 1: 85 28. 1: 86 8. 3: 87 8. 3: 89 9. 3: 90 16. 3: 91 17. 3: 92 17. 3: 93 18. 3: 95 13. 4: 96 13. 4: 97 19. 4: 98	2,30 2,40 2,35 2,20 1,98 2,40 2,35 1,65 1,70 1,65 1,15 1,22 0,86 0,90 1,60 1,40 1,75 1,65 1,50 1,40 1,70 1,58 1,50 1,25 2,05 2,00 1,95 2,10 2,00 2,00 1,95 2,10 2,00 1,95 1,70 1,60	2061 1525 1961 794 393 389 276 655 733 778 554 554 1167 1450 1294 1339 942 398		Etalonnage défi- nitif en basses et moyennes eaux
ISINKO	Ambodiro-	2. 1: 22 : 3. 1: 23	1,72 2,30 1,87 1,85 1,60 1,46 1,46 1,38 0,82 0,85 1,33 1,31 1,31 1,36	141 285 168 134 98 20 17 58 126	1957 32	Etalonnage définitif en basses et moyennes eaux

#### - Mesures de transports solides -

En 1961 des prélèvements ont été effectués, en vue de la détermination des quantités de matières transportées en suspension, aux stations suivantes :

BETSIBOKA à Ambodiroká, au droit de la station téléphérique et sous le pont de la R.N.4

ISINKO à Ambodiroka, sous la station téléphérique

IKOPA à Antsatrana, près de l'échelle

B.V. de l'ANKABOKA, aux stations Amont et Aval.

Ces prélèvements sont faits en surface et recueillis dans des dames jeannes de 20 litres pour décantation.

Des échantillons d'eau naturelle en bouteilles de 65 cl sont analysés du point de vue composition chimique.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

#### BETSIBOKA à Ambodiroka :

Sous le pont : échantillons de 10 l pris en surface, en R.G. depuis le pont de la R.N. 4 :

,	-							
•	1	Turbidité	nahiti	.Ar	alyse de	es dép <b>ô</b> ts	s (%)	
		en g/1					Sable gros.	! !
•	1. 1.61 6. 1.61 7. 1.61 9. 1.61 12. 1.61 13. 1.61 14. 1.61 16. 1.61 17. 1.61 19. 1.61 25. 1.61 27. 1.61 27. 1.61	11,487,125,7101,4988771,98877	1 070' 1 560' 1 560'	32,9 51 44 50,1 36,9 24,8 38 64,1 46,6 45,1	33 34 39 34 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37	28,7 15,1 20,1 10,1 23,3 24,9 38 23 0 10,9 28,9	0 13,5(1) 0,3 0,2 0,5 6,5 0,6 0,6 0,8	

	"Turbidité' Débit		! Analyse des dépôts (%)						
Date	en g/l	m <sup>3</sup> /s	Argile	Limon	Sable Fin	Sable gros.			
17. 2.61 18. 2.61 7. 3.61 7. 3.61 9. 3.61 11. 3.61 12. 3.61 13. 3.61 14. 3.61 15. 3.61 17. 3.61 19. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61 11. 4.61	7519943791926252371 5597	492 820 715 280 715 280 1662 575 493 455 799 328 1070 620 532 567 318 280 535 3280 535 3280 535 3280 535 3280 535 3280 535 535 535 535 535 535 535 535 535 53	58,6 67,8 68,7 86,8 57,5 50,5 50,5 50,5 50,5 50,5 50,5 50,5	29,4 4,7 4,7 4,5 8,6 8,5 1,2 1,3 1,6 6,6 8,5 1,2 1,3 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6 1,6	11,1 44,7 12,1 19,4 19,8 19,1 19,4 19,1 19,4 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7 19,7	0 8,4 0,0 0,4 0,0 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7			

(1) Ces prélèvements sont douteux, la grande quantité de sable provient du fait que le seau a probablement traîné au fond.

Ces analyses montrent qu'il est impossible de déterminer une loi de corrélation entre le débit liquide et la turbidité. Celle-ci semble varier dans de très grandes proportions au cours d'une même crue.

Au droit de la station téléphérique : certains prélèvements ont été faits simultanément sous le pont et sous la station téléphérique :

' Date		'Turbi- 'dité ' en ' g/l	'Turbi- ' dité 'moyenne	Débit	Argile	Limon	es dépô Sable fin	ts (%)! 'Sable!
1. 1.61 3. 1.61 5. 1.61 6. 1.61 9. 1.61 12. 1.61	R.G. R.G. R.G. 180 140 100 60 140 100 60 20 R.G. 180 120 120 120 120 120 120 120 120 120 12	5,09 2,98 4,53 4,53,4 5,76 5,7	1,8	935 935 1 867 1 190 1 867 420 4 420 4 455 4 455	59,1 59,1 59,4 44,8,3 50,7 50,7 50,4 50,4 50,4 50,4 50,4 50,4 50,4 50,4		37,66 137,39 195,56 174,39 193,92 178,93 193,93 139,192 139,19	0,2 1 3,2 1 0 0,1 1 0 0,1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 1 0 0,6 1 1 0 0,5 1 0 0,5 1 0

Les échantillons pris entre le 9 et le 12 Janvier ont donné des résultats concordants.

#### ISINKO à Ambodiroka :

Deux prélèvements ont été effectués au droit de la station téléphérique :

	Turbidité!	====== Débit	Analyse des	dépôts (%)
Date			'Argile' Limon	Sable Sable fin gros.
'11. 1.61 '17. 4.61	1-0,9	18 112	' ' 37,2 ' 39,5	1!!
				الله المادة المادة 

#### IKOPA à Antsatrana :

En Mars et Avril une série de prélèvements ont été effectués par l'observateur au droit de l'échelle. On a obtenu les résultats suivants :

along series arress refer to the cases and and cases and		inenuur: I	======================================			(%) 1
1	·Turbidité		!	yse des	<u> </u>	
Date	en g/1	m <sup>3</sup> /s	Argile'	Limon !	Sable fin	Sable gros.
3.61 4.361 5.361 7.361 7.361 10.361 11.361 12.361 1	0,96 0,68 0,68 0,65 0,65 0,65 0,98 0,98 0,10 0,11 0,47 0,62 0,93 0,21	248 2974 42924 5224 4760 47314 57314 5755 57460 4608 4737 5755 57460 4737 5755 57460 4737 5755 57460 5755 5755 5755 5755 5755 5755 5755 57	46 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48 48	42410,686 5555 57905 63410,686 6345 5795 6341,257 8725 8887 887 8725 913 913 913 913 913 913 913 913 913 913	8,7 9,4 17,3 19,8 19,8 18,95 18,95 17,7 17,5 17,5 20 23,7 11,5 21,7 21,7 21,7 21,7 21,7 27,1	0,7

- Analyses d'eau à volume réel :

Nous avons obtenu les résultats moyens suivants :

1		) 	BETSIBOKA à Ambodiroka	IKOPA à Antsatrana
- PH			6 <b>,</b> 7	6 <b>,</b> 8
· - Conduc	tibilité	(millimhos)	30	33
- 01	(mg/1)		2,8	2 <b>,</b> 3
- SO <sub>3</sub>	(mg/1)		0,09	0
- SiO <sub>2</sub>	(mg/l)		13	14
- Fe <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub>	(mg/1)		3 <b>,</b> 5	. 0
- Al <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub>	(mg/1)		0,2	0,2
- CaO	(mg/1)		1,5	1,2
' - MgO	(mg/l)		4 • 7	4,1
- K <sub>2</sub> 0	(mg/1)		2,2	3,7
- Na <sub>2</sub> 0	(mg/1)		3 <b>,</b> 5	1,4

### - Granulométrie du sable -

Comme sur le MANGOKY, des échantillons ont été ramassés dans le lit en crue et sur les bancs de sable à l'étiage. Les graphiques joints donnent les granulométries moyennes.

### 2) BASSIN VERSANT -

Les observations se sont poursuivies en Janvier, Février, Mars, Avril avec l'agent technique hydrologue. Elles ont été reprises en Décembre 1961 avec l'observateur malgache.

- Etude des averses et du ruissellement
Nous avons obtenu les résultats suivants :

de   de	' 'Hauteur	Hauteur de	Ruisse	llement		======================================	
4. 1	' Date' pluie ' 'moyenne	pluie maxima- le mm	B.V. Amont Q_max.	B.V. Aval O max.	B.V.	B.V.	Upserv.
10 TO 1 TO	4. 1. 48,6 4. 1. 425,2 4. 1. 1. 106,5 5. 67,9,7,9,6 7. 1. 1. 18,8 7. 1. 1. 18,8 7. 1. 1. 18,8 7. 1. 1. 18,8 7. 1. 18,2 1. 18,2 1. 18,2 1. 18,3 1. 18,2 1. 18,3 1. 18,4 1. 18,4 1	2,4,4,2,6,5,6,2,4,9,8,1,2,8,2,5,9,5,5,4,8,8,1,2,8,2,5,9,5,5,1,2,8,2,5,9,5,5,1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2	0,4 39,75 11,6 12,5 10,0	1,95 18,324 18,396 19,63305 18,470 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1	242 242 23 909 454 2 121 6 969 2 72 8481 1 22 1 757 1 848 1 212 1 757 1 454 1 212 1 757 1 454 1 212 1 757 1 454 1 2 3 454 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2 1 2	475 475 4 463 904 1 121 4 617 1 3590 2 7360 1 171 5 651 1736 9146 6 790 1 521 1 736 929 6 530 1 565 1 756 929 6 5790 1 582 1 756 1 756 1 756 1 756 1 756 1 756 1 757 1 758 1 75	(2)

#### Observations:

(1) - Pluie sur B.V. Aval seulement (2) - Pluies plus importantes sur le B.V. Amont ou sur le B.V. Amont seulement

(3) - Limnigraphe Amont coincé
(4) - Limnigraphe Aval coincé

Au total 36 Averses.

Les précipitations se produisent généralement la nuit ou en fin d'après-midi.

L'examen du tableau précédent montre que, pour certaines averses, le débit maximal de crue est supérieur sur le bassin amont. Comme nous l'avons indiqué en observations, cela semble provenir du fait que le bassin aval a été moins arrosé et que la crue à l'aval n'est pratiquement due qu'à la crue amont écrêtée sur le parcours séparant les deux stations.

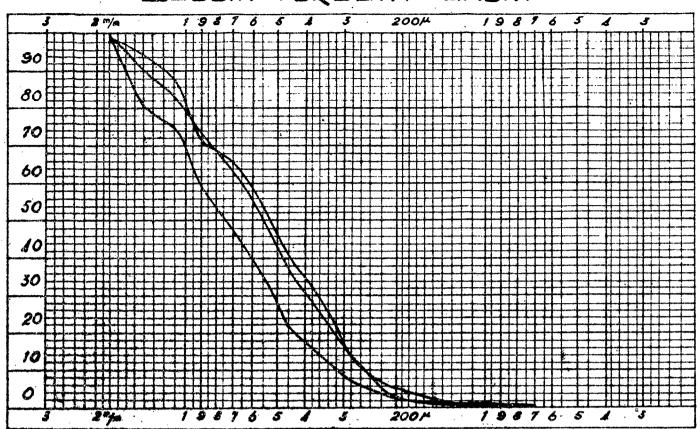
Une étude plus détaillée est actuellement en cours. Elle comprend l'établissement des hyétogrammes moyens, le calcul des volumes écoulés, la détermination des coefficients de ruissellement, etc...

#### Turbidité -

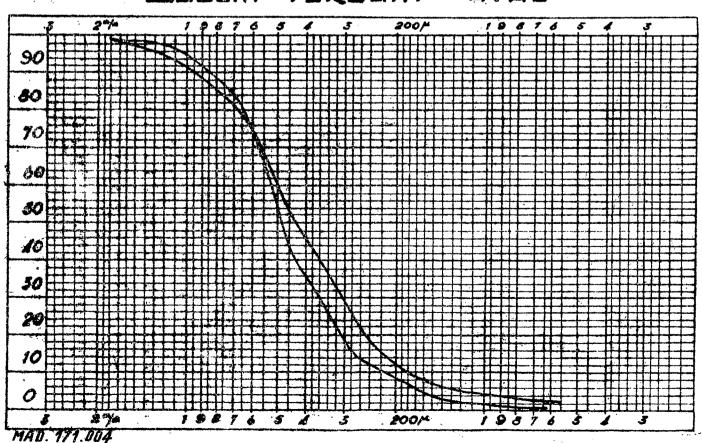
Des échantillons d'eau ont été rélevés et leur analyse a fourni les résultats suivants :

	 ! 'Turbidité	======================================	Ana	alyse des	dép <b>ô</b> ts	(%)
Date	en g/l	77	Argile	Limon	1500020	Sable gros.
B.V.Amont	1	*	† †	; ; ;		
8. 3.61 15. 3.61 17. 3.61 17. 3.61 12. 4.61 12. 4.61 17. 4.61	0,625 0,925 1 0,83 0,615 0,865 0,23 0,375 0,27	1 3,6 1 0,2 8,9 4,5 0,24 7,4 0,26	40,9 45,85 53,25 46,95 49,55 65,69	34,25 27,95 32 37,45 18,05	28,5 12,7 10,95 24,35 16,7 17,65 14,95 24,7 23,9	0,5 0,8 1,3 0,5 0,9 0,4 0

# BASSIN VERSANT-AMONT-



# BASSIN VERSANT - AVAL -



1	 ! 'Turbidité	======================================	Analyse des dépôts (%)								
Date	en g/l	. 7 1	'Argile	Limon	Sable fin	Sable gros.					
B.V. Ava 4. 1.61 4. 1.61 6. 1.61 7. 1.61 7. 1.61 25. 1.61 25. 1.61	1,295 0,92 0,975 1,315 0,98 1,03 0,48 0,89 0,805		67,5 58,05 55,9 72,3 44,4 72,65 57,1 55,75	19,6 31,45 32 10,8 35,75 12,05 22,05 26,1 38,6	9,5 11,9 14,9 18,85 12,9 25,2 15,3	1,2					
'23. 3.61' '23. 3.61' '23. 3.61'	1,375	15 26 <b>,</b> 6 3	67,4 75,4 73,8	8,6 14,7 12,4	7,7	0 1,3					

Ces résultats montrent une fois de plus la difficulté des mesures de turbidité. Même pour les échantillons des 15, 23 et 25 Mars, pris chacun au cours d'une même crue, il n'est pas possible de trouver une corrélation entre le débit et la quantité de matières en suspension.

### Analyse chimique de l'eau :

And the same that does not have been the same that the		====	====	====:	====	===		
- PH							6.4	1
' - Conducti	oilité (	nilli	mho	s) .			15.5	1
1 - Cl	(mg/1)	)					3	•
· - S03	(mg/1	)				•	Ó	1
' - SiÓ2	(mg/1)	<b>\</b>				Ĭ	11	+
-Fe <sub>2</sub> 03	(mg/1				• •	•		1
1 = A120z	(mg/l				• •	•	0.2	1
· CaÖ	(mg/1)	\	•	•	•	•	7 7	•
· · MgO	(mg/1)	<b>`</b>	• •	• •	• •	•	7 7 7 7	· 1
1 = K-0	(mg/1)	<b>`</b>	• •		• •	•	2 9 5	•
' - Na20	mg/1	\ • • •	• •	• •	• •	•	4 <b>9</b> 9	•
1=========		/ •     • 	• • 		· ·	•	۷,5	

#### 3) CLIMATOLOGIE -

Nous résumons ici, les observations faites en 1959-60 et 61 aux stations d'Ambodiroka et d'Antsatrana :

#### Ambodiroka (Case)

Coordonnées: Longitude 46° 57' 28" E Latitude 17° 56' 17" S

#### Cette station est équipée de :

- 1 bac Colorado 1 m<sup>2</sup> enterré
- 1 bac Classe A depuis Janvier 1961
- 1 pluviomètre enterré
- 1 pluviographe à augets basculeurs
- 1 anémomètre Robinson
- 1 abri météo avec thermomètre ordinaire à max et min, évaporomètre Piche, psychromètre à aspiration.
- 1 Gun Bellani depuis Janvier 1961
- 2 évaporographes à flotteurs depuis Juin 1961

### Ambodiroka (Lac)

Coordonnées: Longitude 46° 56' 41" E Latitude 17° 55' 15" S

Elle est installée sur le lac d'Ambodiroka situé à environ 1,5 km de la route N 4 en R.G. de la BETSIBOKA. En hautes eaux, la BETSIBOKA se déverse dans le lac.

### La station comprend:

- 1 bac flottant soutenu par 4 fûts de 50 l et placé dans un caillebotis de bambous, au bout d'une passerelle de 20 m de longueur environ, montée sur des fûts de 200 l. Le bac est fixé à la passerelle par des câbles. Il est indépendant de celle-ci et les déplacements de l'observateur sur la passerelle ne modifient pas l'équilibre du bac. Les remises à niveau sont de ce fait relativement faciles.
- 1 anémomètre Robinson fixé au bord du bac
- 1 thermomètre à maximum et minimum
- 1 thermomètre ordinaire
- 1 évaporomètre Piche
- 1 psychromètre à aspiration.

Ces appareils sont placés dans un petit abri fixé sur la passerelle, à proximité du bac.

Les mesures ont été effectuées d'Avril ou Mai à Septembre ou Octobre, en 1959-60 et 61.

Du fait des difficultés d'accès, les mesures n'étaient faites qu'à 08 h et 16 h.

### Ambodiroka (fleuve)

Coordonnées: Longitude 44°56'54" E Latitude 16°55'11" S

Cette station a été installée en 1959 et 1961 dans le but d'obtenir des éléments permettant d'établir une comparaison entre les évaporations sur le Lac ou sur la terre et celle qui peut exister sur une grande étendue d'eau. Un bac flottant a été placé au droit de la station téléphérique. Le bac, supporté par 4 fûts de 50 l lestés, était amarré à des pieux plantés dans un banc de sable au milieu de la rivière. Situé à l'aval du banc, il se trouvait donc dans une zone de faible courant et il restait relativement horizontal ce qui facilitait les mesures.

Nous avons mesuré les températures de l'air, de l'eau du Bac et du fleuve et l'humidité deux fois par jour à 08 h et 16 h.

#### Antsatrana:

Coordonnées: Longitude 46°52'40" E Latitude 17°18'46" S

Cette station est située sur une butte à 50 m environ de l'IKOPA. Elle est bien exposée au vent. Nous y trouvons :

- 1 bac Colorado enterré
- 1 pluviomètre enterré et 1 pluviomètre à 1,50 m du sol
- 1 anémomètre Robinson
- 1 abri : thermomètre à maximum et minimum, psychromètre à aspiration, thermohygrographe, Piche, thermomètre ordinaire.

Depuis le 21 Juin 1961, un évaporographe enregistre l'évaporation journalière du Bac.

A l'aide des enregistrements de l'humidité à cette station, nous avons vérifié l'exactitude de la formule :

$$H \text{ moy} = \frac{1}{8} \left[ 3 \left( H_6 + H_{18} \right) + 2 H_{12} \right]$$
 (1)

Nous avons trouvé une erreur de + 1 % en moyenne par rapport à la valeur déterminée en planimétrant les courbes.

La formule H moy = 
$$\frac{1}{2}$$
 (H<sub>6</sub> + H<sub>18</sub>)

donne des résultats trop forts de 3 % en moyenne.

Nous utiliserons pour Ambodiroka (Case) la formule (1). Pour le Bac et le fleuve où il n'y a que deux lectures par jour, nous avons fait les moyennes arithmétiques de ces deux mesures à 08 h et 16 h. Nous avons ajouté 5 % par comparaison avec les moyennes analogues établies sur quelques mois à la station d'Antsatrana.

Pour les températures de l'air, nous avons adopté la formule :

$$T m = \frac{1}{2}(T max + T min)$$

Les températures moyennes de l'eau ont été déterminées en faisant la moyenne des températures à 06 h et 18 h.

Nous avons obtenu les résultats ci-après :

# AF ODIROKA (Case)

(1959)

Mois	: au : à :	empér. Humidi loyenne: té de : moyenr l'air : en	:moyen.	
:Février :Mars :Avril :Mai :Juin :Juillet :Août :Sept. :Octobre :Novembre	: 0 : 0 :	26 80,3 26,6 90,2 26,7 68,1 25,3 57,6 24,9 55,9 24,7 57,5 25,5 55,4 26,9 55,9 28,1 57,9 29,3 72,7	2:0,413 :0,157 :0,154 :0,228 :0,341 :0,253 :0,258 :0,327	7,0:0,5:2,6:9,0:1,9:6,2:29,6:5,65 5,3:0,3:2,3:9,0:1,7:6,2:30,6:6,63 5,8:0,6:1,8:3,1:1,8:4,7:28,2:3,42 11,7:2,5:5,7:11,9:3,8:7,2:28,0:11,20 10,3:4,9:6,5:11,2:5,2:7,3:25,8:13,68 11,4:3,6:6,8:11,1:4,8:6,9:23,5:13,89 9,4:5,1:7,1:9,2:5,1:6,6:22,2:13,23 12,3:4,9:7,7:11,1:4,9:7,6:24:14,56 10,9:5,2:7,6:10,8:5,5:8,4:26,1:15,63 9,1:4,3:6,8:16,4:6,4:10:27,6:16,01 5,3:1,4:2,5:12,8:4,6:7,9:30,3:11,13 5,3:0,8:2,3:9,4:4:6,5:30:9,88
:Totaux	1840,3 1724,7			1825
:Moyennes		26,3 67,1	0,246	8,6 2,8 5,0 10,8 4,1 7,1 27,1 11,24

# AMBODIROKA (Case)

### (1960)

	au ras	du:	à ; 1,50 m ; du sol ;	: l'air	:H	[umidité noyenne en	moyen. du vent	: : :Ma	E ax.:	iche mm Min.	:Moy .	Bac Max	wolo: mm Min	rado Moy.	moy de : l'eau :du Bac	Déficit de satura- tion
:Janvier :Février :Mars :Avril :Mai :Juin :Juillet :Août :Sept. :Octobre :Novembre :Décembre	: 183 : 269 : 67 : 41 : 0 : 0 : 0 : 12	,4 ,2 ,2 ,2 ,6	163,2 240,8 62 38 0 0 0 12,4 30,1	28,7 27,6 28,2 27,1 25,8 24,6 25 27,1 28,5 29,6	80 40 58 68 60 60 88 68 88 80	75,1 75,1 64,1 57,7 57,5 54,9 54,9	0,160 0,112 0,103 0,157 0,226 0,312 0,272 0,314 0,330 0,272 0,287 0,158	4246666677	1,4: 3,7: 1,5: 7,7: 1,5: 7,5: 7,5: 7,5:	0,3 4,7 9,9 9,7 3,5 9,7 3,5 9,7 3,5 9,7	1,8; 1,7; 3,1; 3,1; 4,5; 4,5; 5,2; 5,3;	10 9,2 9,4 12,4 10,8 9,5 10,4 14,3 15,1	1,2 1,7 4,8 4,1 4,8 4,8 4,8 7 4,8	5,5,5,7,5,6,8,8,7,2,5,6,10,6	30,3 29,1 28,5 26,7 23,3 22,5 23,3 25,3 27,7 28,8	4,72 7,85 9,20 13,77 12,88 14,06 13,15 14,16 16,32 17,55 16,97 7,20
Totaux annuels	1697	,5	1580,1		:		:	;			1281			2635	å .	•
:Moyennes		:		27,3	:	65 <b>,</b> 4	0,225	: 5	7	1 <b>,</b> 9	3,5	11,0	4,0	7,2	27,1	12,31

AMBODIROKA (Case)
(1961)

=======   	1			emp.					Tro	norat	ion	· B	vapor	ation	sur	-==: 3 <i>F</i>	==== acs		Temp moy		. 'D		Dist! Gun!
Mois	!	au	ŧ	oy. de 'air	m	ité oy. en	du ven	1	va.	Pich Pich		Col	orado	-	, C1	as	se A			eau	de	e sa!	Bella:
1	1	mm	-	۰Ĉ	1	%	m/s	3 !	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	'Mŏÿ'	'Max		in.	Moy.	Col.	! A	!七 _ ! _ ;	ion mb	(m1)
1	t		t		1		•			•	ŧ .	. †	f	ŧ	1	•	1		•	Į.	ŧ	1	•
Janv.	ŧ	298,3	ŧ	28.3	5 \$	80.7	10.3	58	4.3	0.6	1 2.2	10,6	1 3.0	1 7.2	112.	10.	4.01	8.4	130.4	128.	31 1	7.431	20.61
Févr.	į	101,4										'11,1											
Mars	1	357.6							3,2	0.6	1 1.7	1 8,5	2.1	1 6,2	1 8	61	2,51	7.2	130,6	128.	61	5.941	18.91
Avril	ţ	250.9		27,9	) 1	85.9	10.1	10	3.3	0.9	1 1.9	1 9,4	2.6	1 6,3	.10	91	3.0	9.5	130.0	128	61	5.301	17.91
'Mai	t	36.6										110,6											
Juin	f	0		26,9								1 8,9											
Juil.	ŧ	2.1		25,8								112,0											
Août	ŧ	,		25,6					8,3			112,2											
'Sept.	t			26,6								114,1											
Oct.	ŧ			29,4		72,3	, , -					114,5											
Nov.	1	59,0		- , .								112,8											
Déc.	1	658,4		26,5								9,8											
Totaux	1		1		,		!			 !	1	1	1	1	,				1	1	1	1	1 1
'annuels	31	1764,3	t		†		1	1	•	1	1387	t	t	12993	1	Ψ,	<b></b>	3249	ŧ	1	1	1	,
Moy.	1		,		!		ţ			†	1	1	,	1	1	1			1 .	1	 !	 1	·
an.	ŧ		İ	25,3	1	77,3	10,2	16	6,2	2,0	1 3,8	<b>111,</b> 2	5,2	1 3,2	'11,	71	5,51	8,9	127.9	126.	31 4	7.921	18,1;
İ	t		t	•	1	•	1	1		;	7	t	t	•	!	1	. 1		1	1	· • ·	1	1

### AMBODIROKA (Lac)

'Année' Mo	ois moy.	moy.	'moy. 'vent	! !	orati Piche mm	) 	† 	orati Bac mm	! ~ !ع	de l'ea		de 'saturation
11	'	1 %	'm/s.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy:	Bac	Lac	mb
Jui Aoú Sep		61,7	  ! _ !0,197	9,5; 8,0; 7,2; 7,7; 9,2;	2,8° 2,4° 3,6° 3,9°	6,0 4,9 5,7 5,5	' 6,8' ' 9,9'	3,71 3,51 1,21	4.5 4.5 5.8 7.0	26,5 23,7 24,5 26,7	27,7 26,4 24,6 24,9 27,1	10,10 8,52 8,30 12,06 14,03 11,45
' 'Aod' ' Ser	. 1 27,0	' 66,4 ' 64,0 ' 62,0 ' 68,0 ' 71,7 ' 62,5	10,227 10,244 10,170 10,238	6,7' 5,3' 4,9' 4,6' 7,0'	2,1 1,5 1,4 2,3 2,2 2,4	3,9 3,9 3,2 3,9 3,6	8,01	3,8' 4,1' 5,1' 5,1' 4,8'	6,1° 5,8° 6,4° 9,1°	26,0 24,6 22,6 23,9 23,0 28,5	29,6 26,6 25,4 23,2 24,4 23,8 29,1 27,8	14,50 11,98 11,96 11,21 9,90 8,91 13,61 13,26
Jui Aoû	27,8 n 24,7 1. 24,7 t 25,6 t. 25,9	* 86,6 * 88,3	0,110 0,139 0,186		1,7 <sup>1</sup> 2,3 <sup>1</sup> 3,8 <sup>1</sup>	2,8 <sup>1</sup> 3,3 <sup>1</sup> 5,5 <sup>1</sup>	9,1 8,4 10,2 10,9	4,0' 4,0' 5,1'	6,91 8,51		27,9 25,7 23,7 23,6 24,7	4,0 5,42 4,17 4,15 6,05

# AMBODIROKA (Fleuve)

· · · · · · ·	t	'Températ.' 'moyenne 'de l'air	Humidi- té moyenne	Evaporation Bac Colorado	Température de l'eau		Déficit de ! saturation !
1	1	0		Max. Min. Moy.	Bac	Fleuve	mb
1959	Juillet	21,8	68,6	5,813,214,01	21,1	21,2	8,20
;	Août	22,8	64,0	7,0,3,4,5,1	22,3	22,3	9,99
i !	Sept.	26,2	59,7	1 8,91 5,31 6,61	23 ,3	24,7	13,71
1960	Juillet	23.4	62,7	6,0,3,4,4,5	21,0	20,6	10,74
t t	Août	23.2	65,2	6,51 3,51 5,11	22,9	22,4	9,90
	Sept.	23,9	62,6	111,0' 3,4' 5,5'	22,2	21,8	11,09

#### ANTSATRANA

(1959)

Mois	: au :ras du	à:1,50m:du sol	: l'air	té moyenne en	moy.	: P		: Bac	Colorado	eau Bac	Déficit de satura- tion mb
Janvier Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre	578,5 50,3 0 0 0 0 0 2,0 321,5	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	23,3 21,1 23,7 24,7 21,9 22,7 24,4 25,8 26,0	79,3 63,3 66,7 69,6 58,5 46,4 51,0 62,3	0,061 0,043 0,097 0,092 0,195 0,224 0,182 0,246 0,082	9,4: 8,7: 9,1: 9,2: 10,0: 11,8: 6,9:	0,7: 3,1 0,5: 2,3 1,7: 4,8 3,5: 5,7 3,4: 6,0 5,0: 6,8 3,8: 7,0 5,6: 7,8 1,5: 3,0 0,9: 2,6	:11,2: 8,3: 0,0: 7,0: 8,0: 0,0: 11,6: 13,2:	3,3: 4; 3,3: 4; 2,9: 4; 2,9: 4; 4,0: 7; 6,0: 7; 6,0: 6; 7,8: 6	5: 27,0 7: 26,3 8: 24,0 5: 21,0 7: 20,0 21,0 21,0 24,7: 25,0 28,0	5,93 9,19 9,88
Totaux annuels	Mill trains after the sector s	## ### ### ### ### ### ### ### ### ###	**************************************		ng atagap papalik Money spendi satesa sagap pamag B		1825		2263		i irra nasa atau nasa atau satu satu nasa atau s
Myennes annuelles			24,3	63,7	.0,123	.8,6	2,4: 5,0	9,8	3,8 6,2	2 24,9	11,13

1 C.

### ANTSATRANA

(1960)

Mois	•	Tempér.:H moyenne: de :m l'air:	té :m oyenne: en :	oyenne du vent	P Max:	iche	: Bac	Colo	rado	eau Bac	Déficit de satura- tion mb
Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre	20,0 : 19,0:	24,7 24,7 24,5 24,6 24,1 22,8 21,7 22,6 24,2 25,7 26,3 21,3	69.6 : (75.7 :	0,122 0,185 0,181 0,188 0,298 0,247 0,167 0,159 0,128	3,9: 5,6: 6,6: 7,1: 6,7: 6,1: 10,0: 7,9:	0,3: 2 0,6: 2 2,5: 3 2,7: 4 1,3: 3 2,5: 3	5,1: 8,7: 4,6: 8,5: 3,1: 8,9: 3,9:11,9: 5,9:13,0: 5,6:12,8:	2 8 3 0 2 4 9 4 9 4 5 5 5 5 5	5,59 4,59 8,27 6,99 6,89 9,57	28,0 27,0 25,0 21,0 21,0 21,8 23,4 25,8 27,4	: 9,46 : 7,47 :
Tetaux annuels	1981,6 1873,1	·: }	\$ ·	•		13	317	· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	2342	, 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 1995 - 199 	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *
: Moyennes :		. 23,9	60.2	0,176	6,2	1,6	3,6 9,9	3,5	6,4	25,0	11,87

### ANTSATRANA

(1961)

Mois		' 'à'	moyenne de l'air	té 'moyenne'	moyenne	!	Pio mm	ché	Bac	Col	orado	'eau 'du Bac	Déficit de saturation mb
	mm	mm	• C	%	m/s	! !	! !	! !	. 		! !	· ! !	; } !!
Janvier Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre	4,5	185,4 341,2 292,7 28,5 1,0 2,0 1,8	27,6 26,2 26,2 25,1 22,5 22,7 22,7 23,4 26,7	54,9 51,7 50,3 50,3 58,7	0,090 0,091 0,108 0,063 0,345 0,479 0,422 0,269 0,202	'4,7 '3,7 '6,7 '8,7 '8,7 '8,7 '8,7 '8,7	11,2 10,5 11,7 11,7 12,5 12,8 12,8 11,4	2,5 6,0 1,0 2,5 3,9 1,0 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7	9,5 7,7 7,5 10,7 110,7 112,8 113,0	14,2 11,5 13,0 12,0 14,1 16,8 17,5 15,4	7,01	29,5 28,8 27,9 26,0 22,7 22,0 23,0 27,0 28,0	13,34 10,14 10,31 12,56 10,17 12,45 13,33 14,31 16,81 14,47
Totaux	2247,3	2139,2	• !	**************************************	**************************************	† †	L	1131		1 1	2409	!	*
'Moyennes 'annuelles'	was visit stad libra visit dags	1 1	25,0	60,6	0,210	, , , , ,	1,7	3,1	10,1	3,4	6,6	25,9	12,23

1 . .

Nous obtenons les évaporations suivantes en mm

مين جين جين جين هيئه مين مين مين مين مين مين مين هيئه هيئ وين مين مين مين مين مين مين ويي مين مين مين مين مين مين مين مين مين مين مين	==	والمستوات فيرجا المستدات المستد	= <b>=</b> :		=====	=======	===±
1	Ť	1959	Ì	1960	- 1 ·	1961	- 1
1	1_		_ 1 .		!		1
'Ambodiroka (Case)	1	2 595	t t	2 635	!	2 993	1
Antsatrana	,	2 263	!	2 342	!	2 409	1

Les évaporations sur le fleuve et sur le lac pendant la période d'observations sur le fleuve c'est-à-dire en Juillet, Août et Septembre sont, dans le tableau ci-dessous, comparées aux évaporations à Ambodiroka et Antsatrana pendant la même période :

	1959 Juil,Août, Sept.	1960 Juil,Août,	Moyenne	Rapport E fleuve E stations
Fleuve	480	462	471	ann
Lac	529	567	548	0,859
'Ambodiroka (Case)	692	725	708	0,665
'Antsatrana	624	666	645	0,730

Le rapport E fleuve/E Ambodiroka est faible, cela est dû à la situation du bac enterré (terre dénudée fortement surchauffée par les rayons solaires).

Nous avons calculé l'évaporation pour la plus grande durée d'observations sur le Lac, (Mai à Octobre en 1959, Avril à Novembre en 1960, et Mai à Septembre en 1961) et nous l'avons comparée à l'évaporation pendant les périodes correspondantes à Ambodiroka et Antsatrana. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

	! 1959	== <b>==</b> == 9	196	0 1	1961 '			
1	Piche	Bac	Piche	Bac	Piche	Bac	!	
Lac	981	1 070	829	1 679	620	1 189	!	
Ambodiroka	1 303	1 435	1 052	1 975	761	1 346	1	
Antsatrana	1 215	1 209	1 091	1 758	636	1 033	1	

Les évaporations mesurées à l'aide de l'évaporomètre Piche et à l'aide des Bacs à Ambodiroka et Antsatrana, ont été les suivantes :

	== == == == == == == = = = = = = = = =	PICHE	المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة المراجعة ا المراجعة المراجعة ال	BAC	)	
1	1959	1960	1961	1959	1960	1961
Ambodiroka	1 825	1 281	1 387	2 595	2 635	2 993
'Antsatrana	1 825	1 317	1 131	2 263	2 342	2 409

Pour les évaporations sur Bac, nous constatons que les résultats sont homogènes. Les hauteurs annuelles sont comparables, légèrement plus fortes à Ambodiroka du fait de l'exposition : loin de la rivière et sur une butte très ventilée. Les variations d'une année à l'autre sont équivalentes et dans le même sens.

Cependant, les chiffres des évaporomètres Piche paraissent exagérés en 1959 pour Ambodiroka et 1959-60 pour Antsatrana. Afin d'essayer d'en déterminer la raison, nous avons calculé pour les trois stations les rapports Evaporation Piche/Evaporation Bac pour chaque mois en 1959, 60 et 61.

Nous obtenons le tableau ci-dessous :

1	' An	tsatra	na na	Am	bodiro	===== ka	Lac Ambodiroka				
1	1959	1960	1961	1959	1960	1961	1959	1960	1961		
Janvier Janvier	† †	0,275	0,410	0,419	10,282	10,305	! ! !	! !!	! ! !		
Février	0,480	0,309	0,357	0,451	0,327	0,252	;	1	1		
'Mars	0,418	0,530	0,320	0,382	0,309	0,274	t	1			
Avril	1,02	0,672	0,420	0,791	0,462	0,311	f	0,469	- 1		
Mai	1,18	0,711	0,500	0,890	0,476	0,372	1,08	0,589	0,347		
Juin	1,35	0,899	0,702	1,00	0,632	0,528	1,16	0,639	0,444		
Juillet	1,21	0,766	0,765	1,07	0,580	0,594	1,08	0,551	0,478		
Août	1,04	0,449	0,637	1,01	0,584	0,655	0,98	0,507	0,662		
Septembre	0,77	0,438	0,515	0,904	0,543	0,642	0,78	0,609	0,549		

	An	tsatra	====== na	· Am	bodirol	eeeeee Ca	! Lac Ambodiroka !				
1	1959	1960	1961	1959	1960	1961	1959	1960	1961		
Octobre	0,80	0,625	0,474	0,680	0,495	0,508	0,60	0,395	·		
Novembre	0,49	0,577	0,320	0,316	0,500	0,494	†	0,320			
Décembre	0,37	0,385	0,279	0,353	0,454	0,287	!	1	I I		
'Moyennes	10,82	0,553	0,474	0,688	0,470	0,435	0,94	0,509	0,496		

Comme à la station du Banian, le rapport Ep/Ec augmente pendant la saison sèche. Il nous semble, cependant, que les valeurs obtenues en 1959, pour Antsatrana et Ambodiroka, sont un peu fortes.

Les évaporations Piche, en 1959, à Ambodiroka et Antsatrana, sont les plus grandes que nous ayons enregistrées pendant les trois années d'observations, alors que les évaporations sur Bac sont les plus faibles. D'autre part, l'évaporation annuelle mesurée à l'aide du Piche à Antsatrana décroît de 1959 à 1961 alors que c'est l'inverse pour l'évaporation sur Bac.

Nous pensons que cela provient de l'inexpérience des observateurs pendant les premières années d'observations. En effet en 1961, aux deux stations et 1960 à Ambodiroka, les rapports n'ont jamais dépassé 0,76 et leur variation annuelle concorde avec celle obtenue à Tananarive en 1961.

En adoptant, comme rapport annuel, la moyenne des années 1961 à Antsatrana, 1960 et 1961 à Ambodiroka, nous avons :

$$\frac{Ep}{Ec} = 0.46$$

L'évaporation Piche calculée à l'aide de ce rapport, à partir des résultats des Bacs, sera égale à :

1 193 mm en 1959 à Ambodiroka

1 040 mm en 1959 ( à Antsatrana 1 070 mm en 1960 ( à Antsatrana

•/•

Ces chiffres paraissent plus vraisemblables. Mais nous avons encore un nombre d'années d'observations trop faible pour pouvoir tirer des conclusions. Les mesures seront poursuivies à Ambodiroka (Case) et à Antsatrana. Elles préciseront le rapport Ep/Ec et l'exactitude de la correction apportée ci-dessus.

Le Bac Classe A devrait évaporer un peu plus que le Bac Colorado, mais il est encore trop tôt pour donner un coefficient.

Les enregistrements de l'évaporation journalière donnent une explication du faible coefficient de majoration. Sur le Bac Colorado, l'évaporation est pratiquement constante pendant 24 h du fait que la terre surchauffée dans laquelle le Bac est placé contribue à faire évaporer l'eau même pendant la nuit. Le Bac Classe A évapore beaucoup dans la journée, mais la nuit, par contre, la courbe devient presque horizontale : l'évaporation est très faible par suite du rayonnement intense qui refroidit très rapidement le Bac.

Le Bac Colorado devrait, pour donner des résultats indépendants de la température du sol (dans le cas de la latérite dénudée elle peut devenir très importante), être isolé par un matelas d'air d'une dizaine de cm, comme cela a été fait au Kenya. Ceci contribuerait certainement à donner des résultats plus concordants entre des stations situées dans des régions différentes éloignées les unes des autres.

D'autre part, le coefficient E fleuve/E bac enterré qui est égal à 0,66 serait probablement augmenté.

L'évaporation à Ambodiroka et Antsatrana fera l'objet d'une étude plus détaillée dans la Monographie de l'IKOPA et de la BETSIBOKA.

### d) Evaporation à Tananarive -

La station d'évaporation a été installée en Septembre 1960. Elle comprend :

- 1 Bac Colorado de 1 m<sup>2</sup> enterré
- 1 Bac Classe A
- 2 évaporographes à flotteur
- 1 anémomètre Robinson
- 1 Gun Bellani

- 1 pluviographe à auget basculeur
- l abri météo avec thermomètre ordinaire, thermomètre à maximum et minimum, psychromètre à aspiration, thermohygrographe.

Les températures moyennes de l'air et l'humidité relative ont été obtenues par planimétrage des courbes du thermohygrographe après avoir reporté sur les graphiques les observations faites à 08 h, 11 h et 18 h.

Les températures moyennes de l'eau sont les moyennes des observations à 08 h et 18 h diminuées de l'eau pour le Bac carré et 0°6 pour le Bac rond.

TANANARIVE (1961)

Mois	:1,50 m;	moyen de	dité moyen			pora iche			vapor Jolora	ation mm ido		bacs asse	·	Tempe moy	• de ]	<b>T</b> .	Dist. Gun Bel- Lani
•	du sol mm	og:	<b>%</b>	m/s	Max.	Min.	Моу.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min .	Moy.	Col.	A	tion mb	
Janv.				0,110													
Févr.	<b>7</b> 9,5	20,0	66,8	0,130	2,9	1,4	2,3	7,8	3,0	5,7	8,0	5,0	6,9	24,7	24,3	7,76	19,1
: Mars	: 292,2	19,0:	72,6	0,089	2,6:	0,9	1,4	5,8	1,5	4,0:	7,0:	1,5:	5,2	23,7	22,9	6,02	14,6
Avril	85,5.	18,9	71,2	0,092	2,1	1,2	1,6	7,9.	2,0	3,8	11,0	2,6	5,0	23,1	22,5	6,29	13,9
Mai	4,0	17,2	70,5	0,100	2,7:	1,2	1,6	4,0	1,2	3,0:	5,5	1,2:	3,8	20,5	19,3	5,79	13,0
Juin	7,3	14,4	69,0	0,086	1,9	1,0	1,4	3,6	1,9	2,5	4,2	1,2	3,1	17,4	16,6	5,09	11,9
: Juil.	15,5	13,7:	73,1	:0,110:	1,9:	0,9	1,3	3,5:	1,0	2,4:	3,6:	0,5:	2,5	16,48	15,5	4,22	9,5:
Août	4,1	14,5	70,5	0,113	2,0	0,8	1,4	5,0	1,8	3,2	4,8	2,3	3,3	16,7	16,1	4,87	12,1
: Sept.	2,7	14,5:	66,9	0,115:	1,9:	0,9	1,3	6,0:	2,0	4,1:	5,6:	1,7:	4,4	19,1	17,4	5,47	:16,1 :
Oct.	32,0	17,9.	62,7	0,093	4,9	1,5	2,7	7,7	3,1	5,9	9,5	3,0	6,2	21,1	20,)	7,65	19,5
: Nov.				:0,073:													
Déc.	471,0	18,6	66,6	0,052	2,4	0,7	1,4	8,0	1,2	-3,7	9,0	1,0	4,1	23,9	22,8	7,16	14,8
Totaux	1448,1				•		620		-	1460:		•	1679		-		
Moy ann		17,2	68,9	0,096	2,6	1,0	1,7	6,1	1,9	4,0	7,0	1,9	4,6	21,1	20,4	6,ló	14,8

# TANANARIVE (1960)

		: Ply	ie:	Temp.:	Humi-	Vit.:	Evap	orati	on	Ev	apora	tion	sur b	acs				Défi-:	
	: à : moy.:dité : moy.: Piche : Mois :1,50 m: de : moyen: du : mm : du sol:l'air: ne : vent:									Co	lorad			sse A	. 8	moyen. de: cit :Gun : : l'eau :de sauBel- :			
•			u:			m/s :		Min.:	Moy • :	Max.:	Min .:	Moy.:	Max.:	Min.:					
30	Sept.			15.0:	65.4	0,229:			2,6:	.0	.0	4.3:		.0	5.2:		7.8:	5, Q:	15,8:
•	Oct.	9	- 3	· •		:0,228:	- 0			9	. 0		0		.0		• • •	~ .0	• • •
٠.	Nov.	•	- :	, 0	':	0,208:	•	:	•			0				. 3		•	•
0		. 0		9	1	:0,118:		0	. 0	. 0	0	:	9	. 5	· 8	0	.0	•	
		<u> </u>															;		

Comme au Banian et sur la Betsiboka nous avons calculé les rapports mensuels Evaporation Piche/Evaporation Bac. Nous avons trouvé :

#### ---- 1960 ----

'Sept.'Oct. 'Nov. 'Déc. '
'0,604'0,545'0,508'0,425'

#### ---- 1961 ----

'Janv.'Févr.'Mars 'Avril' Mai 'Juin 'Juil.'Août 'Sept.'Oct. 'Nov. 'Déc. '
'0,377'0,403'0,350'0,421'0,533'0,560'0,541'0,437'0,317'0,457'0,436'0,378'

En 1961, le rapport annuel moyen Ep/Ec est égal à 0,424.

Nous retrouvons, comme sur la Betsiboka et l'Ikopa, un rapport plus grand pendant la saison sèche.

A Tananarive, les Bacs sont installés sur un terrain gazonné et nous avons environ l mm de différence entre l'évaporation sur Bac Colorado et l'évaporation sur Bac Classe A.

### e) Quelques remarques sur les études d'évaporation

Les études d'évaporation entreprises par le Service Hydrologique de l'IRSM sont réalisées dans le but de déterminer les quantités d'eau évaporées sur une retenue de grande superficie, (lac d'un barrage hydroélectrique par exemple).

Les études effectuées depuis 1959 ont porté sur les trois régions suivantes : Hauts Plateaux, Moyen Nord Ouest (Betsiboka, Ikopa), Moyen Sud Ouest (Banian).

Nous pensons installer deux autres stations, dans le courant de 1962, avec la collaboration des Eaux et Forêts et du CTFT, sur h Côte Est (Périnet) et dans le Sud (Antanimora).

Les stations sont toutes équipées du bac carré enterré de l  $m^2$  de surface et du Bac Classe A préconisé par l'O.M.M.

Interploitation des stations au cours des années précédentes à montré la difficulté des mesures. Nous avons pensé les améliorer en les rendant le: plus automatiques possible par l'utilisation d'évaporographes à flotteurs et d'augets basculeurs avec compteur à impulsions fabriqués dans notre atelier de l'I.R.S.M.

L'évaporographe à flotteur enregistre l'évaporation journalière ainsi que les remises à niveau. Les appareils sont réglés pour enregistrer avec une amplification = 10 une évaporation journalière de 6 mm (cas des Hauts-Plateaux).

En cas de pluie, les précipitations inférieures à 6 mm sont également enregistrées en sens inverse. Pour les précipitations supérieures, une butée arrête le flotteur de façon que l'aiguille ne sorte pas des limites du diagramme.

Afin d'améliorer les mesures et permettre en particulier l'enregistrement de l'évaporation dès la fin des précipitations, nous avons réalisé un auget basculeur de 500 cl par auget qui mesure, pendant la pluie, l'eau s'écoulant sur un déversoir à mince paroi.

Le déversoir est calé à un niveau tel que l'aiguille de l'évaporographe se trouve à la limite supérieure du diagramme lorsque l'écoulement a cessé. Le déversoir a 30 cm de longueur. Un puits entôle percé d'un petit trou le met à l'abri des vagues soulevées par le vent.

Les basculements sont comptés par un compteur à impulsions actionné par un interrupteur à mercure solidaire de l'auget.

Lorsque la pluie cesse, l'écoulement sur le déversoir continue pendant quelques minutes. Ensuite, l'évaporographe enregistre l'évaporation. Au dépouillement, celle-ci est mesurée directement sur le diagramme.

Cet appareil permettra d'avoir une plus grande précision dans les mesures pendant la saison des pluies. En effet, jusqu'à présent, les méthodes utilisées pour mesurer l'eau entrant dans le bac (bac à huile, ou pluviomètre enterré) ne donnaient pas de bons résultats. Du fait des éclaboussures, il arrivait fréquemment que les évaporations, pendant les jours de pluie, étaient deux à trois fois supérieures à celles relevées pendant les jours sans pluie. Cela conduisait à éliminer ces mesures pour faire les moyennes.

Une autre mesure délicate est celle de l'humidité. Les psychromètres à aspiration que nous avons utilisés ne sont pas très bien étudiés et leur mécanisme est très vite usé, surtout lorsqu'il est utilisé par des mains inexpertes. Au bout d'un temps plus ou moins long, la ventilation ne se fait plus correctement. Une solution pourrait être trouvée en remplaçant le moteur mécanique par un moteur électrique fonctionnant sur pile 1 V, 5 par exemple. Ce genre de moteur est couramment employé dans la fabrication des jouets et ils sont suffisamment puissants et robustes pour entraîner la petite turbine du psychromètre.

Après ces trois années d'expérience, nous pensons qu'il y aurait intérêt à enregistrer tous les facteurs intervenant dans le phénomène d'évaporation (températures de l'air et de l'eau, humidité, vent etc..); cela augmenterait évidemment le prix de chaque station mais les dépouillements en seraient certainement facilités et les résultats beaucoup plus précis.

# f) Collaboration avec les Eaux & Forêts et le CTFT dans le domaine des Bassins Versants Expérimentaux.

En 1961, le Service des Eaux et Forêts et le C.T.F.T. nous ont demandé quelques conseils pour l'installation de Bassins Versants Expérimentaux destinés à étudier l'influence de la couverture végétale sur le ruissellement dans la région de Périnet, ainsi que l'influence sur l'érosion de travaux d'aménagement du sol et la réalimentation des nappes d'eau dans la région d'Antanimora.

A cet effet, nous avons effectué deux tournées de reconnaissance, une à Périnet et l'autre à Antanimora.

A Périnet, nous avons recherché l'emplacement des seuils de mesure sur sept bassins qui avaient été au préalable repérés et prospectés par les Eaux et Forêts et le C.T.F.T.

Nous avons déterminé les débits de crue possibles pour chaque bassin et calculé les dimensions des déversoirs.

Sur tous les bassins choisis, sous forêt naturelle, eucalyptus et "tavy", le transport solide est nul, ce qui nous a fait adopter des déversoirs à mince paroi sans contraction latérale. Le corps des déversoirs est en béton et le canal d'amenée en rondins de bois ou en planches. Sur chaque déversoir, il y a un limnigraphe et une échelle de crue. Nous avons également déterminé pour chaque bassin l'emplacement des pluviomètres et pluviographes.

Les observations seront assurées par des Agents du CTFT.

En 1961, il n'a pas été possible de les commencer, le matériel, bien que commandé en Mai, n'étant pas arrivé avant la saison des pluies. Quelques observations pourront probablement commencer en 1962.

Les dépouillements des renseignements hydrologiques et pluviométriques doivent être effectués par la Section d'Hydrologie de l'IRSM. Les travaux d'aménagement (défrichement, reboisement, murettes etc...) sont réalisés par le CTFT et le Service des Eaux et Forêts.

Nous pensons pouvoir installer en 1962, à Périnet et à Antanimora, deux stations complètes de climatologie avec bacs d'évaporation.

### g) Missions à l'étranger

M. ALDEGHERI, a assisté, en qualité d'observateur pour la République Malgache, à la Conférence interafricaine sur l'Hydrologie qui s'est tenue à Nairobi du 16 au 26 Janvier 1961.

Une note comprenant un résumé des principales résolutions adoptées au cours de la Conférence ainsi qu'une description des aménagements et chantiers visités a été adressée à Monsieur le Ministre des Affaires Etrangères de la République Malgache.

En Avril, M. ALDEGHERI, a effectué un stage à l'East African Agricultural and Foresty Research Organisation en vue d'examiner en détail les méthodes mises au point par les chercheurs anglais en matière d'études sur Bassins Versants Expérimentaux et détermination du bilan hydrique des sols. Une note a été rédigée à la fin du stage.

#### h) Publications

Les relevés de hauteurs d'eau 1959-60 ont été diffusés en Février 1961. Ils comprennent, en plus des tableaux de hauteurs d'eau journalières et des courbes de variation de ces hauteurs pour toutes les stations, des courbes d'étalonnage avec barême pour les stations dont le tarage est le plus avancé.

La publication des relevés des hauteurs d'eau 1960-61 a été mise en route en Septembre. Ce recueil comprend pour les stations les mieux étalonnées, les tableaux de débits journaliers, avec indication des débits moyens mensuels et du module annuel.

#### i) Etudes et travaux divers

En 1961, il a été effectué peu d'études particulières. Seules, deux mesures d'étiage ont été faites sur le MANAMBAHO à Bemolanga et Morafenobé à la demande de la Société des Pétroles de Madagascar.

Elles ont donné les résultats suivants :

- MANAMBAHO à Bemolanga le 23.10 :  $Q = 4.2 \text{ m}^3/\text{sec}$  à Morafenobé 24.10 :  $Q = 4.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ 

#### PROGRAMME 1962

Il n'est pas difficile d'établir un programme. Il est plus malaisé de le tenir, surtout lorsque les moyens demandés pour le réaliser ne sont donnés qu'en Juillet, Août quelquefois même en Octobre, après avoir subi des diminutions très sensibles.

Sans entrer dans le détail , les principaux points seront les suivants :

- Poursuite des observations du réseau de base. Contrôle des lecteurs et amélioration des étalonnages. Détermination des courbes de tarissement pour les rivières du Sud par une série de jaugeages en Juin, Août, Octobre.

- Poursuite des études d'évaporation sur l'IKOPA la BETSIBOKA et à TANANARIVE. Mise en route de ces mêmes études à Périnet et à Antanimora.
- Jusqu'en Avril, études hydrologiques du ) ANGOKY au Banian avec l'Agent Technique européen. A partir du mois de Mai, poursuite des observations (lectures d'échelles et quelques jaugeages d'étiage) et des mesures d'évaporation avec le personnel recruté sur place.

Les études hydrologiques du MANGOKY seront reprises en Décembre sous une autre forme. L'Agent sera basé à Tanandava. Il fera des mesures de basses eaux à Bevoay et ira en Décembre, Janvier, Février au Banian pendant les fortes crues.

Une station d'évaporation pourra être installée à Tanandava.

La station du Banian sera conservée et les observations seront poursuivies par le personnel déjà en place.

- Réinstallation du Bassin Versant d'Androvakely limité à la TAFAINA. Construction d'un seuil mise en place d'une station climatologique complète.
- Dépouillement des observations effectuées au Banian et sur la Betsiboka.

#### Matériel nécessaire -

- Il faudrait pouvoir acheter :
- 1 véhicule tous terrains Unimog S
- le matériel pour le Bassin Versant de la TAFAINA:
   2 pluviographes, pluviomètres, thermohygrographe, etc....
- 1 machine à calculer électrique pour dépouillement des observations des B.V. et d'évaporation
- 1 micro-moulinet OTT
- 2 limnigraphes portatifs OTT pour enregistrement des niveaux pendant les jaugeages.

### Budget à prévoir :

Les sommes à prévoir seront les suivantes :

- ORSTOM-IRSM . . . . . . . . . 10 000 000 CFA
- Convention MANGOKY . . . . . 2 500 000
- Lecteurs Echelles . . . . . . 1 000 000

#### Etudes diverses -

Nous avons été consultés par la Direction Générale des Travaux Publics afin d'établir le devis des études hydrologiques de la Plaine de Tananarive en vue de la protection contre les crues. Le montant du devis est de : 9 000 000 CFA pour la première année.

La Canvention doit être signée dans le courant du mois d'Août.

Les études comprendront :

- l'installation de limnigraphes sur l'IKOPA et ses affluents,
- l'installation d'échelles à maximums à des endroits bien déterminés sur la SISAONY et l'IKOPA, - les mesures de débits de crue à toutes les stations,
- la mise au point d'une méthode d'annonce des crues en débits en collaboration avec le Service Météorologique.

Ces études devraient se poursuivre pendant cinq ans.

#### Missions à l'étranger -

Une mission à la Réunion est prévue pour remettre en route les études hydrologiques et étudier avec les autorités locales les modes de financement des diverses études prévues.

#### CONCLUSION

En terminant ce rapport, nous ne saurions trop insister sur la nécessité des études hydrologiques. L'hydraulique fluviale, grâce à la technique des modèles réduits, a fait de très gros progrès et elle peut prévoir et analyser des phénomènes hydrologiques (crues, évolution des fonds, etc...) sur une échelle des temps extrêmement étendue.

L'Hydrologue, lui, doit attendre que les phénomènes se présentent. C'est pour cela que les études hydrologiques sont souvent très longues.

Cependant, les données hydrologiques sont toujours indispensables même pour la technique déjà citée, ne serait-ce que pour avoir les bases nécessaires à la construction et au fonctionnement des modèles.

Mais il est des cas où ces réalisations coûteraient plus cher que les aménagements envisagés et il vaut mieux adopter les méthodes classiques, un peu plus longues, mais moins onéreuses.

Nous pensons que dans un pays neuf et en voie de développement comme l'est actuellement la République Malgache, la connaissance des régimes des rivières est primordiale. Les eaux qui courent sont une des principales ressources naturelles d'un pays et il est important de bien les connaître afin de pouvoir mieux les utiliser.