マダガスカル電力開発計画調査報告書

1966 年 3 月

海外技術協力事業団

はしがき

日本政府はマダガスカル国政府の要請にもとずき、同国フィアナランツオア地域の工業化のために電源開発調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団に委託した。

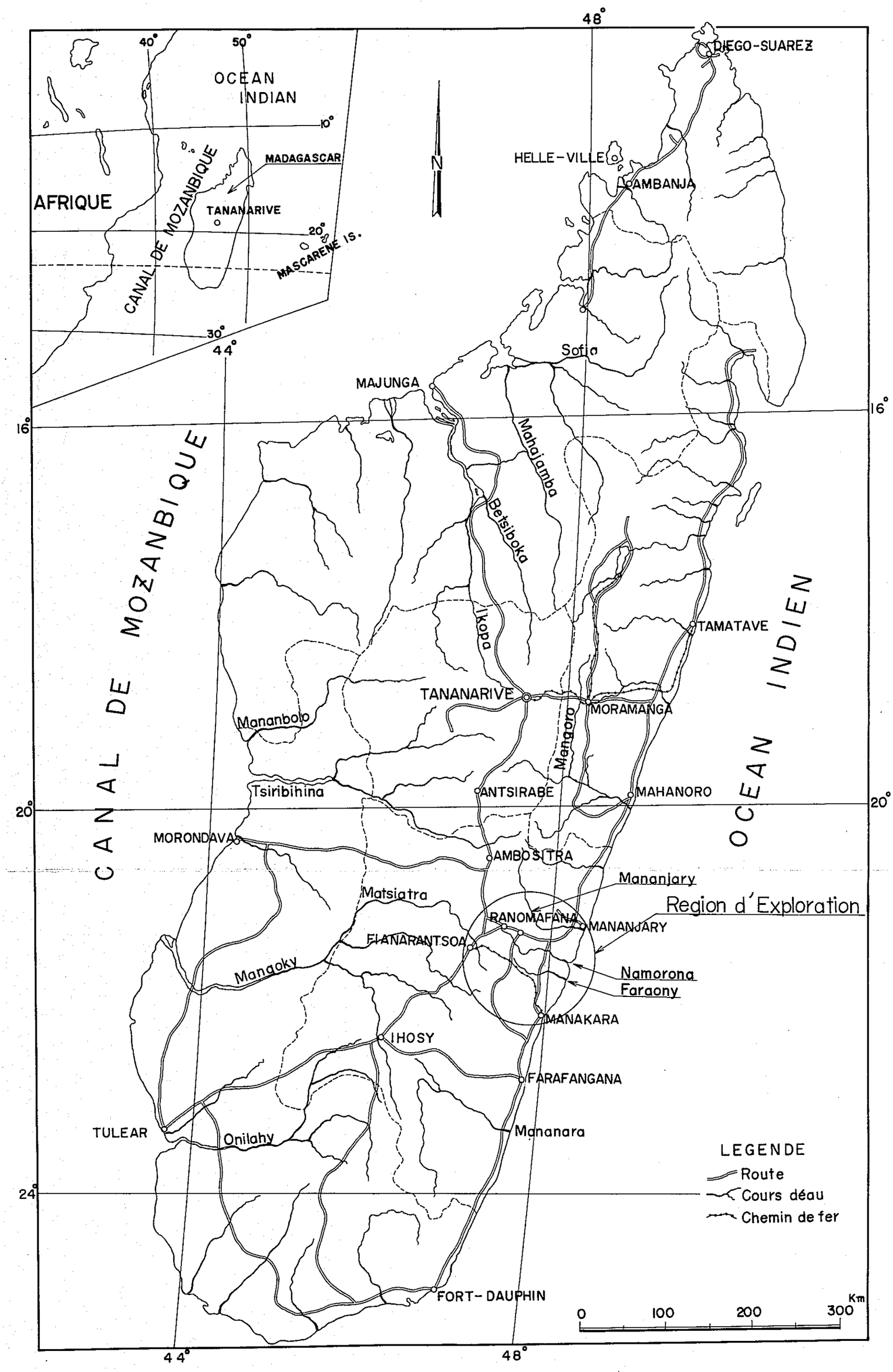
海外電力調査会専務理事中村辰五郎氏を団長とする７名の専門家よりなる調査団は、１９６５年９月２８日から５０日間にわたり計画地域の調査を行なつた。

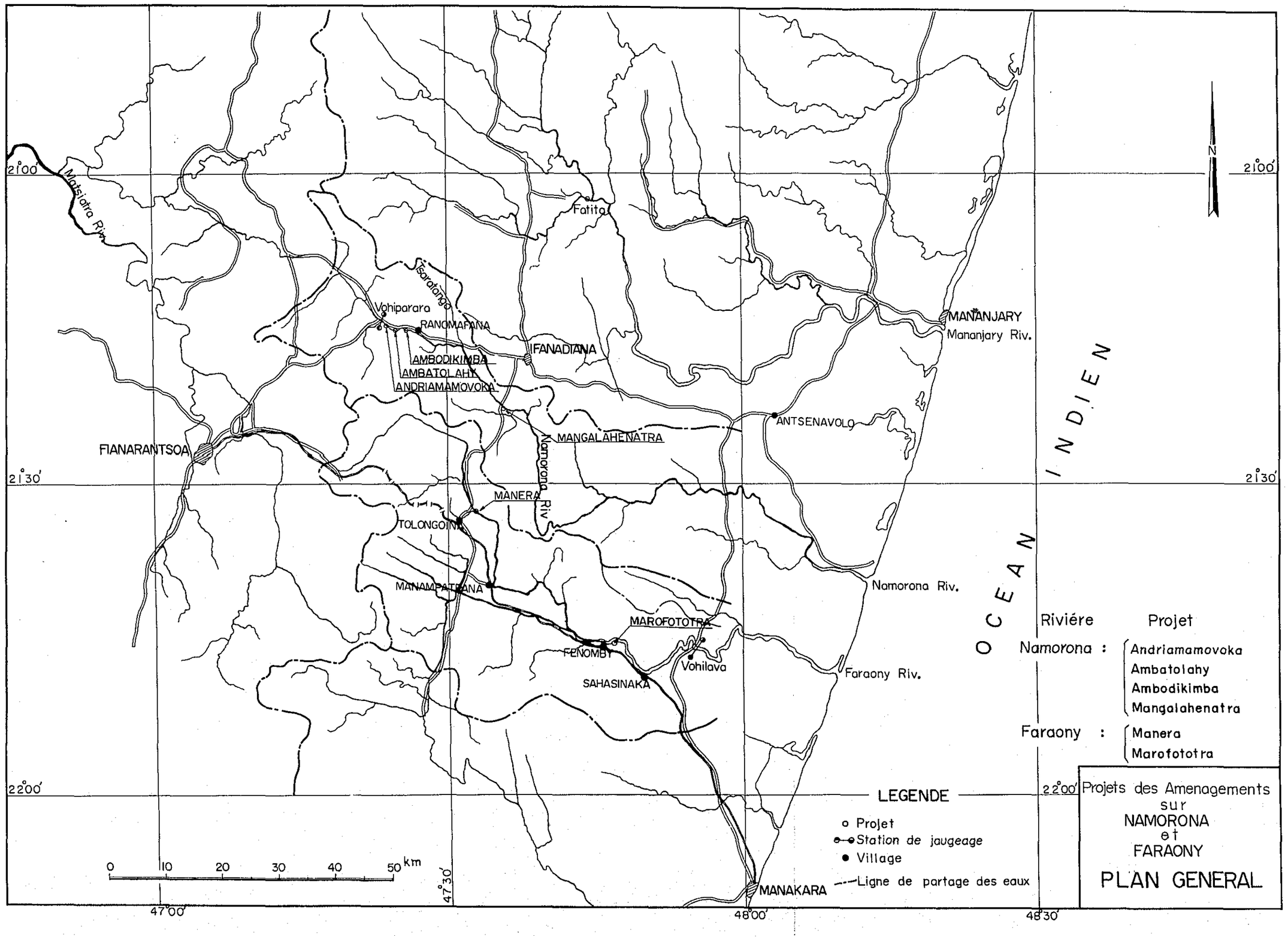
当事業団は、日本政府が行なう海外技術協力の実施機関として１９６２年６月に発足し、以来開発途上にある国々に対する専門家の派遣、研修生の受入れ、開発計画に対する基礎調査等の政府ベースによる技術協力を実施して着々その成果をあげている。本調査報告書がマダガスカル政府の電源開発事業に役立つとともに、日本・マダガスカル両国の友好親善を促進することができれば、これにまさる喜びはない。

終りに本調査の実施にあたり、支援と協力を惜しまれなかつたマダガスカル政府関係者をはじめ通産省・外務省・海外電力調査会に対し、ここに改めて謝意を表するとともに、調査団各位の御労苦に対し重ねて厚くお礼申しあげる。

１９６６年３月

海外技術協力事業団
理事長 渋沢信一


OCEAN INDIAN
AFRIQUE
CANAL DE MOZANBIQUE
MADAGASCAR
TANANARIVE
MASCARENE IS.
40°
50°
10°
20°
30°
44°
48°
16°
20°
24°
N
DIEGO-SUAREZ
HELLE-VILLE
AMBANJA
Sofia
MAJUNGA
Mahajamba
Betsiboka
Ikopa
TAMATAVE
TANANARIVE
MORAMANGA
Mananbolo
Mangoro
Tsiribihina
ANTSIRABE
MAHANORO
MORONDAVA
AMBOSITRA
Mananjary
Matsiatra
Region d'Exploration
RANOMAFANA
MANANJARY
FIANARANTSOA
Mangoky
Namorona
Faraony
MANAKARA
IHOSY
FARAFANGANA
TULEAR
Onilahy
Mananara
FORT-DAUPHIN
LEGENDE
Route
Cours déau
Chemin de fer
0
100
200
300
Km


21°00'
21°30'
22°00'
47°00'
47°30'
48°00'
48°30'
Matsiatra Riv.
Fatita
Isaratanga
Vohiparara
RANOMAFANA
FANADIANA
AMBODIKIMBA
AMBATOLAHY
ANDRIAMAMOVOKA
MANANJARY
Mananjary Riv.
ANTSENAVOLO
MANGALAHENATRA
FIANARANTSOA
Namorona Riv.
MANERA
TOLONGOINA
MANAMPATRANA
Namorona Riv.
MAROFOTOTRA
FENOMBY
Vohilava
SAHASINAKA
Faraony Riv.
MANAKARA
INDIEN
OCEAN
N
Riviére
Projet
Namorona :
Andriamamovoka
Ambatolahy
Ambodikimba
Mangalahenatra
Faraony :
Manera
Marofototra
LEGENDE
Projet
Station de jaugeage
Village
Ligne de partage des eaux
0 10 20 30 40 50 km
Projets des Amenagements sur NAMORONA et FARAONY
PLAN GENERAL

マダガスカル電力開発計画調査報告書

目　　次

報　告　要　旨

1. 当調査団は、Namorona 川、ついでFaraony 川に重点をおき、これにMananjary川およびMatsiatra 川を加えた4河川を踏査し、Namorona川に6つ、Faraony 川に3つの地点において水力発電所の経済的開発が可能であることを確認した。

2. 一方、Fianarantsoa 、その他主要都市における工業化ならびに電力需給状況を調査し、Fianarantsoa 地域における水力発電所の開発がこの地域における経済発展、特に工業化のために大きな効果があることを確認し、またこの地域における工業化計画の現状からみて、まずとりあえず最も容易かつ経済的に開発可能な水力発電所を建設して、工業化推進の端緒とすべきであると考えた。

3. したがつて、上記各地点について建設が容易であり、Fianarantsoa に対し、低廉な電力の供給が可能であることを条件に比較検討し、Namorona川のAmbodikimba プロジェクトを最優先すべきであるとの結論に達した。

4. Ambodikimbaプロジェクトは、最大出力4,800KW、常時出力2,140KWである。このプロジェクトの発電機器を2ユニットとし、当初は既設分水力発電出力に対するものを含めて、新規の補給用火力発電設備を必要としない限度である1ユニット2,400KWをとりあえず運転開始することによつて、工業化推進の端緒となりうるものと考えた。

5. すなわち、Ambodikimba プロジェクトの開発が最初に実施され、1970年にその№1ユニット2,400KWが運転開始されるものとして、1975年におけるこの地域の電力需給バランスを想定すると、一般需要の自然増加を見込んだ需要量をまかない、かつ1975年において最大需要電力約900KW、需要電力量4,320MWh（負荷率55％）の新規工業需要に供給することが可能であるとの見通しをえた。

6. 新規工業需要に振向けうるこの電力は、例えばわれわれの現地における調査の際、政府当局において考慮されていた次の業種および規模の工業需要に対しては充分であろう。すなわち

窯業関係	250 KW
食肉処理場	240 〃
乳製品工場	200 〃
その他	200 〃
計	890 〃

このような規模の電力需要に対する電気料金は、われわれの試算による発電原価から予想すれば、現在この国において電気料金が最も廉価な地域におけるものとほぼ同程度またはそれ以下の料金による供給が可能であろうと考える。

ちなみに、このような電力需要に対する日本における電気料金レベルを示すと、1964年

度において、７．１１円（4.87 FMG）／KWh（小口電力需要の総合単価）であり、また同年度の電灯需要に対するものは１2.０６円（8.26 FMG）／KWh（電灯料金総合単価）である。

7. さらに進んで、具体的組織的工業化実施計画が策定される場合、必要とする供給力の規模の如何によつては、Ambodikimba プロジエクトの№2ユニツト2,400KWを引続き、または同時に運転開始することを要する場合もあるであろう。

これについては、他地域との送電連系がない時期においては、調整池を有するNamorona川のAndriamamovoka №1プロジエクト、最大出力2,600KWをあわせて開発することによつてAmbodikimoaプロジエクトの最大出力4,800KWも調整可能となり、電力需給調整上得策であろう。

将来、さらに、需要の増加に応じた段階的な水力発電所の開発を実施する場合には、われわれの選定した他のプロジエクトも検討の対象となるであろう。

また、一時に、さらに大規模の供給力を必要とする場合においては、他の河川のプロジエクトが検討の対象となるであろう。

8. 経済開発計画に基づく送電連系が具体化した場合には、その系統全般を考慮の上、開発地点の選定ならびに開発方式を決定すべきであろう。

9. 工期について — Ambodikimba プロジエクトの第１期工事は約２カ年（準備工事を含む）Amdriamamovoka プロジエクトは約１年半を要する。

10. 次期基礎調査について — Namorona川上流部の開発が優先されるべきものである。このNamorona川上流部のAmbodikimbaおよびAndriamamovoka プロジエクトは相互に関連があり、有機的な連系を持たなければならないので総合して下記のような調査を行なうことが必要である。

① Namorona川上流部の詳細な地形図の作成

上流部全長にわたる空中写真を利用しての三角測量、水準測量等を実施して、詳細な地形図を作成すること。

② 概略の地質調査の実施

ダムサイト、水路、水圧管路および発電所の予定地点に対する概略の地質調査を必要とする。このためボーリング等による調査を実施すること。

③ 工事材料の調査。

④ ダム、発電所地点の概略の地形測量。

第1章　序　　説

第１章　序　　説

1. 調査の目的と経緯

(1) 予備接渉

鉱物資源調査のために昭和３８年マダガスカルに行かれた海外鉱物資源株式会社の理事堀越義一氏から、マダガスカルの５カ年計画の中に電源開発がおりこまれており、その必要性が強調されたことを伝えられた。そのため、堀越理事の名前で経済大臣Rabemananjara氏あてに、昭和３９年９月７日付で「海外電力調査会が電源開発調査を行なうことができるので、マダガスカル政府から日本政府に調査団の派遣を要請されたし」という趣旨の手紙が出された。また９月２５日付で海外電力調査会から経済大臣あてに、「海外鉱物資源株式会社堀越理事から紹介があつたと思うが、要請があればよろこんで技術協力する」旨、連絡を行なつた。

(2) 正式交渉

これに対し、同年１２月８日付でマダガスカルの国連大使兼駐日大使から外務大臣あてに調査団派遣要請の公文が出されるとともに、１２月９日付で経済大臣から海外電力調査会あてに「正式外交ルートを通じて調査団を受入れるための要請を出した」旨、連絡があつた。

昭和４０年４月２６日、海外電力調査会から経済大臣あてに、「１９６５年度の予算で調査団を派遣するよう日本政府と交渉中である。８月末頃出発を目標にしているが、時期、調査の具体的な内容等について希望を聞きたい。現地調査に対する協力をお願いする」旨の手紙を出した。これに対する回答として、５月２１日付で萩原駐仏大使から外務大臣あてに、「マダガスカルにおける電力資源の潜在的可能性につき概況を把握の上、㋑Sakoaの石炭のエネルギー源としての利用、㋺Fianarantsoa地域の水力発電の開発、につき理由を付した勧告を行なうこと。期間は２カ月以内とする。経費は全額日本政府の負担とする。」旨の申し入れを伝えてきた。

これに基づき、６月１７日、海外電力調査会から鉱山エネルギー局長Zafimahova氏にFianarantsoa地域の調査に必要な等高線入りの地図、その他の一般資料の準備を依頼した。さらに９月１７日には、通産省の意向に従い鉱山エネルギー局長あてに、Sakoaの石炭は今回の調査団とは別に考慮し、今回は電源開発のみの調査団とすることを知らせた。日本政府も調査団派遣に関する正式口上書をマ政府に手交した。

以上の経緯により、海外技術協力事業団は通商産業省の委託を受けて７名からなる別掲調査団を編成し、９月２８日および９月３０日と二組に分けて出発させた。在仏日本大使館は原島三等書記官を参加させ、１０月２日全員が首都Tananariveに到着した。

１０月４日午前のZafimahova鉱山エネルギー局長との会談、同日午後の企画委員会に

おける第1回合同会議、6日午後鉱山エネルギー局における第2回合同会議と、7日午後の企画委員会における打合せを経て8日午後具体的な調査事項に関する企画委員会の正式回答をえたので、9日午前鉱山エネルギー局のRandriamanivoエネルギー課長との間に、「Fianarantsoa地域の工業化のための電源開発調査を、まずNamorona川について、さらに時間があればFaraony川およびMananjary川について行なう」との結論を出した。

現在のところ、工業圏として期待されている中央高原工業地帯に位置する3大工業都市すなわちTananarive,Antsirabé,Moramanga と、これに対応する港Tamatave において特に工業化が進められている。この工業地帯を拡大するために、南方Fianarantsoa に鉄道、送電線の建設を計画し、この地帯を含む一大工業地帯の育成をはかつていることが明瞭でである。当調査団の派遣要請もそのための基本的な一環として、電源開発計画を推進したいためと考えられる。したがつて、当調査団がこの使命を認識して、経済的かつ速やかに開発しうる水力開発地点の選択をする決意をもつて、終始マ国側と接渉し、現地調査の目標をそこに集中することにしたことを強調したい。

現地調査は、水力班および電力班に分れ団長は随時これに参加して実施した。水力班は10月16日から11月4日までNamorona川に重点をおき、その他Faraony川、Mananjary川等の踏査を、電力班は10月11日から11月9日まで、Tananarive,Tamatave,Antsirabe,Fianarantsoa,Mananjary,Manakara,Fort-Dauphin およびMajunga の現地調査を行なつた。

当調査団の調査の基本方針として、第一に調査は特定河川の基礎調査としてできるかぎり具体的な設計を目的とすること、第二に調査の方法はあくまで日マ両国の共同調査、共同作業、共同作案にあること、の二点を当初から強く押しだした。これについては、10月4日午前の鉱山エネルギー局長との会談において、局長の努力により、エネルギー課長が終始現地調査(水力調査)に参加することに決定、それが実施されたことにより、所期の目的を達することができた。さらに、マ側の関係当局とは勿論、一般市民とも融和し、真にマ側に融けこんだ調査でなくてはならないとする第三の目標は、全員の努力と一般マ国民の心からなる親和感と協力によつて実現することができた。

調査団は前述の基本方針とマ側の共同調査、共同作業、共同作案によつて作成した水力開発の具体案を暫定報告書としてとりまとめ、11月9日午後、鉱山エネルギー局局長室において、同局エネルギー課長同席の下に、Zafimahova 局長に提出、補足説明を行ない、審議の結果、局長の理解をえた。さらに正式報告書が提出された場合、マ政府内において審議する旨、また当方より1966年2月までに報告書を完成、マ政府に提出する旨を約し、調査団のマ国における措置を完了した。

調査団一行は11月18日夜帰国、19日正午から通産省貿易振興局および公益事業局の担当官に、同日15時から海外技術協力事業団理事長以下関係役職員に正式に報告した。

マダガスカル共和国に提出した暫定報告書（本文写）

9 novembre 1965

RAPPORT PROVISOIRE

Mission Japonaise des études pour le développement de l'énergie électrique à Madagascar

--- s'informant des contenus du Plan Quinquennal et de son execution actuelle,

--- faisant les études sur place des villes ou préfectures qui ont la possibilité d'être industrialisées, comme Tamatave, Antsirabé, Fianarantsoa, Mananjary, Manakara et Fort-Dauphin,

--- et faisant l'exploration des rivières Namorona, Faraony et Mananjary,

a confirmé les éléments suivants:

1. *Tananarive et Antsirabé sont déjà considérablement industrialisées.*
2. Le Gouvernement Malgache regarde l'industrialisation de la région de Fianarantsoa comme importante. Il y a un projet de ligne de transport entre Tananarive et Antsirabé dans le premier Plan Quinquennal, un autre projet de ligne de transport entre Tananarive et Fianarantsoa dans le deuxième Plan Quinquennal. Il y a aussi un projet de chemin-de-fer d'Antsirabé à Fianarantsoa, et un projet d'usine de pâte-à-papier à Fianarantsoa.
3. Population de la préfecture de Manakara est abondante. On cherche un point le plus approprié au port entre Manakara et Mananjary. Il y a un projet de chaussée entre Manakara et Mananjary.

Se fondant sur les éléments mentionnés ci-dessus, Mission Japonaise pense comme suivant.

Il est recommandable de réaliser tout d'abord la construction d'une centrale hydroélectrique sur la Haute Namorona, surtout projet C. Il est convenable d'accomplir les autres projets sur la Haute Namorona, au fur et à mesure de croissance de la consommation d'énergie dans la région de Fianarantsoa. Les détails techniques sur les projets de la rivière Namorona sont dans les pièces ci-jointes.

Quand Manakara est industrialisé, il convient d'aménager des chutes de la rivière Faraony.

La rivière Mananjary est appropriée à l'aménagement plus grand.

Deux orientations fondamentales sont indispensables au développement industriel de la République Malgache.

--- Formation de la zone industrielle du "Plateau Central" en unissant organiquement Tananarive, Antsirabé, Moramanga et Fianarantsoa.

--- Formation de la zone industrielle de la "Côte Est" en unissant organiquement Tamatave et Manakara.

（仮　訳）

マダガスカル電力開発計画調査団は

－五カ年計画とその実施状況について調査し、

－工業化の可能性のある町または県としてTamatave,Antsirabe,Fianarantsoa,Mananjary,Manakara, およびFort－Dauphinの現地調査を行ない、

－Namorona川、Faraony川およびMananjary川の踏査を行なつて、

以下の要素を確認した。

1. TananariveとAntsirabéはすでに相当程度工業化されていること。
2. マダガスカル政府はFianarantsoa地域の工業化を重要視していること。第一次五カ年計画の中に、Tananarive,Antsirabé間の送電線の建設計画があり、第二次五カ年計画の中にTananarive,Fianarantsoa間の送電線の建設計画があること。またAntsirabé, Fianarantsoa間に鉄道建設の計画があり、Fianarantsoaにパルプ工場の建

設計画があること。

3. Manakara 県の人口が豊富であること。Manakara と Mananjary の間に港湾に適する地点を調査中であること。Manakara,Mananjary間に道路建設の計画があること。

これらの要素に基づき、日本調査団は次のように考える。

まず第一にNamorona 川上流部に水力発電所を建設すること。特にAmbodikimbaプロジエクトを開発することが適当である。Fianarantsoa 地域の電力需要の増大にともない、Namorona 川上流部のその他のプロジエクトを開発するのが妥当である。Namorona 川のプロジエクトに関する技術的詳細は別紙（第1表）のとおり。

Nanakara が工業化された時は、Faraony 川を開発することが適当である（第2表参照）。

Nananjary 川は比較的大規模な開発に適する。

マダガスカルの工業的発展のためには、次のような基本的方向が不可欠である。

－Tananarive,Antsirabé,Moramanga およびFianarantsoaを有機的に結びつけて、「中央高原工業地帯」を形成すること。

－Tamatave と Manakara を有機的に結びつけて「東海岸工業地帯」を形成すること。

〔第1表〕 Namorona 川関係プロジエクト

	プロジエクト名	流域面積 (Km²)	取水位(m) 放水位(m)	落差 (m)	常時使用水量 (m³/S)	常時出力 (KW)
Namorona 川上流部	Andriamamovoka No.1	380	1,110 1,050	60	3.8	1,800
	〃 No.2	380	1,050 1,010	40	3.8	1,200
	〃 No.3	380	1,010 970	40	3.8	1,200
	Ambatolahy	410	910 790	120	4.1	3,950
	Ambodikimba	420	750 670	80	4.2	2,700
Namorona 川中流部	Tsaratango	(640)		(10)	6.4	500
	Anosy	(670)		(30)	6.7	1,600
	Ambohimiarina	(690)		(30)	6.9	1,660
	Mangalahenatra	700	470 440	30	7.0	1,680

〔第2表〕 Faraony川関係プロジエクト

	プロジエクト名	流域面積 (Km²)	取水位(m) 放水位(m)	落差 (m)	常時使用水量 (m³/S)	常時出力 (KW)
Faraony	Ambohitsara	(430)		(60)	(4.3)	(2,000)
川中流部	Manera No.1	500	310 280	30	5.0	1,200
	No.2	500	280 230	50	5.0	2,000
Faraony	Fenomby	1,670	170 150	20	25.0	3,200
川下流部	Marofototra	1,680	150 75	75	25.0	15,000
	Asakafody	1,690	75 20	55	25.0	11,000
	Sahasinaka	1,880	20 10	10	28.0	2,200

2. 調査団の編成

中村辰五郎　団長　海外電力調査会専務理事
村松光信　電気　通商産業省公益事業局調査課
熊沢伝三　土木　海外電力調査会開発協力部
江南尚一　電気　海外電力調査会調査統計部
山田直明　土木　海外電力調査会開発協力部(関西電力(株))
城所宏治　土木　海外電力調査開発協力部(電源開発(株))
戸田周作　団長の特命事項　海外電力調査会調査統計部
計　7名

3. 調査期間

昭和40年9月28日より11月18日まで52日間

4. 調査行程

9月28日(火)	≪中村、熊沢、戸田≫東京発	
29日(水)	パリ着、日本大使館を訪問 地図購入	
30日(木)	原島氏(日本大使館書記官)と打合せ	≪江南、村松、山田、城所≫東京発

10月 1日(金)	資料収集 パリ発（原島氏同行）	
2日(土)	≪原島、中村および全団員≫ Tananarive 着	
3日(日)	打合せのための準備	
4日(月)	鉱山エネルギー局訪問。Zafimahova 局長、Rajaonizelie 氏およびRandriamanivo 氏と打合せ。 企画委員会における第1回合同会議	
5日(火)	≪中村、戸田≫第2回合同会議のための資料作成 ≪熊沢、山田、城所≫Randriamanivo 氏と打合せ ≪江南、村松、戸田≫企画委員会および鉱山エネルギー局を訪問	
6日(水)	≪原島、中村および全団員≫鉱山エネルギー局における第2回合同会議	
7日(木)	鉱工業大臣と会見、大統領府を訪問、企画委員会における打合せ	
8日(金)	企画委員会の正式回答、副大統領会見 ≪、江南、村松、戸田≫、EEMのAntelomita 水力発電所およびMandroseza デイーゼル発電所の施設調査 ≪熊沢、山田、城所≫水文研究所訪問	
9日(土)	≪原島、中村≫調査の実施についてRandriamanivo 氏と打合せ ≪江南、村松、戸田≫気象庁訪問、Tamatave 調査の準備 ≪熊沢、山田、城所≫踏査の実施についてRandriamanivo 氏と打合せ ≪原島氏≫パリへ向け出発	
10日(日)	≪中村、江南、村松、戸田≫ Tamatave 調査の準備	≪熊沢、山田、城所≫ 踏査準備
11日(月)	Tananarive 発（飛行機） Tamatave 着 Volobé 水力発電所視察、Tamatave へ帰着	
12日(火)	Tamatave 港、石油精製工場、製缶工場、州政府訪問	
13日(水)	Tamatave 発（自動車） Tananarive 着	
14日(木)	≪中村および全団員≫独立記念式典出席 ≪熊沢、山田、城所≫午後、踏査準備	
15日(金)	≪中村および全団員≫踏査準備	

16日(土)	≪中村、戸田≫ Tananarive 発（自動車）— Antsirabé 着	≪熊沢、山田、城所≫ Tananarive 発（自動車）— Ranomafana 着	≪江南、村松≫ Tamanarive 発（自動車）— Antsirabé 着 STARビール工場調査
17日(日)	Antsirabé 発 Fianarantsoa 着	Namorona 川上流部 Chutes de Namorona の踏査	
18日(月)	Fianarantsoa 発 Ranomafana 着	Namorona 川上流部 Ambatolahy プロジェクトのダム・サイト選定のための踏査	綿紡織工場、タバコ工場、EEM支店訪問
19日(火)	≪中村、熊沢、山田、城所、戸田≫ Vohiparara 測水所、Chutes de Namorona、川上下流の踏査		Antsirabé 発 Fianarantsoa 着
20日(水)	Namorona 川中流部 Mangalahenatra プロジェクト右岸側踏査		EEM支店、缶詰工場、精米工場、土木事務所 州政府訪問
21日(木)	Namorona 上流部 Ambodikimba プロジェクト踏査 各プロジェクト標高調査、露岸の資料採取		EEM支店、ディーゼル発電所、Manandray 水力発電所、レンガ工場にて調査
22日(金)	Namorona 川中流部 Mangalahenatra プロジェクト左岸側踏査 Mangalahenatra プロジェクト上流の滝の踏査		Fianarantsoa 発 Ranomafana 着
23日(土)	≪中村、江南、村松、戸田≫ Fatita プロジェクト調査、Ranomafana 帰着		≪熊沢、山田、城所≫ Namorona 川中流部 Tsaratango 合流点より下流区間踏査
24日(日)	≪中村、戸田≫ Faraony 川および Fianarantsoa—Man—	≪江南、村松≫ 送電線建設のための現地調査 Ranomafana	≪熊沢、山田、城所≫ Faraony 川中流部 Manera プロジェクト

	akara 間鉄道沿線地帯の調整 Ranomafana 帰着	Mananjary 着	の下流側踏査Ranomafana 帰着
25日(月)	Mananjary 市にて調査Ranomafana 帰着	県庁、EEM支店、市庁、税関を訪問	Namorona 川上流部 Ambodikimba プロジェクト測量調査
26日(火)	Ranomafana 発 Manakara 着	コーヒー工場調査 Mananjary 発(自動車) Manakara 着 SEM支店訪問	同　上
27日(水)	≪中村、江南、村松、戸田≫ 税関、県庁、コーヒー工場、マダガスカル開発銀行支店、市庁を訪問		Ranomafana 発 Manampatrana 着 Faraony 川踏査
28日(木)	Manakara 発(航空)、Fort−Daupkin 着		Faraony 川下流部 Chutes de Marofototra 踏査
29日(金)	税関、SEM支店、県庁、サイザルロープ工場、木工工場、モナザイト精錬工場、土木事務所にて調査		Manampatrana 発 Antsenavolo 着 途中Faraony 川中流部Manera プロジェクト踏査
30日(土)	Fort−Dauphin 発(飛行機)、Tananarive 着		Antsenavolo 発 Sahasinaka 着 途中Namorona 川、Faraony 川の下流部を調査 Sahasinaka ～Chute de Marofototra 間の踏査 Sahasinaka 発 Manakara 着
31日(日)	調査結果の検討		Manakara 発

11月 1日(月)	調査結果の検討		Ifanadiana 着 Ifanadiana 発 Mananjory 川Fatitaのプロジェクト踏査 Fianarantsoa 着
2日(火)	≪中村、戸田≫ 鉱山エネルギー局長と会談	≪江南、村松≫ SEM訪問	Matsiatra 川上流部踏査
3日(水)	調査結果の検討	Mandraka水力発電所にて調査	同　上 Fianarantsoa 発 Antsirabé 着
4日(木)	調査結果の検討	調査結果の検討、統計資料の収集	EEM支店訪問 Antsirabe 発 Tananarve 着
5日(金)	暫定報告書作成	Majunga 行きの準備	踏査結果の取りまとめ
	≪中村および全団員≫ 鉱山エネルギー局長の招待を受く		
6日(土)	≪中村、戸田≫ 日本へ向け出発される大統領にあいさつ	≪熊沢、山田、城所≫ 調査結果の検討	≪江南、村松≫ Tananarive 発（自動車）Majunga 着
7日(日) 8日(月)	≪中村、熊沢、山田、城所、戸田≫ 暫定報告書作成		調査結果の検討 港、EEM支店、州政府訪問
9日(火)	Zafimahova 局長およびRandriamanivo 氏と打合せ 暫定報告書の提出		Majunga 発（自動車） Tananarive 着
10日(水)	≪中村および全団員≫資料整理、器材梱包		
11日(木)	資料整理、器材発送、エネルギー課長からカクテルパーティーに招待される		
12日(金)	≪中村、熊沢、山田、城所、戸田≫ 鉱山エネルギー局にて打合せ		≪江南、村松≫ Tananarive 駅および国営投資公社訪問

5. マダガスカル共和国の一般概況

マダガスカル島はアフリカ大陸の東側にモザンビーク海狭をへだてて位置し、日本の 1.7 倍の面積をもつ島である。沿岸部は高温で熱帯的な気候を示すが、内陸高原は温帯的である。東海岸は暴風雨におそわれる。１９６０年６月フランスから独立、１９６４年１月１日現在の人口は約６１０万人、その年令別内訳をみると、１４才以下２３２万人（３８％）、１５才～２０才１１０万人（１８％）、２１才以上２６８万人（４４％）と、非常に若い国である。

主産物は米、コーヒー、サトウキビなどであり、牛は１９６３年末で約９００万頭と人口よりも多い。コーヒー、米、バニラ、砂糖、タバコなどを輸出し、鉄鋼、自動車、綿製品、機械類を輸入している。１９６４年の貿易額は輸出 2,２６５万FMG（１FMGは約 1.４６円）輸入 3,３４５万FMG で大幅の赤字を示している。

国民の教育については独立後特に力を注いでいる。国外留学生数（フランス）は１０年前の３名から現在は約３００名と飛躍的に増加、初等教育の普及には特に努力がそそがれ、今日では小学校教員はすでに自国民によつて充足されている。学童就学率もアフリカ大陸諸国に比して非常に高く約５０％。教育に対する力の入れ方からは、マダガスカルの将来についての主要な示唆が読みとれる。

6. マダガスカル共和国工業化の方向

(1) 工業化の基本方向

マダガスカルの経済は、現在その８０％以上を農業が占めている。したがつて当面は農業と農産物の加工を促進し、その他国内資源の活用による工業を振興して製品輸人の抑制を目標とすべきである。

長期的な目標としては、現在すでにある程度工業化の進んでいる Tananarive 、 Antsirabé および Moramanga に Fianarantsoa を加えて、これらの都市を有機的に結びつけ、「中央高原工業地帯」Zone industrielle du "Plateau Cental" の形成をめざすとともに、ほとんど唯一の港である Tamatave と、人口が多く工業化の可能性の大きい Manakara を結んで、「東海岸工業地帯」Zone industrielle de la "Côte Est" の形成をめざすべきである。

(2) 鉱工業の現状

まず、鉱業部門における主要な産物は、グラファイトとマイカである。グラファイトの生産は１９６２～１９６３年の間に増大したが、マイカの生産は１９６２年に最高の生産を示したにもかかわらず、１９６３年には１９５６～１９６０年の平均値まで低下している。

クロマイトの採鉱は、１９６１年に開始されたばかりであるが、品質が貧弱であるため生産量は上昇していない。さらに優良な資源を開発するためには道路の問題が解決されなければならない。

〔第３表〕 鉱産物の生産量（ton）

	1956／1960	1961	1962	1963
グラファイト	13,882	14,944	17,484	19,244
マイカ	922	1,009	1,343	965
クロマイト	—	10,000	18,454	11,200

資料源：Statistique Minié res, Service des Mines

一方、マダガスカル共和国の工業生産（第４表）は、まだ同国の経済における重要な部分を占めるには至つていないが、１９６２～１９６３年に亘つては殆んどすべての製品において着実な発展がみられた。

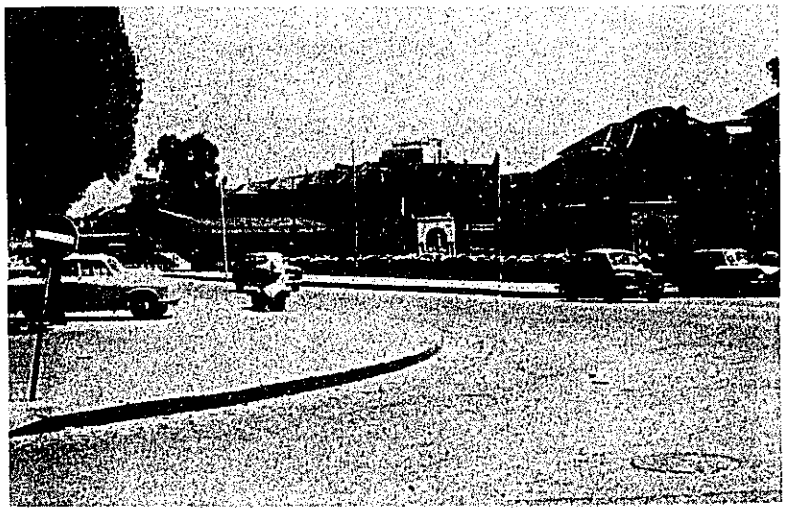
〔第４表〕 工業生産状況（ton）

	1956／1960（平均）	1961	1962	1963
煙草	1,450	1,791	1,862	1,886
砂糖	62,404	85,793	85,354	108,904
落花生油	2,018	2,104	2,232	3,886
セメント	9,078	20,964	16,918	40,736
綿織物	1,018	1,208	1,785	2,020
ジュート	2,814	2,645	3,000	3,176
ビール（hl）	8,132	12,519	19,359	25,121
石けん	2,274	1,567	1,138	862

資料源：Institute National de la Statistique

石けんの生産量が低下しているのは、その生産手段が原始的であるため外国製品に立ち打ちできないためである。

落花生油の生産についても、その製法において石けんの場合と同様のことが云えるのであるが、１９６２年７月１７日付の法律により、輸入品に対する保護政策がとられたため、生産量の低下はみられず、１９６３年度の生産量は１９５６／１９６０年平均の９３％増となつている。このような結果は、今後における食料油の生産の増大と近代化を促進することになるであろう。



首都Tananarive市の独立通り

女王の宮殿が見えるTananarive

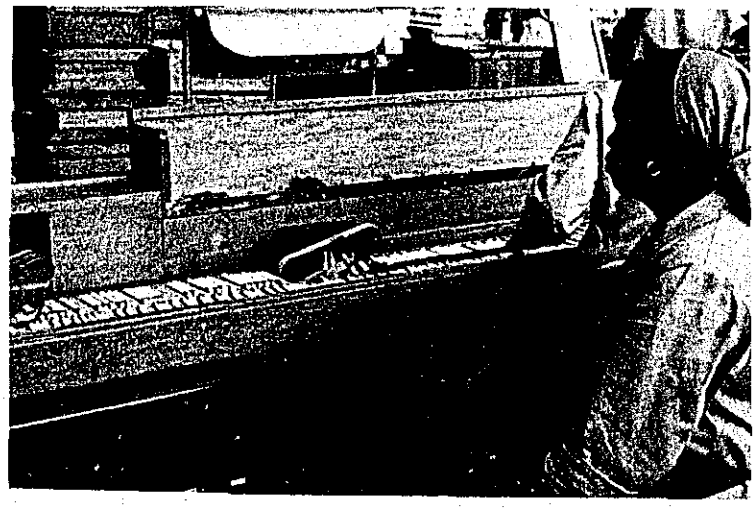
Colbertの丘（調査団員が泊つたホテルのある丘）の下にある市場

Fianarantsoa 州の民家
（AntsirabéからFianarantsoaへの路辺の民家）

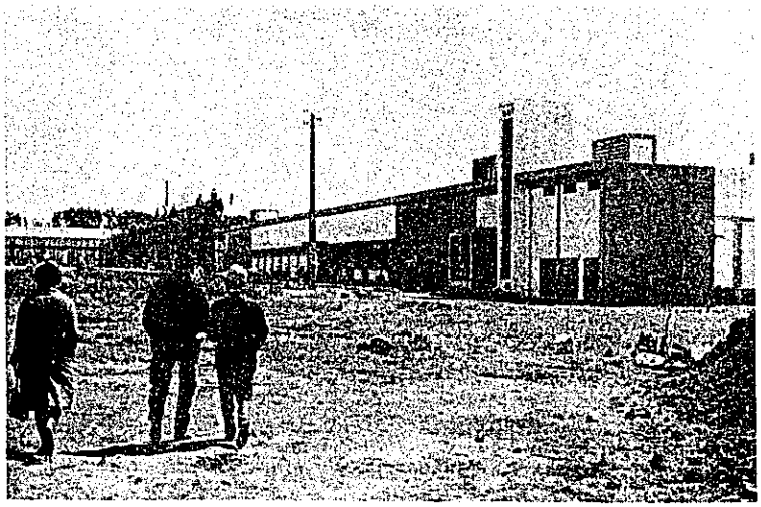
Fianarantsan 州の住民
（水力班のガイドを探しに行つた部落の家族たち）

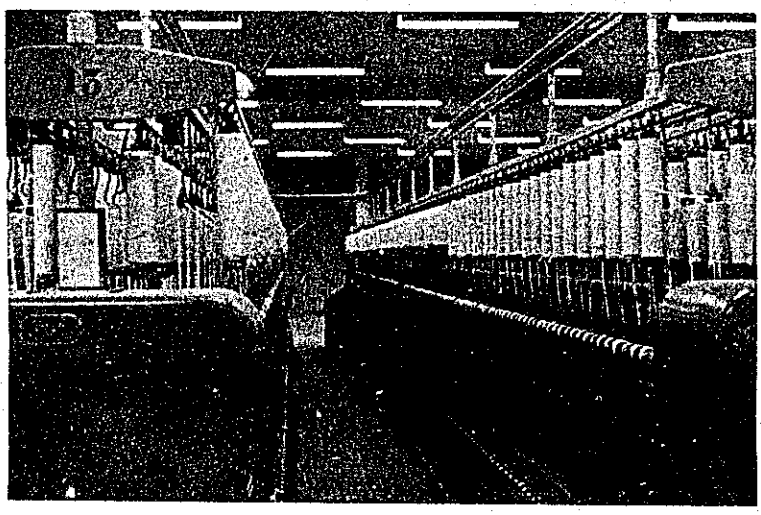
Antsirabe 市の紡績工場前のマダガスカル風景

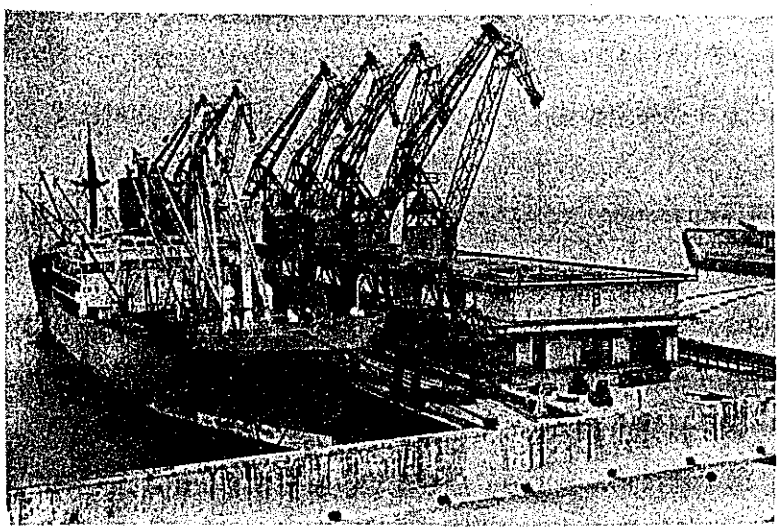
Antsirabé 市の煙草工場



Antsirabé 市の綿紡織工場





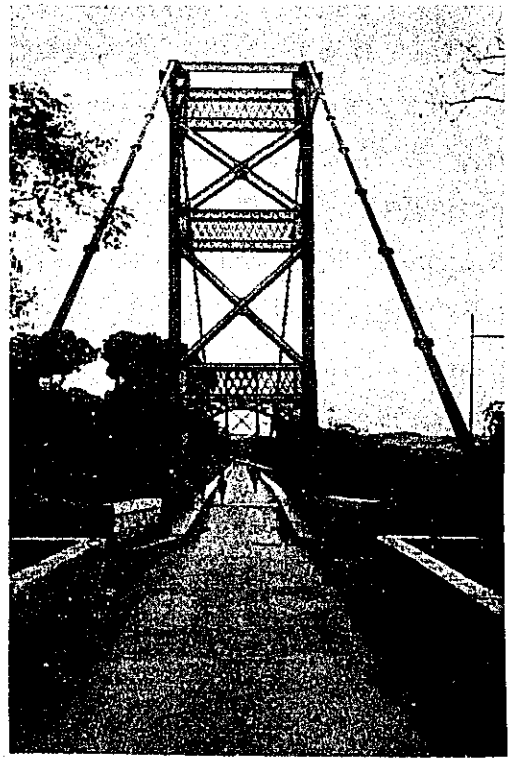


Tamatave 港

日本商社駐在員１人の外、マダガスカルで会つた最初にして最後の日本人 — 英領モリシヤス島ポートルイスを基地とする日本漁船員 — Tamatave 港にて

右：
Mananjary 川のAzilaz—ilaha 橋
長さ — 130m
１９３０年フランス製

左：
Majunga の海岸通り



セメントの生産においても、国産セメントの価格は常に輸入品のそれを上廻つているため、同様に強力な保護政策を必要とした。

その他の製品については、上記のような保護政策はとられなかつたが、砂糖、ビールおよび繊維工業における増産は顕著である。

(3) 工業化の地域的特性

現状におけるマダガスカル共和国の工業は、首都Tananarive,Majunga,Antsirabéが中心となつており、最近になつてMoramanga(Tananarive からTamatave へ至る鉄道沿線上に位置する)における工業発展のきざしがみえている。

すなわち、首都Tananarive 周辺の製紙工場、織物工場、自動車組立工場、およびその他の中小工場、Antsirabéの綿紡織工場、ビール工場、煙草工場、Majunga のセメント工場、精糖工場等が主要なる工業生産工場である。

また、現在建設中または建設が具体化しているものとして、Tamatave に年産50万ton の石油精製工場が1965年に建設が開始されており、またMoramanga には500～600ton／年のマツチ工場が西ドイツとマダガスカル共和国政府の合弁(10：90)により建設が具体化している。また、最近においてはTananarive 近郊にかなり大規模の製紙用パルプ工場の建設が決定されており(ケミカルパルプ30,000ton／年～60,000ton／年)ガラス瓶工場についてもすでに計画ができており、先進国の技術ならびに資金的援助に期待しているものではあるが、その建設には意欲的なものがある。

Tamatave の石油精製工場については前述の通り1965年に建設が開始され、1967年に操業を開始することになつている。Tamataveはマダガスカル国における最も重要な港湾であり、東海岸において外洋船が入港接岸できる唯一の港であるため、石油精製工場の建設に伴い、臨海工業地帯として今後の発展が一応有望視される地域である。

マダガスカル国第2の港Majunga には前述の通りセメント工場(年産能力50,000ton)およびこの国における最大の企業である精糖工場、石けん工場、輸出用カシユナツト工場、その他若干の中小工場があり、過去数年における港としての荷扱量も増加しているが、この港はIkopa およびBetsibaka 川が合流してモザンビーク海峡に注ぐデルタ地帯に位置しているため、土砂の堆積により、港としての寿命は今後20年程度とみられているため、この地域における臨海工業地帯としての発展は疑問視される。

一方、現在マダガスカル国における工業地帯造成の一つの方向としてMoramanga—Tananarive—Antsirabé—Fianarantsoa を結ぶ中央高原工原地帯がある。すなわち、Tamatave—Moramanga—Tananarive—Antsirabé 間はすでに鉄道の連絡があり、またAntsirabé からFianarantsoa までの鉄道の延長も考えられているようである。

また、Moramanga—Tananarive 間はすでに送電線の連絡があり、Tananarive—An—

tsirabé 間の送電線建設計画が第1次5カ年計画（1964～1968年）でとりあげられ、すでに設計は完了しており、さらにTananarive—Fianarantsoa間の送電線建設計画も第2次5カ年計画（1969～1973年）で取り上げられることになつている。

これらの鉄道および送電線に関する計画が完成すれば、Tamataveから中央高原工業地帯を経てManakaraに至る（Fianarantsoa—Manakara間にはすでに鉄道の連絡がある）交通輸送条件は著しく改善されるとともに、Tananarive周辺の電源とAntsirabéおよびFianarantsoaの電源が連系され、中央部における送電連系が完成されることによつて、水火力電源の合理的運用が可能となり、電力コストにおよぼす影響も少なからざるものがあるであろう。

Fianaratsoaには、現在原始的な製法による窯業工場があり、現在薪（主としてユーカリの木）を使用して焼成しているが、これの合理化のための新たな電力需要が生ずることになつている外、肉類の缶詰工場がある。現在新たに計画されている工業としては、牛の屠殺工場（冷蔵室付）および乳製品工場の建設が可成り具体化されている。さらに現在政府に対して許可申請されているものとしては、年間1,250tonの窯業工場、この地域に豊富な石灰石を利用するチョークの製造工場ならびに肥料用石灰製造工場建設の計画がある。

Fianarantsoaにおけるさらに遠い将来の工業化計画としては、この周辺における森林資源（主として松）を利用する可成り大規模のパルプ工場の建設計画があり、これに関するfeasibility reportもすでに提出されている。これによると生産計画パルプ90,000ton／年、所要電力4,500KW～6,750KWとなつている。しかしながら、これに関しては、ボイラー用燃料としての資源が、現在のところ薪以外には考えられないところから、電気ボイラーの採用が考えられている。この場合には、20,000KWを超える水力電源の開発が前提となり、また資金的見通しもないため、おそらく第2次5カ年計画においても取り上げられる可能性はまずないであろう。

また、Valozoroにニツケル鉱（品位3%）が発見されており、金属ニツケルの精錬工場の建設も考えられたことがあるが、この計画は今のところ放棄されている状態である。

このようにして、Moramanga, Tananarive, Antsirabéにおける工業地帯をFianarantsoaまで延長し、中央高原工業地帯の造成というものが考え出されていることはすでに指摘しておいた。（暫定報告書参照）

他方、さらに遠い将来における近代的工業の発展を考えた場合の立地地点としては、まず第1にTamataveがあげられる。前述の通りTamataveからTananariveへ至る鉄道沿線のMoramangaにはすでにMandraka水力発電所（現在設備容量15,000KVA、7,500KVA増設中）から30KV送電線で接続されており、すでに精糖工場がある外、マツチ工場の建設が具体化され、シリカクロームその他のプロジエクトがあり、工業地帯としての発展の可

能性がある。

次に考えられる地点としては、海上輸送の面から、今後広く世界各国との貿易を考えた場合、東海岸に立地すべきであると考えられるが、中央高原工業地帯がFianarantsoaまで延びてくれば、Tamatave に次ぐ地点としてManakaraを中心とした海岸地帯に立地される可能性が強いものと考えられる。現在のところ、Manakaraの港は水深が浅く、外洋船の入港接岸は不可能である（バージにより荷扱いが行なわれており、コーヒーの主要輸出港となつている）が、この地域における港湾適地が調査されている。この東海岸工業地帯の形成について考慮すべきであろう。

Tamatave—Vatomandry—Mahanoro—Mananjary—Manakara—Farafangana 間の東海岸の主要都市を結ぶキヤナルの存在は現在においても輸送面における相当の役割を演じているが、これが拡張されれば将来においても東海岸地帯における輸送面で重要視される可能性をもつている。

結局、マダガスカル国における工業圏の将来図としては、Tamatave—Moramanga—Tanananarive—Antsirabé—Fianarantsoa—Manakara を結ぶ地帯に造成される可能性が大である。

7. 経済開発5カ年計画　（第1次：1964～1968、第2次：1969～1973）における電力部門の地位

マダガスカル共和国の経済開発5カ年計画に必要な投資は、民間投資に対する期待分を含めて、て、第1次1,650億FMG（2,410億円）、第2次2,110億FMG（3,080億円）で、第5表のような配分になつている。

〔第5表〕　経済開発5カ年計画における投資配分

	第1次（1964～1968）		第2次（1969～1973）	
	投資額（億FMG）	全体に占める比率	投資額（億FMG）	全体に占める比率
基礎施設、運輸	834	51%	1,110	52.7%
農畜水産業	386	23%	不明	
工業・手工業	280	17%	369	17.5%
社会施設・その他	150	9%	不明	
合計	1,650	100%	2,110	100%

一方、電力部門における投資額は、第1次および第2次5カ年計画でそれぞれ35億FMG

および７４億5,０００万ＦＭＧで、工業部門に配分された第１次２８０億ＦＭＧおよび第２次３６９億ＦＭＧのそれぞれ１2.5％および２0.2％、全投資額第１次1,６５０億ＦＭＧ、第２次2,１１０億ＦＭＧのそれぞれ2.１％および3.5％である。

電力部門における投資配分は第６表の通りである。

〔第６表〕 経済開発５カ年計画の電力部門における投資配分

単位：１００万FMG

内訳					第１次 (1964～1968)	第２次 (1969～1973)
投資	調査	Hauts−Plateaux の水資源調査			30	—
		その他			170	250
		計			200	250
	建設	Hauts−Plateaux の大規模発電所	Namorona		400	—
			Tananarive と Antsirabé 間の地点		—	1,000
			製紙用パルプ工場用発電所			1,500
			Mandraka 第３号機		160	—
			Mandraka 第４号機		—	350
		地方発電所の設備	Maintirano および Antsohihy 県		10	—
			Miarinarivo, Maevatanana Marovoay, Andilamona, Morombe, Vohipeno, Maroantsetra, Ambanja, Vohemar, Mandritsara の各郡		50	—
			１８郡		130	—
			２６郡		—	200
		その他	他の火力発電所（拡張）		—	200
			自家用火力		100	200
			小水力発電所	Fort−Dauphin	200	—
				その他	150	250
		計			1,200	3,700
	送配電線	Tananarive−Antsirabé 間送電線（９０KV）			500	—
		Tananarive−Fianarantsoa 間送電線（１５０KV）			—	1,500
		配電線			1,600	2,000
		計			2,100	3,500
	合計				3,500	7,450
資金調達	公債	調査			200	250
		地方発電所の設備			190	200
		Tananarive−Antsirobé 間送電線			160	—
	ＳＥＭ借入れ				2,300	5,650
	事業資金、特許に基づく政府借入金				500	1,000
	個人資本				150	350
	合計				3,500	7,450

第２章　マダガスカル共和国の電力事情

第2章　マダガスカル共和国の電力事情

1. 概　　要

１９１０年にマダガスカル島の電化計画の実施が着手され、Tananarive 市から２５Km の距離にあるAntelomita 水力発電所に６００KWの水力発電機が設置されたのであるが、１９３０年までは現在の首都Tananarive に対する電気の供給はこれで充分であつた。

１９３０年代の初めに、第２期の開発が開始され、Antelomita 第２水力発電所（1930）、Tamataveの Volobé 水力発電所（１９３０）、Majunga のディーゼル発電所１カ所（１９３０年）、Antsirabé の Manandona 水力発電所（１９３２）、Fianarantsoa の Manandray 水力発電所（１９３２）の各発電所およびこれに伴う送配電網の建設によつて、人口１万以上のすべての都市の電化が企図された。

ついで、第２次世界大戦によつて、マダガスカルの電化計画の実施は中断されたが、1950年から１９５３年にかけて、Tananarive 市のMandroseza ディーゼル発電所の新設、Amtelomita 第２水力発電所の拡張、Antelomita 第1水力発電所の設備の更新、Diego-Suarez、Nossibe およびMorandava の配電網の建設などが相次いで行なわれた。

この時期には、マダガスカル電気水道会社（Société Electricité et Eaux de Madagascar-EEM）がマダガスカルの電力需要の約９０％をまかなつている。

１９５３年には半官半民のマダガスカル電力会社（Société d'Energie de Madagascar-SEM）が新たに設立され、Mandraka水力発電所を建設し、Tananarive 市およびその周辺に供給地域をもつ上記ＥＥＭに卸供給している。

なお、１９５３年にはSociété Electricité de la France Australeが設立され、Fort-Danphin、Farafangana およびManakaraに供給していたが、１９６２年7月にその全設備および供給権を上記ＳＥＭにより買収され、現在は存在していない。

このようにして、１９６３年までには人口5,０００人以上の都市ほとんど全部が電化されるに至つた。

2. 電気事業の形体と管理

(1) 電気事業の形体

上述の通り、現在マダガスカル共和国には二つの電気事業者が存在する。

(i) La Société Electricité et Eaux de Madagascar-EEM

設　　立：１９２８年

会社形態：フランス資本の純然たる私営会社である。

（本社はパリー）

資　本　金：２０,０００,０００ＦＦ

職　員　数（１９６４年１２月３１日現在）：1,５００人

うちフランス人　２１３人（Tananarive だけで６５人）

設立の緯緯：

１８９８年以来、電気と水の供給が問題となるに至つたが、当然この島の首都Tananarive が最初の対象となり、１８９９年に当時のマダガスカル総督府長官Général Gallieni およびFlorens-Orville は発配電および水供給に関する特許契約を行なうこととした。

この契約に調印したSociété Civil d'Etudes de Trauaux et de Concession はTananarive の電化に関する第一歩を踏み出すに至つた。

調査研究に５年間を必要としたが、この間このような供給を実施するためにCompagnie des Eaux et Electricité de Madagascar が設立され、１９１０年５月にTananarive における供給を開始するに至つた。

その後、Tamatave、Majunga、Antsirabé およびFianarantsoa における電気および水の供給の問題が調査されたが、この調査の結果は、１９２８年に設立されたSociété Electricité et Eaux de Madagascar により実施に移され、首都Tananarive における供給も同社が引継ぎ、これが現在のＥＥＭである。

このようにして、ＥＥＭは、全国の主要都市における電気と水の供給を実施するに至つている。

なお、１９５２年以来、このＥＥＭの実際の技術的な仕事はフランスおよびその他の海外諸国における配電および水の供給の問題について多くの経験を有するCompagnie Lyonnaise des Eaux et de l'Eclariageによつて実施されている。

また、後述するＳＥＭの設立以後は、ＥＥＭには新たな水力電源の開発および配電地域に関する特許（Concession）は与えられないことになつている。

供給地域：

Tananarive およびその周辺、Tamatave、Majunga、Antsirabé、Fianarantsoa、Mananjary、Antalaha、Diego-Suarez、Nossi-Be およびMorondava。

(ii) La Société d'Energie de Madagascar-SEM

設　　立：１９５３年

会社形態：政府民間の合弁会社である。

資　本　金：２００,０００,０００ＦＭＧ

資本構成

公	マダガスカル政府	34%
	経済協力中央金庫	40.23%
	EDF	17.00%
私	EEM	8.5%
	その他	0.27%

職員数（1964年12月31日現在）：294名

うちフランス人　16名

設立の経緯：

1946年4月30日付のフランスの法律により、フランス植民地における設備計画および開発計画を実施するために、1953年に設立され、発送配電および水の供給を目的とするものである。

これは、とりわけマダガスカルにおける発電および配電設備の開発に貢献せしめようとしたものである。

マダガスカルの独立後は、フランスの法律により、政府、民間の合弁会社となり、政府側にはフランスとマダガスカル共和国が入り、形態は全く一般的な株式会社となつている。

供給地域：

Moramanga–Anjiro、Tuléar、Ambalondrazaka、Ambatolampy、Fort–Dauphin、Manakara、Farafangana および Manjakandriana

現在実施中の地方電化計画：

Maevatanana および Marovoay

調　査：Namorona、Fatita、Ikopa–Betsiboka、Fanjahira の水力開発調査、高原地帯における水力開発の可能性に関する調査、Tsiazompaniry の洪水調節に関する調査、Tananarive–Antsirabé間の送電線に関する調査

1965年度に実施される工事：

- Mandraka 水力発電所3号機の設置
- Fort–Dauphin、Manakara および Ambatondrazakaにおけるディーゼル発電機の増設
- Ambohimanambola におけるマダガスカル製紙工場に対する63KV供給
- Tuléar の Beantsy 水力発電所の建設（1965年中に運開の予定）
- 地方電化については、1965年第2四半期中に Maevatanana および Marovoay の電化工事が着手され、同時に Fandriana に新しい発電機が設置される。

(2) 電気事業の監督規制

電気事業の運営に関し、水力電源の開発、送電線の建設および配電（電気料金を含む）についてはすべて特許契約（Concession）に基づいて規制されており、その所管当局は、工鉱業省（Ministére de l'Industrie et des Mines）、鉱山エネルギー局（Direction des Mines et de l'Energie）のエネルギー課（Service Autonome d'Energie）である。

なお、自家用発電設備については、当課は監督規制の権限はないが、報告書の提出を要求する権限はもつている。

3. 電気事業の運営状況（自家用発電を含む）

(1) 電力需給上の一般的特色

この国における電気事業の運営および電力需給上最も大きな制約となつているものに、各発電所間に連系送電線がないことを挙げることができる。

すなわち、供給地域（各都市）における電源が相互に弧立していることが、電気事業の合理的運営に対する大きな支障となつている。

この国の主要都市では、それぞれ発電設備（水、火力併用または火力のみ）をもつているが、わずか首都Tananarive 周辺において、近接する若干の他都市へ送電線を延ばして供給している外は、それらの都市の限られた区域内に供給しているに過ぎない。

これらの各都市間の距離は大であり、各発電所の出力は、現在のところ、これらを連系するためには不充分である。

このために、発電所の利用率は一般に低く、特に火力発電所のそれが著しく低い。

火力発電所の設備利用率の小さいことは、Tananarive およびTamataveの火力発電所が殆んど完全に予備化しており、Antsirabé およびFianarantsoa の火力発電所は補給用としての性格が可成り強いものとなつているが、その他火力発電所のみにたよつている地域においては、それらの発電所の出力は比較的小さいので、需要の規模も小さく、またその構造ならびに性質により、特に負荷率の悪い運転を強いられていること、送電連系がないために高い予備率の設備を必要としていることによるものである。

このような理由もさることながら、一般的には供給力には余裕があり、特にTananarive周辺の水力発電所には相当の余力がある。Mandraka水力発電所は遅くとも１９６６年内には、第３号機7,５００KWが増設されることになつており、さらに大きな余力をもつことになり、最近着工されたパルプ工場への供給も可能であろう。

TamataveにおいてはVolobé 水力発電所にまだ可成りの余力があり、建設中の石油精製工場が操業開始しても充分まかないうるといわれている。

Antsirabé 地域は、工業の発展が比較的急速なため、工業用需要の伸びも比較的大きく、１９６０年にManandona 水力発電所の第３号機８００KVAを増設し、１９６４年には火力（ディーゼル）発電所の第３号機 1,４００KVAを増設している。

Fianarantsoa における供給力は、現在のところManandray の水力発電所６５２KVAおよび火力（ディーゼル）発電所 1,６３０KVAで、水力発電所の出力が小さいため、かなりの火力補給を必要としており、電気料金も他の水・火力併用地域よりかなり高レベルとなつている。政府においても、また民間企業者においても、この地域における工業立地が嘱望されているが、現在のところこのような電源状況が工業誘致の障害となつている。

現在の電気料金について、さらに地域的にみるならば、供給力において水力発電所が主体となつている地域においては比較的廉価で、火力（ディーゼル）発電所が主体となつている地域は高価となつており、現実に水力発電所の電気料金面に及ぼす影響が顕著であることを示している。

各地域とも、電気料金価格の高いことが、電力需要の開拓、促進に対する最大の支障となつているものと考えられる。

ちなみに、１９６３年に経済関係当局の協力をえて、特に家庭用電力需要の開拓促進運動が実施されたが、その結果は、結局家庭用の電化用品が、薪、石油等の燃料その他伝統的なものに立ち打ちできないとの結論に達したといわれている。

上述のような電気事業における諸般の事情から、特に電気事業の火力発電による供給地域において、自家用発電（主として工業用）の発達がみられ、その発電々力量は１９６３年度において電気事業による発電電力量の半ば近くにも達している。

(2) 過去における推移

１９５４年以降１９６３年までの、電気事業用、自家用別および水・火力別の発電設備容量および発電電力量の推移は第７表の通りである。

〔第7表〕　全国電気事業用および自家用の発電設備容量および発電電力量の推移

			1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
発電設備容量(KVA)	電気事業	水力	16,462	18,362	23,632	23,652	23,902	29,582	30,442	34,657	34,482	34,782
		火力	9,318	12,068	15,053	15,729	18,300	19,200	21,432	21,514	21,836	22,556
		計	25,780	30,430	38,685	39,381	42,202	48,782	51,874	56,171	56,318	57,338
	自家用	水力	320	320	220	–	–	100	100	100	100	700
		火力	20,953	20,025	22,526	23,539	23,642	28,680	30,644	29,538	30,760	30,658
		計	21,273	20,345	22,746	23,539	23,642	28,780	30,744	29,638	30,860	31,358
	合計	水力	16,782	18,682	23,852	23,652	23,902	29,682	30,542	34,757	34,582	35,482
		火力	30,271	32,093	37,579	39,268	41,942	47,880	52,076	51,052	52,596	53,214
		計	47,053	50,775	61,431	62,920	65,844	77,562	82,618	85,809	87,178	88,696
発電電力量(MWh)	電気事業	水力	44,144	46,947	46,006	49,144	51,670	53,814	61,164	66,313	70,581	74,216
		火力	9,341	10,889	12,629	15,895	22,514	21,165	15,876	15,524	16,232	18,559
		計	53,485	57,836	58,635	65,039	74,184	74,979	77,040	81,837	86,813	92,775
	自家用	水力	–	–	–	–	–	–	–	–	–	348
		火力	4,787	3,351	5,813	19,756	23,284	24,992	30,276	31,330	32,820	34,857
		計	4,787	3,351	5,813	19,756	23,284	24,992	30,276	31,330	32,820	35,205
	合計	水力	44,144	46,947	46,006	49,144	51,670	53,814	61,164	66,313	70,581	74,564
		火力	14,128	14,240	18,442	35,651	45,798	46,157	46,152	46,854	49,052	53,416
		計	58,272	61,187	64,448	84,795	97,468	99,971	107,316	113,167	119,633	127,980

注：Service Autonome de l' Energie 提供資料による。

一方、電気事業用および自家用の各々について、発電電力量と需要電力量を対比してみると第8表の通りである。

〔第8表〕　全国発電電力量および需要電力量の推移

		1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
電気事業	発電電力量(MWh)	53,485	57,836	58,635	65,039	74,184	74,979	77,040	81,837	86,813	92,775
	需要電力量(MWh)	43,566	46,971	47,695	52,519	56,367	58,387	62,213	66,033	71,738	76,189
	損失率(%)	18.5	18.8	18.6	19.1	23.8	22.1	19.2	19.4	17.4	17.9
自家用	発電電力量(MWh)	4,787	3,351	5,813	19,756	23,284	24,992	30,276	31,330	32,820	35,205
	需要電力量(MWh)	4,787	3,351	5,813	19,756	23,246	24,959	30,276	31,330	32,750	33,461
合計	発電電力量(MWh)	58,272	61,187	64,448	84,795	97,468	99,971	107,316	113,167	119,633	127,980
	需要電力量(MWh)	48,353	50,322	53,508	72,275	79,613	83,346	92,489	97,363	104,488	109,650

注　Service Autonome de l' Energie 提供資料による。

これによると、損失率は１７.４％から２３.８％の間で推移しており、最近において幾分改善されているようにみられる。

(3) 現　状

(a) 電力設備の概況

マダガスカル共和国には、前述の通り現在二つの電気事業者があり、その一つはフランス資本によるLa Société Electricité et Eaux de Madagascar(EEM) であり、他の一つは公私合弁のLa Société d'Energie de Madagascar(SEM)である。

ＥＥＭは、現在では殆んど全国に亘る主要都市における供給権を有し、１９６３年末の発電設備容量は、水力ではAntelomita第１（5,９５０KVA）および第２（5,１００KVA）、Volobé（5,７００KVA）、Manandona(2,０００KVA)、Manandray(６５２KVA)、その他で合計１９,７８２KVAをもち、またその他主要都市における火力（ディーゼル）発電所、合計１９,６４４KVAをもつている。

ＳＥＭは、１９６３年末の発電設備容量はMandraka水力発電所１５,０００KVAおよびその他若干の主要都市における火力（ディーゼル）発電所、合計2,９１２KVAを有し、供給を行なつている。

Mandraka水力発電所は、現在7,５００KVA×２を設備しているが、３号機7,５００KVAを増設中であり、最終出力は３０,０００KVAとなる予定である。

このMandraka水力発電所の出力は、６０KV 送電線により、Tananarive へ送られ、Ambodivona の変電所（１５,０００KVA）を通じてＥＥＭに対する卸し供給されるとともに、Ambohimanambola におけるマダガスカル製紙工場への供給を行なつており、また同時に３０KV 送電線によりAnjiro-Moramanga に対する都市供給を行なつている。

ＳＥＭの設立以後は、水力発電所の開発はこのＳＥＭによつてのみ行なわれることになつており、Tuléar の Beantsy 水力発電所７００KVAが開発され、１９６５年末から運転に入つている。

ＥＥＭのAntelomita 第１および第２水力発電所は Ikopa 川水系にあり、上流にはMantasoa(１２０×１０^{6}m^3)およびTsiazompaniry(２２５×１０^6 m^3)の両貯水池があつて、Mantasoa貯水池に連接しているMandraka川から取水するＳＥＭのMandraka 水力発電所と相俟つて、Ikopa 川の流量を調整し、灌漑および水道用水としても利用されており、水資源総合利用の実を挙げている。

上記各水力発電所が供給している各都市、すなわち、Tananarive(Antelomita 第１および第２、Mandraka)、Anjiro-Moramanga(Mandraka)、Tamatave(Volobé)、Antsirabé(Manandona)およびFianarantsoa(Manandray)は、Anjiro-Moramanga を除き、補給用または予備用として火力発電所（ディーゼル）を併置している。

1963年末における電気事業用主要発電所は第9表の通りである。

〔第9表〕　電気事業用発電所（1963年末現在）

	電気事業者名	発電所名	機数	設備容量（KVA）	供給地域
水力発電所	EEM	Antelomita No1	4	5,950	Tananarive
	〃	〃 No2	3	5,100	〃
	〃	Volobe	3	5,700	Tamatave
	〃	Manandona	3	2,000	Antsirabe
	〃	Manandray	3	652	Fianarantsoa
	SEM	Mandraka	2	15,000	EEM(Tananarive) Anjiro-Moramanga および Ahi Manambola の製紙工場
	EEM	その他小水力		380	
	小計	9発電所		34,782	
水力（ディーゼル）発電所	EEM	Mandroseza	4	5,020	Tananarive
	〃	Tamatave	5	2,490	Tamatave
	〃	Majunga	5	3,435	Majunga
	〃	Antsirabe	2	1,440	Antsirabe
	〃	Ankidona	4	1,630	Fianarantsoa
	〃	Diego-Suarez	4	1,490	Diego-Suarez
	〃	Nossi-be	5	575	Noasi-bé
	〃	Morondava	4	395	Morondava
	〃	Mananjary	3	300	Mananjary
	〃	Antalaha	3	405	Antalaha
	SEM	Fort-Dauphin	3	440	Fort-Dauphin
	〃	Tulear	4	1,500	Tuléar
	EEM	Ambositra		1,700	Ambositra
	SEM	Farafangana	3	205	Farafangana
	〃	Manakara	3	415	Manakara
	〃	Ambatondrazaka	3	352	Ambatondrazaka
	EEM	その他		764	
	小計	27発電所		22,556	
		計		57,338	

すなわち、１９６３年末における電気事業用の全国発電設備容量は、水力３４,７８２KVA、火力（ディーゼル）２２,５５６KVA、水・火力合計で５７,３３８KVAである。

一方、主として電気事業者において火力発電所を有しない地域における主要な産業関係企業者は自家用発電設備を有しており、１９６３年末におけるその概要は第１０表の通りである。

〔第１０表〕　自家用発電設備容量（１９６３年末）

	発電所数	設備容量（KVA）	可能発電容量（KVA）
水　　力	3	700	536
火　　力	26	30,658	20,560
計	29	31,358	21,096

注：Service Autonome de l' Energie 提供資料による。

結局、電気事業用および自家用をあわせて、全国発電設備容量は、第１１表の通りとなる。

〔１１表〕　全国発電設備容量

KVA

	電気事業用	自　家　用	合　　計
水　　力	34,782	700	35,482
火　　力	22,556	30,658	53,214
合　　計	57,338	31,358	88,696

上表で判る通り、自家用発電設備の全国発電設備中に占める割合はかなり大きく、水力発電所に関しては問題にならないとしても、火力発電所に関しては、合計容量において電気事業用を上廻つており、水・火力合計における自家用発電設備容量の全国発電設備容量中における割合は３５.３％となつている。

送電線は、現在のところ、各水力発電所と供給都市間を結び、供給都市内に所在する火力（ディーゼル）発電所との連絡線および近隣都市への供給線がある外、一般的な連系送電線はない。

このような送電線の概要は第１２表の通りである。

〔第12表〕　送電線の概要

区間		送電線			
		電圧 (KV)	回線数	亘長 (Km)	送電容量 (KW)
Antelomita No1	～Tananarive	35	2	26	9,000
〃 No2					
Mandraka ～	〃	63	1	48	22,000
Mandraka ～	Moramanga	35	1	47	
Volobé ～	Tamatave	35	2	32	4,000
Manandona ～	Antsirabé	40	1	13.2	900
Manandray ～	Fianarantsoa	20	1	15.0	500
Tananarive ～	Arivonimam	35	1	43	2,000

高圧配電線は、殆んどすべての都市で5KVを採用しており、低圧配電線は127／220Vもしくは220／380V、3相4線式を採用しているが、漸次220／380Vの欧州方式に切替えられつつある。

高圧および低圧配電線路には、一般にコンクリート柱を使用している。

(6) 発電状況

1963年度における電気事業（全国計および主要都市分）および自家用の発電状況は第13表の通りである。

〔第13表〕　電気事業および自家用の発電設備容量および発電電力量

（1963年度）

		発電設備容量 (KVA)			発電電力量 (MWh)		
		水力	火力	計	水力	火力	計
電気事業	電気事業計	34,782	22,556	57,338	74,216	18,559	92,775
電気事業 うち主要都市	Tananariveおよびその周辺	26,050	5,020	31,070	55,609	107	55,716
	Tamatave	5,700	2,490	8,190	9,371	78	9,449
	Majunga	—	3,435	3,435	—	4,774	4,774
	Antsirabé	2,000	1,440	3,440	7,245	208	7,453
	Fianarantsoa	652	1,630	2,282	1,586	1,544	3,130
	Mananjary	—	300	300	—	351	351
	Fort-Dauphin	—	540	540	—	635	635
	Tuléar	—	1,500	1,500	—	2,505	2,505
	Manakara	—	415	415	—	620	620
自家用		700	30,658	31,358	348	34,857	35,205
合計		35,482	53,214	88,696	74,564	53,416	127,980

注：Service Autonome de l'Energie 提供資料による。

すなわち、1963年度の全国発電電力量は、自家用を含み、127,980MWh で、そのうち電気事業が92,775MWh 、自家用が35,205MWh で、自家用がかなりの比重をもつている（全体の27.5％）。

電気事業における水・火力発電電力量の割合をみると、水力74,216MWh 、火力18,558MWh となつており、その比率は80：20で、水力発電が大勢を占めている。

電気事業の水・火力発電所の設備利用率についてみると、水力が32.8％（2,650時間）、火力が9.72％（852時間）となつており、火力発電所の設備利用率の小さいことが目立つている。

自家用発電設備による発電は、ほとんど全部火力発電であり、その設備利用率は56.4％（4,940時間）でかなり高い値を示している。

(C) 電力需要の状況

1963年度における電気事業および自家用の電力需要の概要は第14表の通りである。

〔第14表〕　電力需要の状況（1963年度）

（MWh）

		発電電力量	需要電力量						損失率(%)
			低圧需要				高圧需要	計	
			公共灯	一般電灯	その他(家庭用)	その他(動力用)			
電気事業	電気事業計	92,775	4,102	17,270	10,684	14,410	29,723	76,189	18.0
電気事業	うち主要都市分 Tananariveおよびその周辺	55,716	2,459	10,193	8,561	6,759	18,211	46,183	17.2
電気事業	うち主要都市分 Tamatave	9,449	209	850	334	2,976	2,680	7,049	25.2
電気事業	うち主要都市分 Majunga	4,774	220	448	325	1,869	1,334	4,196	12.2
電気事業	うち主要都市分 Antsirabé	7,453	155	847	237	547	4,727	6,513	12.7
電気事業	うち主要都市分 Fianarantsoa	3,130	181	994	466	310	502	2,453	21.6
電気事業	うち主要都市分 Mananjary	351	24	132	54	31	—	241	31.3
電気事業	うち主要都市分 Fort-Dauphin	635	36	241	57	70	51	528	16.8
電気事業	うち主要都市分 Tuléar	2,505	92	341	20	122	1,126	2,193	12.6
電気事業	うち主要都市分 Manakara	620	58	212	14	79	207	570	8.0
自家用		自家消費分			他への供給力				
		32,748			713			33,461	
合計								109,650	

注：Service Autonome de l'Energie 提供資料による。

すなわち、1963年度における電気事業の全需要電力量は76,189MWh で、発電電力量92,775MWh に対する総合損失率は18.0％となつている。

自家用による需要電力量は他への供給分を含めて、３３,４６１MWh で、電気事業の需要電力量の４４.０％、全需要電力量の３０.６％となつている。

電気事業の需要電力量の内訳は、公共灯 4,１０２MWh（5.4％）、一般電灯 17,269MWh（２２.７％）、その他家庭用１０,６８４MWh（１４.０％）、その他動力用 14,410 MWh（１８.９％）、高圧需要２９,７２２MWh（３９.０％）である。

電気事業の全需要電力量のうち、首都Tananarive およびその周辺における需要電力量は、４６,１８３MWh で、全体の６０％を占めている。

また、電気事業の需要電力量中、一般産業用および家内工業用の需要が主体であるとみられる「その他低圧需要」および「高圧需要」の合計は４４,１３３MWh で、全体の 47.6％であり、自家発による自家消費分３２,７４８MWh を加えると、７６,８８１MWh で、電気事業および自家用を合せた全需要電力量中に占める割合は７０％を占めている。

上記により、全国的にみれば、電気事業による家内工業および一般産業用の需要は、全需要のほぼ半ばを占めているが、これは水力発電所を有し、供給力が比較的大きな地域におけるこの種需要が比較的大きいことが大きく影響しているものと考えられ、水力発電所を有しない地域、すなわち火力（ディーゼル）のみによつてまかなつている地域においては、この種需要の割合はもつと小さいが、その供給力は小さく、したがつてその需要規模が小さいため、これらの地域における需要構造の影響があまり及んでいないものとみられる。

このようなことから、この比率をもつて、全国的に産業需要の伸びが大きいとみることは疑問であり、むしろ一般電灯およびその他家庭用需要の伸び悩みの状態にあることが強調されるべきであろう。

(iv) 電気料金

原則として、ブロック逓減制がとられており、動力需要に関しては一般に２部料金制がとられている。

ブロック逓減制においては、地域または料金種別によつて、２または３ブロック式を採用しており、２ブロック式の場合は１カ月の利用時間が６０時間までとそれを超える場合とで、第１段階および第２段となり、３ブロック式の場合は１カ月の利用時間３０時間まで、３０時間を超え６０時間まで、および６０時間を超える場合によつて、第１、第２および第３段となる。利用時間は使用電力量と契約設備容量とから計算される。地域および料金種別によつては直線式の場合もある。

主要地域における電力量料金単価は第１５表の通りである。

〔第１５表〕　主要地域における電力量料金単価（１９６３年度）

FMG／KWh

地域別	ブロック別	官庁用	低圧			高圧
			電灯	その他家庭用	動力	
Tananarive	1	21.875	26.173	14.833	17.646	10.500
	2	–	29.917	9.583	–	–
	3	–	–	8.417	–	–
Tamatave	1	23.70	24.68	27.28	17.68	7.40
	2	17.95	27.28	17.95	11.46	6.36
	3	–	–	11.93	–	5.30
Majunga	1	23.45	29.31	29.31	19.05	13.75
	2	–	–	22.27	17.29	10.72
	3	–	–	15.24	–	–
Antsirabé	1	19.094	23.044	12.376	14.616	7.041
	2	–	–	7.426	–	–
Fianarantsoa	1	27.22	33.52	25.22	23.64	18.91
	2	–	–	18.91	–	–
Mananjary	1	35.517	42.521	32.015	30.264	32.555
	2	–	–	–	–	–
Fort-Dauphin	1	29.45	44.61	44.61	28.77	22.62
	2	29.45	–	31.52	22.05	15.51
Tuléar	1	32.02	36.76	28.60	28.60	21.12
	2	28.60	28.60	–	25.20	14.30
	3	21.79	21.79	–	21.79	–
Manakara	1	35.55	47.50	47.50	33.36	22.48
	2	20.48	–	38.72	25.40	17.09
	3	–	–	35.79	–	15.63

注：(1) 1 FMG＝1.46円

(2) Service Autonome de l'Energie 提供資料による。

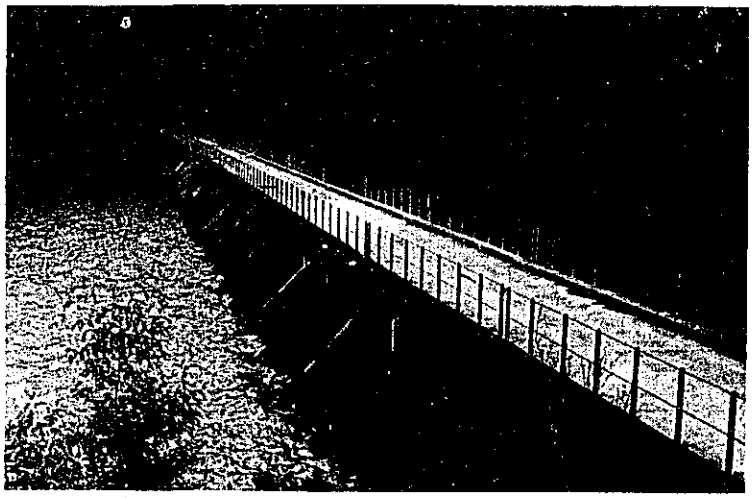
Tsiazompaniry 貯水池のダム

形式：マルチプル・アーチ

高さ：２５m

長さ：３６５m

貯水容量：２２５×１０^6 m^3



Mandraka 発電所のペンストック

落差：２５０m

内径：1.３５～1.２５m

長さ：７３５m

1本の流量：6m^3／sec

Mandraka 発電所の機器室

タービン×２（台）

型式：ペルトン、２ホイール

４ノズル

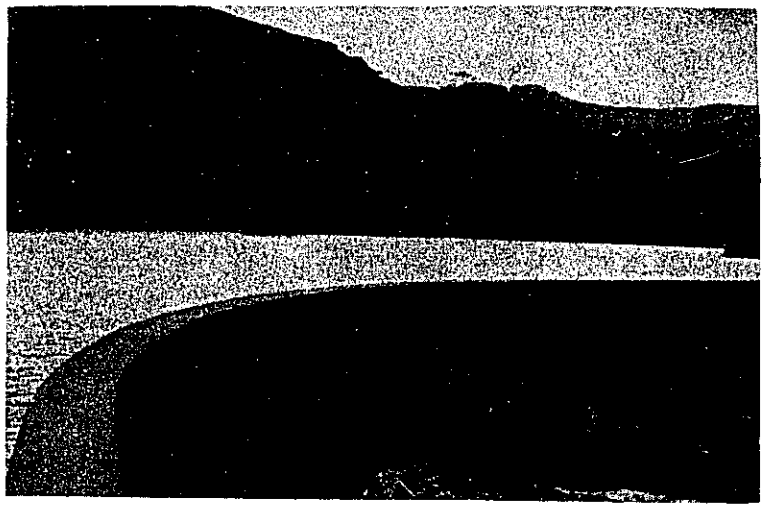
馬力：8,０５０

回転数：６００RPM

発電機×２(台)

容量：7,５００KVA

電圧：3.2KV



ダム

高さ（最高）：6.5 m

堤　長　　：182 m

Antelomita　第一発電所

ペンストック

落差：18 m

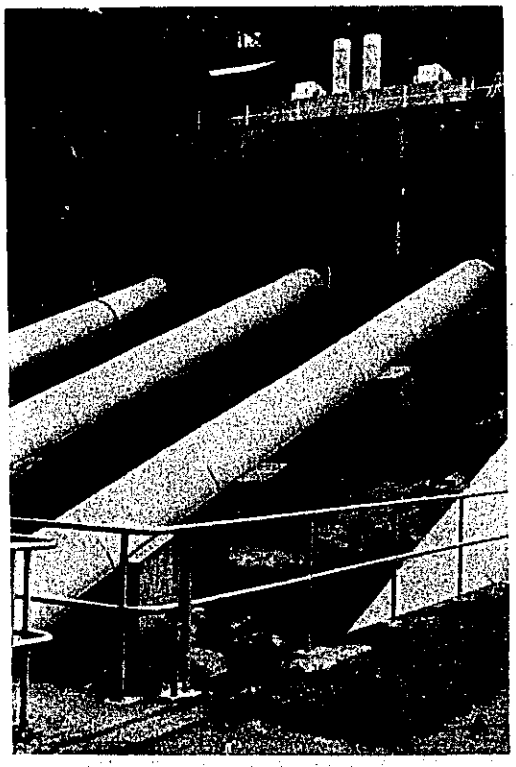
内径：2.00～1.80 m

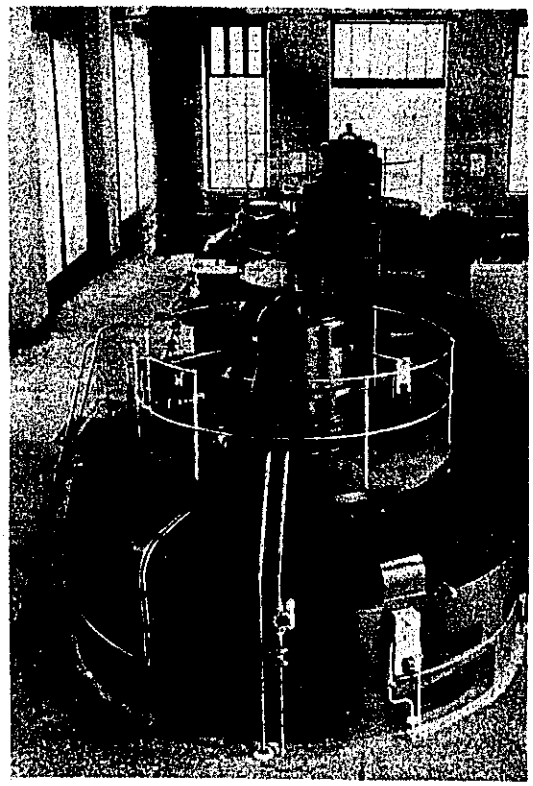
長さ：25 m

発電機

1,700KVA × 3

850KVA × 1





Volobé 発電所の導水路

Volobé 発電所の機器室

タービン×3（台）

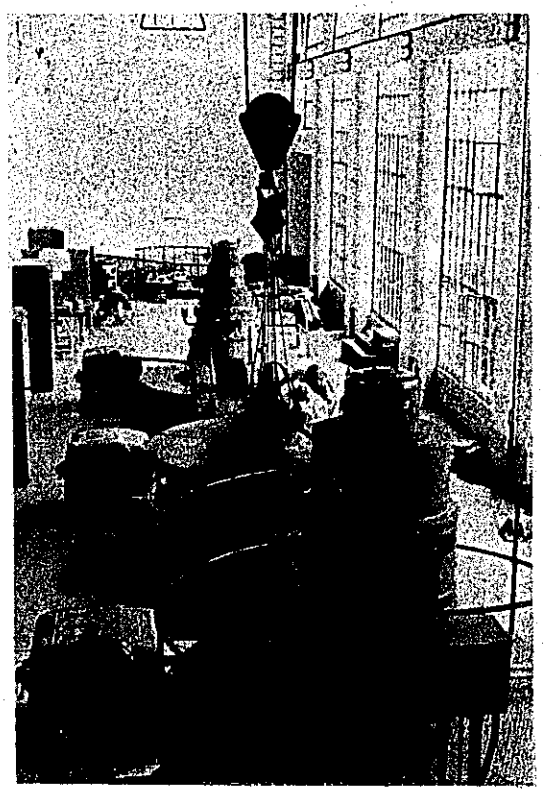
型式：フランシス

馬力：2,160

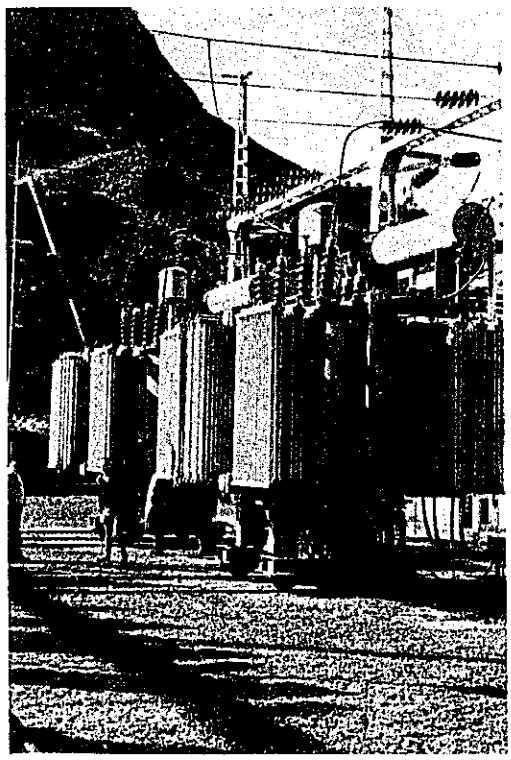
発電機×3（台）

容量：1,900KVA

電圧：5KV

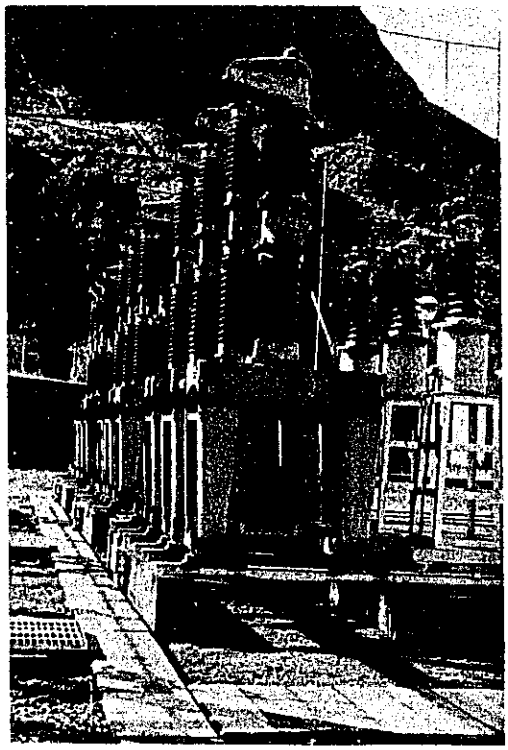


Mandraka 発電所屋外機器

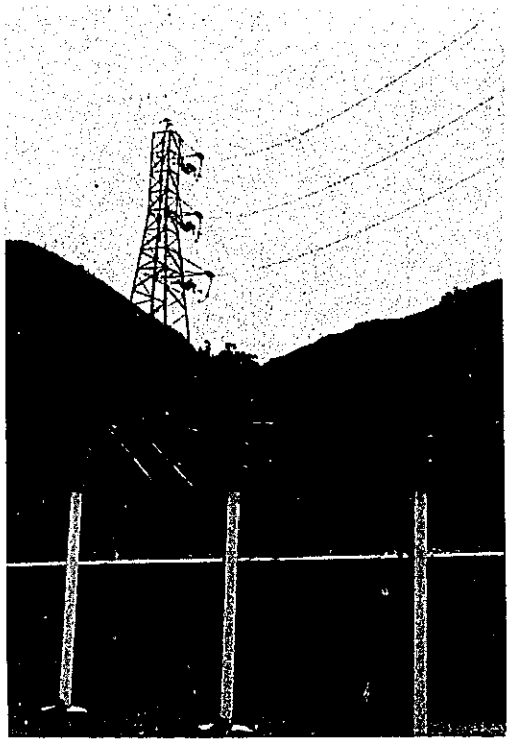


変圧器（２台）

7,５００KVA、3.2／６０KV、３φ



６９KVしや断器×２（台）



送電線

電圧：６３KV

亘長：４８KM

送電容量：２２,０００KW

第３章　調査河川とその概要

第3章　調査河川とその概要

本調査は、マダガスカル政府当局との打合せにもとづいて、Fianarantsoa 地域に供給する水力電源開発の可能性について現地踏査を行なつたものである。

降雨量、落差等水力開発に必須の条件を備えた河川に重点をおくことは当然であるが、さらに送電計画上の有利性も考慮に入れて調査を行なつた。

Namorona 川	東海岸側へ流出する河川
Faraony 川	東海岸側へ流出する河川
Mananjary 川	東海岸側へ流出する河川
Matsiatra 川	西海岸側へ流出する河川

(1) Namorona 川

開発地域のNamorona 川は標高1,250～1,550m の背梁山脈にその源を発し、流域380Km²の岩塊台地を径て、標高1,100mのVohiparara 台地上縁より東側断崖地帯を一気に落下し、Ranomafana よりやがて低地山岳地帯を南下、東進し、標高約70mの大平原に達し、インド洋に注いでいる。その流程は約180Kmである。なお、特にVohiparara より、下流8Km間はChutes de Namorona をはじめ階段式の滝を数多く形成しており、その平均河川勾配は $1/17$ である。

流域内の森林繁茂状態については、Vohiparara 上流は約40%の牧草地帯に灌木がまばらに生えているが、その他は森林地帯となつている。またVohiparara より下流のAmbodiana 間は、一部Ranomafana 付近の開墾地もあるが、概ね、密林地帯をもつておおわれている。特にVohiparara より下流は多雨量地帯であつて、平均年間降雨量は2,200mm以上に及んでいる。

(2) Faraony 川

Faraony 川はNamorona 川流域の南部に隣接する河川で、林相は概ね、Namorana 川に似ている。

このFaraony 川は、標高1,200mの岩塊台地に、その源を発して、直ちに低地山岳地帯に入り、広大な密林繁茂地帯を、平行節理、断層に沿つて、平行河川を形成し、数多くの直線支流を合せつつ、やがて標高20mのSahasinaka にて大平原に出る。その全流程は約250Kmである。

なお、参考に調査した下記の2河川については、一言ふれておく。

(3) Mananjary 川：　この河川は流域面積が広大で、包蔵水力は膨大なものがあり、きわめて優秀な河川である。しかし、立地条件が僻地のため、当面の開発地点としては支障があり、将来計画の河川である。

(4) Matsiatra 川： この河川は西海岸側に流出するものであり、流量、落差に乏しい。ただし、需要地のFianarantsoa を貫流しているので、一応、踏査を実施した。しかし、かん漑、洪水調節、工業用水等を考慮した多目的開発を必要とするものである。流域内は高原台地であつて、ダム築造に伴う経済性の検討については特に慎重を要するものである。

第４章　水力開発計画における基礎資料

第4章　水力開発計画における基礎資料

1. 概略地勢

この国の地勢は南北に貫く背梁山脈があり、その降雨量分布は東海岸側に多く、西海岸側に少ない。また、この山脈は東寄りであるため、東側河川は西側に比較して河川流路はきわめて短かい。加うるに、この背梁山脈は西側に高原台地を形成しているが、東側はインド洋に面して、連続的に屹立する障壁あるいは急傾斜となつている。このため東海岸側には優秀な水力電源地点が多い。Fianarantsoa 地域に供給する水力電源も、またこの例にもれない。すなわち、開発河川としてはNamorona 川、Faraony 川、Mananjary 川等がある。特にNamorona 川はFianarantsoa に地理的に近く、当面する開発計画地点として最も有利な河川である。

以上の3河川は降雨量に恵まれており、水力開発の可能性については、大きく期待のもてるものである。

また、地質については、概して片麻岩系であり、中流部より上流部にかけて、いたるところで岩盤の露頭をみる。特に、河床においては、下流部の低湿地帯を除いて、ほとんどが岩盤の露頭である。

なお、特に今回の踏査および空中写真からの判読では、Namorona 川、Faraony 川については、山地の崩壊現象は見当らなかつた。また河床岩盤、あるいは転石に水苔のあるところから考察して、流出土砂はきわめて僅少のように見受けられた。事実、堆積礫はほとんどといつてよいくらい見当らなかつた。

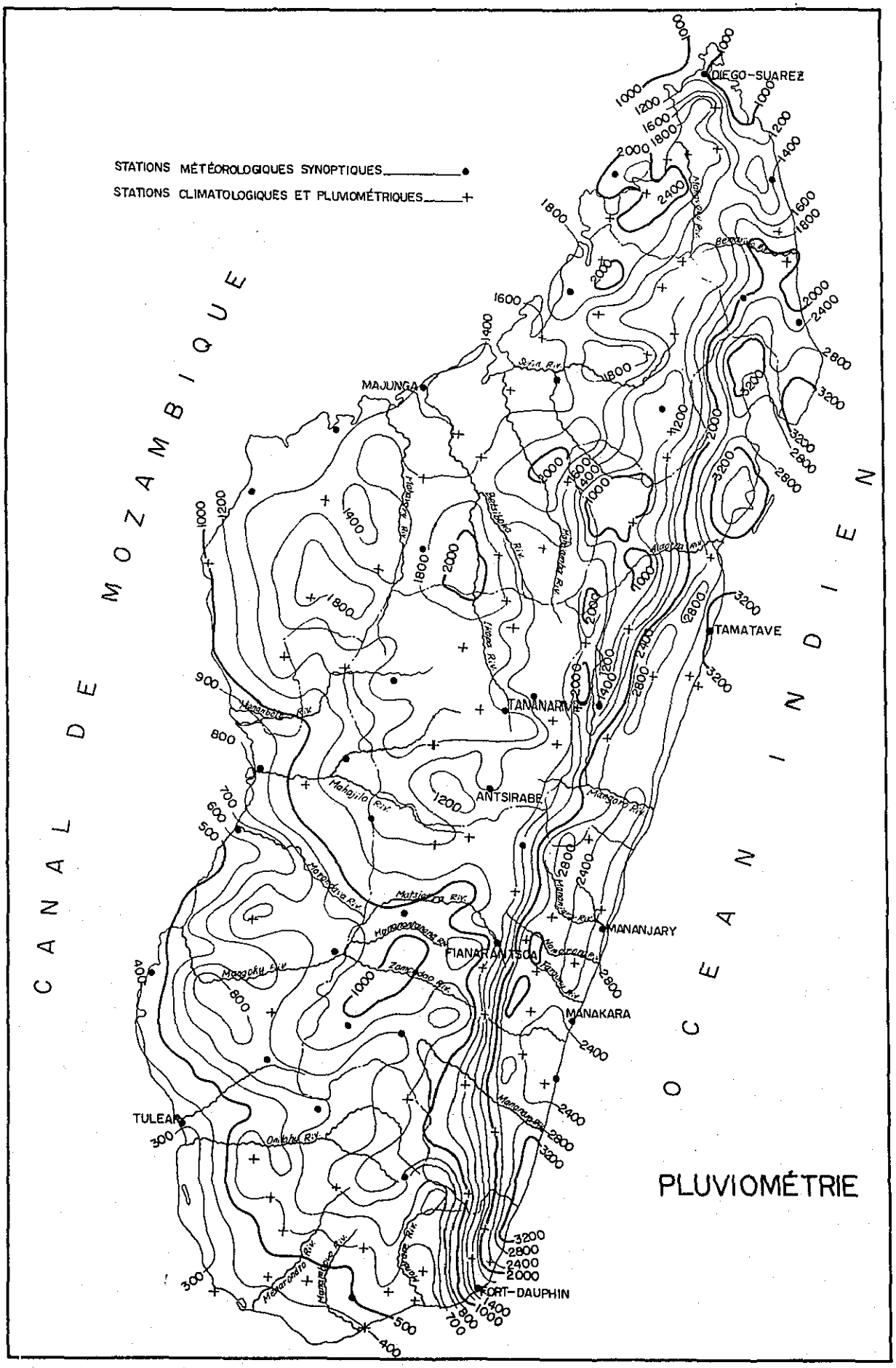
2 気　　象

(1) 降雨量

Namorona 川、Faraony 川およびMananjary 川の流域内における降雨量分布は図示の通りであつて、年間降雨量は2,200㎜ 以上であり、この国においては多雨量地帯に属する。雨期は11月より翌年3月までである。

ここで、Namorona 川開発計画の中枢部位置を占めるIfanadiana 観測所の降雨量記録を示せば、下記の通りである。

Fig 1


STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES SYNOPTIQUES
STATIONS CLIMATOLOGIQUES ET PLUVIOMÉTRIQUES
CANAL DE MOZAMBIQUE
OCEAN INDIEN
DIEGO-SUAREZ
MAJUNGA
TAMATAVE
TANANARIVE
ANTSIRABE
MANANJARY
FIANARANTSOA
MANAKARA
TULEAR
FORT-DAUPHIN
PLUVIOMÉTRIE

〔第16表〕 Pluviometrie a Ifanadiana (mm)

1944−1956

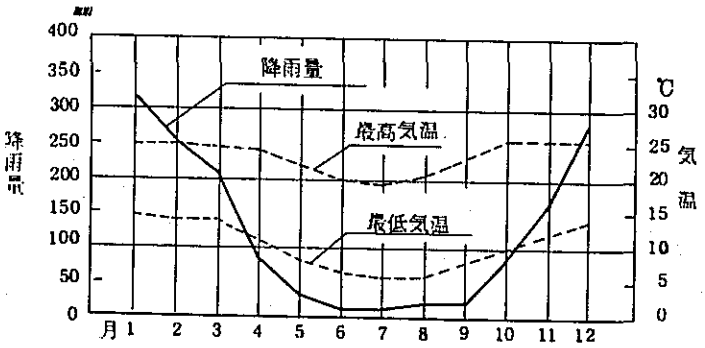
	Saison des PLUIES						Saison SECHE								Total
	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	Totau	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Totau	
1944-45	133	317	335	894	340	2,019	249		31	55	83	27	47	492	2,511
1945-46	119	326	210	513	569	1,737	130	118	162	19	138	26	81	674	2,411
1946-47	(188)	(217)	(330)												
1947-48			508	441	284	1,233	230	218	78	208	76	124	173	1,107	2,340
1948-49	145	287	131	515	444	1,522	208	297	178	189	16	46	21	955	2,477
1949-50	123	326	623	393	244	1,709	131	35	47	164	98	75	46	596	2,305
1950-51	180	202	575	704	559	2,220	215	41	160	57	186	102	31	792	3,012
1951-52	254	251	618	387	630	2,140	177	228	151	50	108	63	41	818	2,958
1952-53	272	303	350	220	414	1,559	88	65	350	193	286	151	18	1,151	2,710
1953-54	177	335	625	344	503	1,984	111	75	106	45	62	29	40	468	2,452
1954-55	85	326	487	374	371	1,643	88	35	85	86	30	44	22	390	2,033
1955-56	114	267	773	587	256	1,997	90	55	47	48	15	89	0	344	2,341
計	1,602	2,940	5,235	5,372	4,614	19,763	1,717	1,167	1,395	114	1,098	776	520	7,787	27,550
平 均	160	294	476	488	419	1,837	156	117	127	101	100	71	47	719	2,556

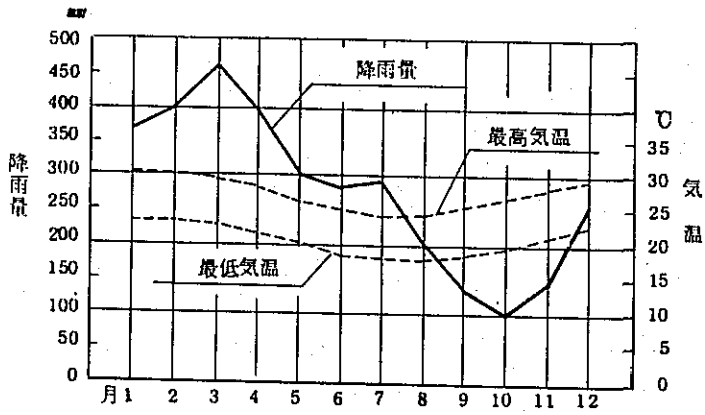
註; ( )内の数値は合計に含まず。

(2) 気　温

全島が熱帯、亜熱帯圏にあるため、平均気温は高いが、中央高原地帯は1,200m以上の標高にあるため比較的涼しい。海岸地帯は平均気温24℃(最高35℃)、高原地帯は平均21℃(最高25℃)である。

Namorona川、Faraony川開発計画における気温については、高原地帯としてはFianarantsoa市と同様条件のAntsirabéを、また海岸側の性格としてはTamataveの気温表を参考とした。





〔第17表〕および〔第18表〕

月	降雨量 (mm)	気温 (℃) 平均	最高	最低
1	311	19.8	24.8	14.6
2	252	19.6	25.1	14.1
3	205	19.2	24.4	14.0
4	82	17.8	24.0	11.7
5	31	15.2	21.9	8.5
6	12	13.2	19.7	6.6
7	12	12.6	19.3	5.7
8	18	13.3	20.6	5.9
9	22	15.4	23.0	7.7
10	83	17.6	25.5	9.7
11	163	18.9	25.7	11.9
12	275	19.6	25.2	13.9
合計	1,466			

月	降雨量 (mm)	気温 (℃) 平均	最高	最低
1	364	26.7	30.1	23.2
2	397	26.6	30.0	23.2
3	462	26.3	29.5	23.0
4	395	25.1	28.2	22.0
5	299	23.5	26.6	20.3
6	281	21.9	25.0	18.7
7	290	21.0	24.1	17.9
8	205	21.0	24.3	17.7
9	136	21.8	25.6	18.0
10	97	23.3	27.1	19.4
11	142	24.9	28.6	21.2
12	259	26.1	29.6	22.5
合計	3,327			

Fig 2

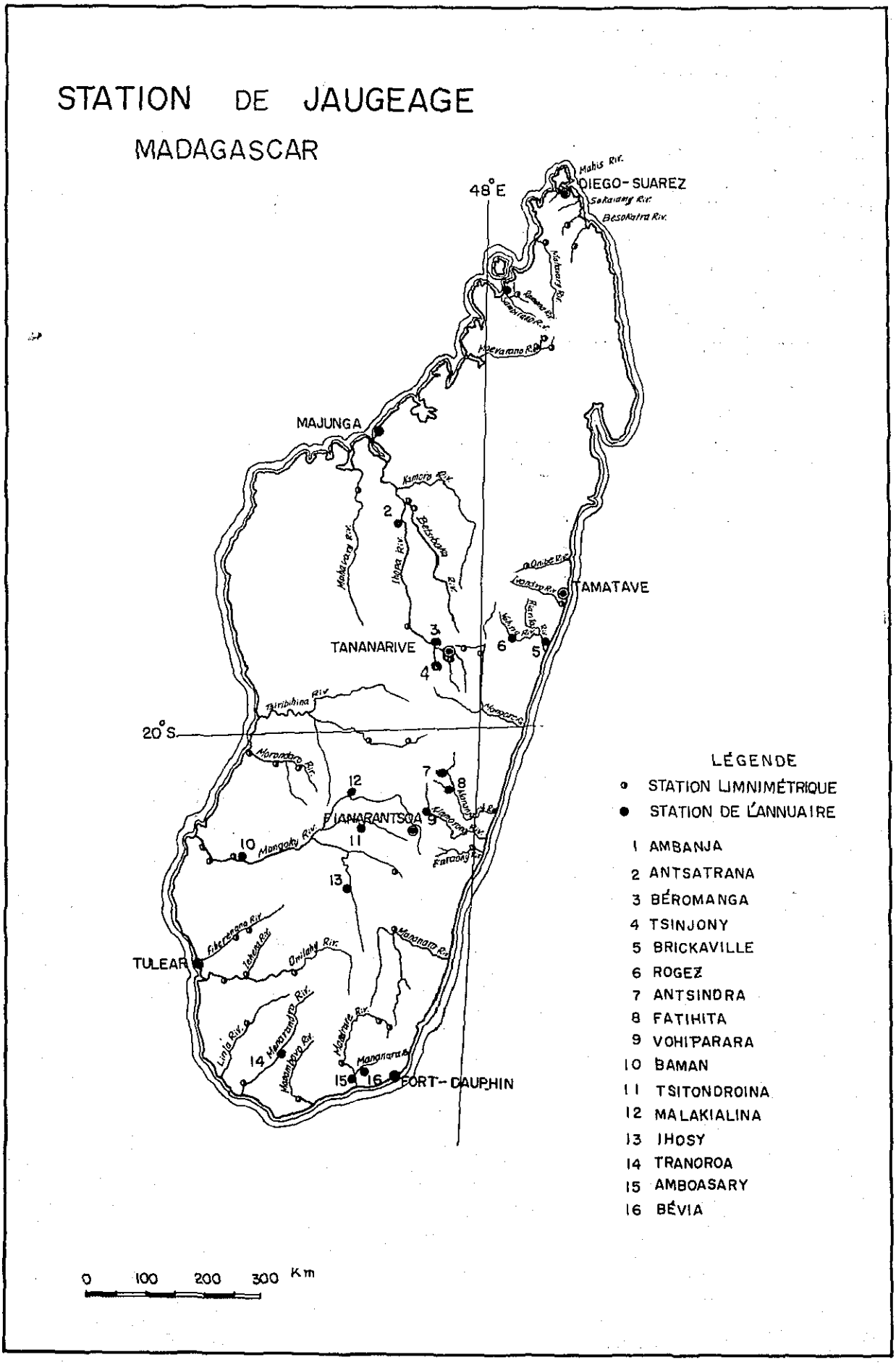
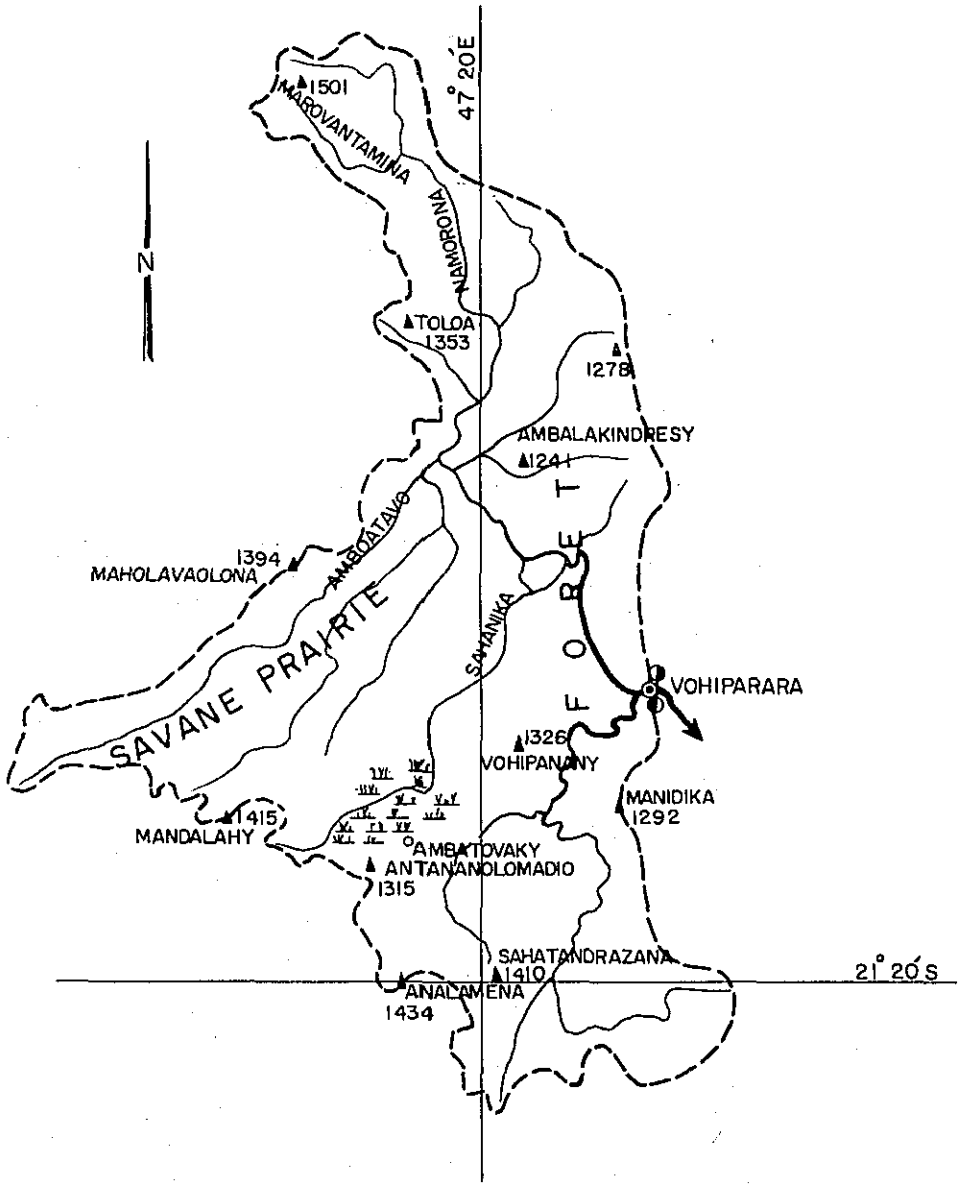

STATION DE JAUGEAGE
MADAGASCAR
48°E
20°S
DIEGO-SUAREZ
MAJUNGA
TAMATAVE
TANANARIVE
FIANARANTSOA
TULEAR
FORT-DAUPHIN
LÉGENDE
STATION LIMNIMÉTRIQUE
STATION DE L'ANNUAIRE
1 AMBANJA
2 ANTSATRANA
3 BÉROMANGA
4 TSINJONY
5 BRICKAVILLE
6 ROGEZ
7 ANTSINDRA
8 FATIHITA
9 VOHIPARARA
10 BAMAN
11 TSITONDROINA
12 MALAKIALINA
13 IHOSY
14 TRANOROA
15 AMBOASARY
16 BÉVIA
0 100 200 300 Km

Fig 3

BASSIN VERSANT DE LA NAMORONA A VOHIPARARA

SUPERFICIE DE BASSIN VERSANT : 380 Km^2



0 2 4 6 Km

LA NAMORONA A VOHIPARARA

Superficie du basin versant : 380 km^2

année 1952 - 53

Altitude du zéro de l'échelle : 1.100 m environ — Station en service depuis 1951

Débits journaliers en 1952-53 (m^3/s).

JOUR	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN
1	12,8	7,6	8,1	6,0	5,0	8,4		8,9	10,7	35	10,9	9,5
2	12,1	8,2	8,9	5,8	5,0	9,5		8,1	11,1	26,8	10,6	10,7
3	13,1	8,3	11,3	5,6	5,8	11,4		7,6	12,7	20,7	10,3	12,3
4	12	8,4	10,3	5,4	7,0	13		7,1	16	23,3	10,1	13,4
5	11,7	8,9	9,7	5,4	13,7	12,1		14,8	29	21,6	9,6	12,6
6	11,1	10,7	9,5	5,3	14,3	11,7		16,3	41	17,8	10,3	11,7
7	10,6	11,4	9,1	6,2	16,0	8,9		17,8	31,2	17,4	9,8	10,7
8	10,3	10,9	8,9	8,9	16,9	8,2		18,2	25	15,2	9,1	9,7
9	10,3	10,1	8,2	9,5	19,0	8,3		19,2	20,2	14,6	11,1	12,1
10	10,2	10,0	7,6	11,4	24,0	10,1		19,0	21,6	14,3	11,4	12,0
11	10,1	8,9	7,3	10,2	26,8	12,1		16,9	26,8	12,8	11,7	13,4
12	10,3	9,2	7,0	8,6	38,5	13,6		17,8	31,2	12,8	12,3	14,8
13	9,8	9,1	6,8	7,0	31,2	14,3		16,9	32	12,1	12,8	13,9
14	9,6	9,0	6,6	5,8	25	12,8		15	30,4	12	13,1	12,3
15	9,5	9,2	6,4	5,6	17,8	12,1		13,1	23,3	11,7	12,3	10,7
16	9,5	10,1	6,2	5,4	15	11,4		12	20,7	11,4	12,6	9,8
17	10,5	10,3	6,1	5,2	11,7	12,6		13,1	17,8	10,1	11,1	9,7
18	10,1	12,3	6,3	5,3	10	12,1		14	16,3	11,1	10,6	9,8
19	9,5	13,6	6,6	5,8	8,2	11,7		12,1	15	10,9	9,6	14,4
20	9,1	15,2	8,6	5,6	6,7	11,4		11,1	16,5	10,7	8,9	41
21	9	14,8	9,1	5,4	6,1	12,8		10,2	17,8	11,4		46,4
22	8,9	12,8	9,5	5,2	5,8	12		8,9	17,4	12,1		35
23	8,7	11,3	10,7	5,1	6,1	10,3		8,2	16,9	12,8	8,9	20,5
24	8,6	8,2	11,6	5,0	6,4	8,9		9,5	16	12,8	8,6	15
25	8,2	8	10,6	5,0	7,6	7,6		9,8	15,2	14	8,4	13
26	7,9	8	8,7	5,0	8,2	7,0		10,3	14,3	13,4	8,7	11,7
27	7,5	7,6	7,6	5,0	7,0	8,9		10,7	13,6	13,1	8,2	11,1
28	7,6	7,1	7,0	5,0	8,9	10,7		10,5	14,6	12,3	8	10,7
29	8	6,8	6,8	5,0	11,4	11,4			16	11,4	8,2	10,2
30	7,9	7	6,6	5,0	10,7	9,5			19	11,1	8,1	9,8
31	7,9	8,9		5,0		8,2			34,5		8,3	
Debits Mensuels 1952-53	9,8	9,7	8,3	6,1	13,2	10,7		12,8	20,8	14,9	10,1	14,9

Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques en mm

Pluviométrie en 1955 - 56 (en millimètres)

Ambohimahasoa	11	42	62	22	168	167	148	152	407	53	10	118	1360
Fianarantsoa	4	15	44	6	181	295	213	143	276	12	9	24	1223
Ifanadiana	50	108	63	41	272	303	350	220	417	48	65	349	2286
Hauteur d'eau moyenne sur B.V	15	45	55	20	200	250	215	160	360	35	20	125	1500

Débits moyens mensuels (en m^3/s)

Debits1952-53													

annee 1953-54

Débits journaliers en 1953-54 (m^3/s) JOUR	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm)
1	10,8	10,4	12,3	9,27	8,02	9,9	15,1	33,0	33,8	20,6	13	12,2	
2	10,7	11,0	13,8	8,60	9,95	11,4	14,3	47,8	56	28,0	12,6	11,7	
3	10,4	10,8	16,2	8,60	8,14	12,0	13,8	47,8	47	33,8	12,2	11,5	
4	9,9	12,3	18,1	8,48	8,02	27,9	14,2	38,4	36,7	38,0	13,6	11,4	
5	10,5	12,0	16,8	8,60	7,79	24,2	18,6	34,6	28,3	39,8	15,5	9,9	
6	11,1	10,8	15,7	8,37	8,48	17,3	21,8	47,4	27,2	32,6	14,7	8,6	
7	9,9	11,8	12,3	8,14	7,91	14,7	17,8	38,4	26,8	24,2	14,0	10,7	
8	11,7	15,7	11,7	7,91	8,37	12,8	14,7	33,8	33,0	20,9	13,6	12,0	
9	12,2	17,3	11,1	7,79	7,91	11	11	29,9	24,9	19,7	13,3	12,3	
10	12,9	14,0	10,8	7,68	7,45	11,9	9,41	27,9	23,8	19,4	12,9	11,7	
11	12,3	16,0	10,5	7,68	7,24	13,8	9,81	44,2	29,9	19,1	12,6	12,9	
12	11,1	31,1	11,0	7,45	6,40	12,0	9,14	79	33,8	18,4	12,2	18,6	
13	10,7	46,4	9,81	7,24	5,73	11,4	9,68	72	38,4	17,3	12,9	19,4	
14	12,2	46,0	9,95	7,91	5,64	12,9	28,3	67	43,7	16,8	13,8	16,4	
15	13,8	33,8	12,3	8,14	5,54	11,4	400(1)	39,3	47	17,1	14,7	13,8	
16	13,1	20,9	14,7	8,02	5,45	12,2	310	31,8	37,2	16,8	14,9	13,6	
17	12,0	15,3	14,2	7,91	5,36	11,7	116	27,6	27,9	18,4	14,2	14,0	
18	10,9	13,6	20,3	7,56	6,71	10,5	53	24,9	25,3	17,8	14,0	13,3	
19	10,8	12,6	18,1	7,45	6,30	14,7	63	23,8	22,4	17,6	13,5	12,3	
20	10,8	10,4	13,3	7,68	6,40	13,3	134	26,0	21,2	16,8	12,6	11,7	
21	10,9	12,9	11,1	7,45	6,11	12,2	84	30,3	20,0	16,6	13,3	12,2	
22	11,8	14,3	11,0	8,02	5,27	9,95	66	33,8	18,9	16,2	14,7	12,9	
23	12,5	13,8	8,9	7,91	5,00	8,25	58	30,7	18,6	15,5	14,7	14,2	
24	12,6	13,3	10,4	7,79	5,27	7,45	42,8	24,9	18,6	14,9	14,3	14,7	
25	12,0	12,3	12,2	7,24	4,82	6,82	52,1	24,6	19,4	14,7	13,6	15,7	
26	11,4	9,9	14,7	6,82	6,40	13,8	62	25,3	19,4	14,5	12,9	14,0	
27	11,4	9,8	13,3	6,40	18,1	12,9	55	22,4	19,7	14,3	13,1	12,6	
28	10,7	13,1	12,2	6,21	16,4	12,0	60	19,7	19,4	14,2	13,3	11,4	
29	11	12,2	11,4	6,02	11,7	11,7	46,4		19,7	14,0	12,9	11,1	
30	9,8	11,4	9,8	5,92	8,37	11,4	35,9		20,9	13,8	12,6	10,8	
31	9,5	10,8		5,73		11,1	31,8		20,0		12,5		
Débits mens. 1953 54 bruts	11,92	16,31	12,87	7,61	7,67	12,74	60,57	36,7	28,39	20,06	13,52	12,93	20,11
Pluviométrie en 1953 - 54 (en millimètres)													
Ambohimaha	34	75	103	3	59	279	453	250	111	61	26	29	1483
Fianarantsoa	18	31	39	7	90	256	406	204	119	73	27	16	1286
Ifanandiana	193	288	151	18	177	335	625	344	503	111	75	106	2926
Hauteur d'eau moyenne sur le B.V.													
	10,74	12,94	10,43	6,66	10,71	9,79	37,87	22,61	24,36	16,45	12,03	16,51	15,92

Crue maximum observee : 400 m^3/s 1954
(1) Inonation jusqu'à Vohiparara

annee 1962 - 55

Débits journaliers en 1954-55 (m^3/sec) JOUR	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/sec) et totaux pluviométriques en mm.
1	10,7	8,87	6,92	5,83	3,97	12,5	13,8	12,9	16,8	19,4	11,4	9,68	
2	10,4	8,60	6,82	6,21	3,97	9,9	19,4	11,7	12,9	10,7	10,7	8,60	
3	10,8	8,48	6,61	5,92	4,70	12,3	33,8	16,4	11,4	9,9	10,4	8,60	
4	11,4	8,37	6,50	5,73	5,45	9,27	38,0	26,0	10,7	9,27	11,4	8,48	
5	11,2	8,14	6,61	5,45	9,27	7,45	26,4	20,9	11,4	8,37	11,4	8,25	
6	12,6	8,02	6,82	5,09	10,4	12,2	19,4	16,8	11,7	11,4	10,7	9,27	
7	12,2	7,91	6,61	5,00	6,92	13,3	24,6	12,9	12,2	13,8	10,4	9,00	
8	11,9	7,91	6,50	4,91	5,36	9,00	40,2	9,27	13,8	12,9	11,0	8,60	
9	11,7	8,14	6,40	4,73	5,00	6,50	41,5	9,00	21,8	12,3	10,2	8,02	
10	9,9	9,54	6,30	4,70	4,50	6,02	42,4	8,87	16,0	12,9	10,5	8,60	
11	11,4	9,41	6,21	4,73	4,20	5,27	42,4	8,37	11,4	13,6	9,9	8,87	
12	11,1	9,27	6,02	5,36	4,10	5,00	43,3	7,91	12,2	13,3	9,41	9,27	
13	10,7	8,14	5,92	6,61	4,00	11,5	42,0	9,9	9,9	13,8	9,14	10,7	
14	10,5	11,4	5,92	6,30	5,00	22,4	25,3	12,2	10,7	12,6	9,00	12,0	
15	10,2	12,9	6,02	6,02	16,8	33,8	46,0	12,9	14,3	9,9	8,60	15,7	
16	9,81	13,8	5,83	4,91	22,4	20,6	38,0	10,7	11,4	13,3	8,37	13,5	
17	9,54	12,8	5,83	4,70	13,5	18,9	31,8	9,27	9,27	12,6	8,25	10,7	
18	9,41	10,4	5,73	4,50	9,00	16,0	21,8	12,6	9,9	12,3	11,4	11,4	
19	9,27	12,3	5,64	5,00	7,03	16,8	19,1	10,8	35,9	12,2	15,7	10,2	
20	9,14	20,0	9,41	5,00	5,45	25,3	17,8	9,9	33,8	11,4	16,4	9,54	
21	9,14	16,8	11,4	5,09	4,60	15,7	20,9	8,6	31,8	12,3	14,0	9,27	
22	9,00	14,0	9,81	4,70	4,35	11,9	18,4	8,37	19,4	13,8	12,9	9,9	
23	8,87	10,8	8,60	4,50	4,15	9,9	14,7	9,9	11,4	12,6	12,6	11,1	
24	8,87	10,2	8,02	4,35	4,10	8,02	12,0	11,4	13,8	11,4	12,0	11,0	
25	8,73	9,00	7,45	4,35	4,20	7,03	8,60	20,9	16,8	11,7	11,7	11,4	
26	8,60	8,48	6,61	4,60	9,00	6,40	11,4	32,2	18,6	13,6	11,5	8,02	
27	8,48	8,02	5,73	4,45	7,68	13,8	12,9	26,0	20,0	13,3	11,5	8,60	
28	8,37	7,68	5,54	4,25	9,9	11,4	16,4	21,8	29,9	12,9	11,4	10,7	
29	8,48	7,45	5,45	4,10	25,3	8,60	15,3		47	12,3	11,1	9,27	
30	9,14	7,24	5,36	4,05	16,8	7,68	14,0		40,2	12,0	11,7	8,60	
31	8,60	7,03		3,97		12,2	14,2		29,9		10,2		
Débits mensuels 1954-55	10,00	10,04	6,75	5,00	8,04	12,47	25,35	13,87	18,59	12,39	11,12	9,89	11,97
Pluviométrie en 1954-55 (en millimètres)													
Ambohimahasoa	10	26	15	11	233	316	357	100	270	12	14	18	1382
Fianarantsoa	3	11	12	35	142	145	305	71	125	12	4	26	891
Ifanadiana	45	62	29	41	85	326	487	374	371	88	35	85	2028
Débits moyens mensuels (en $m^3/sec.$)													
Periode 1951-55	10, 30	11,84	9,15	6,20	9,58	10,49	28,35	19,84	22,07	15,07	11,73	13,67	14,02

Crue maximum observée : 400 m^3/s (1954)

Nota : Renseignements pluviométriques insuffisants pour l'établissement d'un bilan hydrologique.

annee 1955 - 56

Débits journaliers en 1955-56 (m^3/s). JOUR	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques en mm
1	8,02	9,00	5,45	4,30	3,86	6,92	12,9	38,0	20,9	15,3	10,8	9,9	
2	8,37	8,87	5,16	4,35	3,81	7,45	18,1	29,9	24,2	14,2	12,9	9,81	
3	8,14	8,60	5,09	4,30	3,81	11,4	22,4	22,4	19,4	13,8	12,3	9,68	
4	8,02	8,37	4,91	4,30	4,05	9,9	20,0	23,1	26,0	13,5	11,7	9,81	
5	7,91	8,02	4,82	4,30	4,20	8,87	20,9	24,2	42	13,3	11,4	10,7	
6	7,68	7,45	4,65	4,30	4,60	8,37	33,8	26,0	54	13,1	10,8	11,2	
7	8,48	7,24	5,36	4,25	4,10	6,92	38,0	40,2	33,8	12,9	10,5	12,0	
8	7,24	6,82	5,64	4,30	4,05	6,40	47	54,0	24,2	12,8	10,2	11,4	
9	7,24	6,21	5,36	4,25	3,97	8,50	73	49	20,9	12,6	10,0	10,8	
10	7,13	6,02	5,27	4,25	3,94	14,7	56	47	19,4	12,5	11,1	10,0	
11	7,13	6,40	5,18	4,20	3,91	15,7	47	47	18,9	12,3	10,8	9,68	
12	7,24	9,9	5,09	4,20	3,91	18,1	38,0	40,2	18,4	12,3	10,5	9,41	
13	8,02	9,54	5,09	4,15	3,91	19,4	29,9	51	18,1	12,2	10,4	9,00	
14	9,9	9,41	5,03	4,15	3,86	18,1	22,4	49	17,3	12,3	10,0	8,48	
15	8,6	9,14	4,82	4,10	3,81	16,6	19,4	39,8	16,6	12,9	9,9	8,60	
16	9,27	8,73	4,75	4,10	3,76	15,0	20,9	31,5	18,1	13,3	9,81	9,41	
17	9,9	8,14	4,65	4,05	3,55	18,1	26,0	29,9	19,4	14,3	9,81	9,68	
18	10,4	6,71	4,65	4,05	3,50	19,4	22,4	24,2	21,8	15,1	9,68	9,9	
19	10,9	5,54	4,60	4,00	3,55	18,1	18,9	22,4	20,9	16,0	9,41	9,81	
20	11,2	6,21	4,50	4,00	3,60	16,8	16,8	21,5	18,4	18,4	9,81	9,54	
21	11,1	6,02	4,45	4,00	3,88	16,4	15,0	20,6	17,3	20,0	9,9	9,27	
22	10,7	5,64	4,45	3,97	6,40	18,1	16,4	19,7	16,4	19,4	10,0	8,87	
23	10,4	5,45	4,40	3,97	16,8	17,8	19,1	19,1	15,1	16,8	11,2	8,60	
24	10,5	5,27	4,35	3,94	9,9	14,7	22,4	18,6	16,8	14,0	13,5	8,37	
25	10,9	5,18	4,30	3,94	8,02	11,2	27,6	17,8	18,1	12,9	12,3	8,25	
26	11,2	5,00	4,25	3,94	7,03	8,60	40,2	17,3	19,7	12,3	11,4	8,14	
27	13,8	4,91	4,25	3,94	9,14	8,37	110	40,2	21,8	12,0	10,8	8,60	
28	14,7	4,82	4,20	3,91	8,60	7,03	142	33,0	20,9	11,4	10,5	8,48	
29	13,8	5,83	4,15	3,91	8,37	6,82	87	29,1	18,9	11,1	10,4	8,37	
30	12,9	5,64	4,10	3,91	7,68	7,45	66		16,8	10,5	10,2	8,14	
31	11,4			3,86		8,60	52		16,4		10,0		
Débits mensuels 1955-56	9,75	6,96	4,77	4,10	5,45	12,58	38,8	31,9	21,6	13,8	10,71	9,46	14,12
Pluviométrie en 1955-56 (en millimètres)													
Ambohimahasoa	16	29	10	17	85	224	550	105	95		23	21	
Fianarantsoa	8	18	2	4	67	182	598	96	108	14	15	12	1124
Ifanadiana	86	30	44	19	114	267	773	587	256	90	55	47	2368
Débits moyens mensuels (en m^3/s)													
Période	10,16	10,62	8,05	5,67	8,55	10,91	30,9	22,3	22,0	14,8	11,53	12,83	14,03

Crue maximum observée : 400 m^3/s (1954)

Nota : Renseignements pluviométriques insuffisants pour l'établissement d'un bilan hydrologique.

annee 1964 - 57

Débits journaliers en 1956-57 (m^3/s) JOUR	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm)
1	7,91	7,68	5,00	5,45	3,60	9,27	11,5	14,2	9,14	35,5	12,6	8,87	
2	7,79	7,79	5,27	5,00	3,60	8,02	10,0	13,3	8,37	29,5	13,1	8,73	
3	8,02	7,91	5,36	4,70	3,55	7,68	17,1	15,7	12,8	22,4	13,8	8,60	
4	7,91	7,79	5,27	4,45	3,55	7,03	23,1	21,8	12,2	18,9	13,1	8,02	
5	7,79	7,68	5,18	4,40	3,50	6,40	15,3	46,0	10,5	17,3	12,5	8,87	
6	8,02	7,45	5,09	4,35	3,45	5,64	10,5	38,9	9,0	15,3	12,0	8,73	
7	8,37	7,03	4,91	4,25	4,10	5,00	11,1	28,3	12,0	15,7	11,7	8,60	
8	8,14	6,71	4,82	4,20	5,00	4,70	11,9	26,8	15,7	16,8	11,2	8,37	
9	7,91	6,40	4,75	4,15	4,65	4,50	14,0	21,8	15,5	17,6	10,9	8,48	
10	7,68	6,21	4,70	4,10	4,35	4,35	16,6	16,0	16,4	18,1	11,1	9,68	
11	7,56	6,11	4,65	4,05	4,10	4,25	24,6	13,8	17,1	16,6	11,4	10,4	
12	7,45	6,02	4,60	4,00	4,00	4,65	35,5	12,6	14,0	17,3	10,9	10,2	
13	7,24	5,92	4,50	3,97	3,97	8,87	26,0	11,9	16,0	19,1	10,7	10,0	
14	7,34	5,92	4,45	3,97	3,91	9,27	14,0	12,0	18,4	19,4	10,4	10,0	
15	7,56	5,83	4,45	3,97	4,00	6,61	15,1	13,3	23,1	18,9	10,2	9,9	
16	7,45	5,73	4,45	3,94	4,20	5,00	16,2	14,3	22,4	19,7	10,0	9,81	
17	7,34	5,64	4,45	3,94	4,30	10,2	16,0	12,3	15,7	21,2	9,54	9,68	
18	7,13	5,36	4,45	3,91	4,50	9,54	16,4	11,2	14,2	22,4	9,41	9,27	
19	7,03	5,27	4,45	3,91	6,71	11,9	17,3	10,2	15,3	19,7	9,27	8,73	
20	6,82	5,18	4,40	3,91	5,92	14,2	25,3	9,54	16,0	17,1	9,54	8,37	
21	6,71	5,09	4,40	3,91	5,27	12,8	32,2	10,8	16,6	15,7	9,27	8,02	
22	6,82	5,00	4,40	3,86	4,91	13,6	35,5	10,7	18,9	15,3	9,00	8,02	
23	6,92	5,00	4,35	3,86	4,70	19,7	45,5	10,5	18,6	14,5	9,00	7,68	
24	7,03	5,00	4,40	3,81	5,36	17,6	51	10,5	18,9	13,8	8,87	7,56	
25	6,92	5,00	4,50	3,81	7,45	18,6	33,4	10,2	17,3	12,9	9,00	7,79	
26	7,03	5,18	5,45	3,76	8,73	11,5	20,6	10,4	17,8	12,3	8,87	8,25	
27	7,34	5,09	7,68	3,71	20,9	8,87	14,7	9,81	22,8	12,8	8,48	9,27	
28	7,79	5,09	7,45	3,71	24,2	7,91	16,2	9,9	29,5	12,8	8,73	10,7	
29	7,91	5,00	6,92	3,66	15,7	8,60	15,7		49	11,9	9,14	9,9	
30	7,79	5,00	5,83	3,60	9,41	12,5	13,1		51	11,9	9,27	9,68	
31	7,79	4,91		3,60		12,9	12,5		40,2		9,00		
Débits mensuels 1956-57	7,50	5,97	5,02	4,06	6,39	9,41	20,6	15,9	19,2	17,7	19,6	9,0	10,9
Pluviométrie en 1956-57 (en millimètres)													
Ambohimahasoa	29	4	33	3	104	181	329	112	222	61	12	10	1100
Fianarantsoa	39	2	77	7	195	198	304	100	262	15	1	5	1198
Ifanadiana	48	15	89	0	332	202	362	203	472	245	65	108	2141
Débits moyens mensuels (en m^3/s)													
Période 1951-57	9,63	9,69	7,45	5,35	8,12	10,7	28,9	21,2	21,5	15,3	11,4	12,2	13,4

Crue maximum observée : 400 m^3/s (1954)

Nota : Renseignements pluviométriques insuffisants pour l'établissement d'un bilan hydrologique.

année 1957 - 58

Débits journaliers en 1957-58 (m^3/s)	JOUR	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm)
	1	8,8	5,8	5,5	3,3	2,8	8,2	14,4	21,4	31,2	14,6	8,1	8,9	
	2	8,2	5,7	5,4	3,2	2,7	9,9	12,9	21,1	23,4	13,9	9,3	8,2	
	3	7,6	5,6	5,2	3,2	2,6	19,8	11,0	24,4	24,4	13,6	10,4	8,3	
	4	6,9	5,5	4,9	3,1	3,2	46	9,3	27,9	31,2	12,7	11,0	8,9	
	5	6,8	5,4	5,6	3,1	4,6	34,0	7,2	22,4	99	12,9	10,4	10,3	
	6	7,4	6,1	7,2	3,0	4,0	21,6	5,8	17,3	100	13,2	10,2	11,5	
	7	7,2	9,3	12,7	3,0	3,7	20,1	4,9	15,2	83	14,1	9,6	12,7	
	8	7,0	8,8	11,9	2,9	3,2	16,5	4,5	14,1	70	12,7	9,2	11,9	
	9	6,9	8,0	10,3	2,9	2,7	11,0	4,3	14,1	51	12,4	8,9	10,4	
	10	6,8	7,4	8,2	2,8	2,3	10,3	4,0	20,6	35,4	12,0	8,2	9,6	
	11	6,8	6,2	7,2	2,7	2,4	8,1	3,8	19,8	26,5	11,9	8,0	9,6	
	12	6,7	5,7	6,6	2,7	3,1	9,5	4,8	16,9	23,4	12,0	8,9	10,7	
	13	6,6	5,5	5,9	2,7	7,0	8,0	9,9	14,4	22,4	12,5	10,4	10,3	
	14	6,5	5,3	5,2	2,6	20,3	8,1	10,7	10,9	25,5	12,2	11,0	9,6	
	15	6,4	5,2	4,9	2,7	32,1	8,9	10,6	9,2	22,9	11,9	10,3	8,9	
	16	6,4	4,9	4,8	2,8	22,4	15,6	9,9	10,4	20,8	11,2	10,2	8,9	
	17	6,4	4,9	4,7	5,2	11,5	17,1	11,3	12,2	25,1	10,9	9,6	8,6	
	18	6,5	4,8	4,5	5,6	5,6	17,5	13,7	11,2	33,5	12,2	8,9	8,2	
	19	6,5	4,7	4,4	6,6	4,9	14,4	10,4	10,3	29,0	12,4	8,3	8,0	
	20	6,6	4,9	4,3	7,2	4,4	11,9	9,3	9,6	20,8	12,2	8,9	7,7	
	21	6,9	5,2	4,2	6,9	4,0	9,3	14,3	12,4	17,9	11,7	9,5	7,6	
	22	6,8	5,1	4,1	7,5	3,2	7,3	14,1	14,1	16,0	11,3	8,9	7,5	
	23	6,7	4,9	4,0	7,4	2,6	5,7	13,2	12,7	14,6	11,2	8,2	7,7	
	24	6,6	4,9	3,9	7,5	2,3	4,8	16,9	12,4	15,2	10,9	9,6	7,5	
	25	6,5	4,8	3,9	8,3	2,2	8,5	18,3	12,5	15,2	10,3	11,0	7,3	
	26	6,4	4,7	3,8	9,9	2,1	11,9	19,5	16,9	13,4	9,7	12,4	7,2	
	27	6,3	4,6	3,7	5,8	2,9	17,3	22,7	34,9	13,7	9,3	11,3	7,2	
	28	6,2	4,9	3,6	4,7	3,9	17,7	27,9	50	16,0	8,9	10,3	7,7	
	29	6,1	5,2	3,5	4,2	5,6	18,5	37,7		14,3	8,5	9,6	8,8	
	30	6,0	5,9	3,4	3,4	9,3	17,1	36,7		15,2	8,0	9,3	9,6	
	31	5,9	5,7		2,9		16,0	27,6		15,0		9,2		
		6,8	5,7	5,6	4,5	6,1	14,5	13,6	17,5	31,1	11,7	9,6	9,0	11,3
Pluviométrie en 1957-58 (en millimètres)														
Ambohimahasoa		5	17	8	49	110	239	262	216	316	1	10	29	1262
Fianarantsoa		4	4	8	64	96	297	365	189	183	9	12	35	1266
Ifanadiana		60	69	49	25	41	321	299	386	456	53	85	85	1929
Hauteur d'eau moyenne sur le B.V.		23	30	22	46	82	285	308	263	318	21	35	49	1482
Débits moyens mensuels (en m^3/s)														
Période 1951-59		9,6	9,6	7,0	4,9	7,3	11,9	28,5	20,4	30,2	17,5	11,7	11,6	14,2

542 mm Dm : 535 mm Crue maximum observée : 400 m^3/s(1954)

Coefficient d'écoulement : 63.5 % Rm : 68,5 %

année 1958 - 59

Débits journaliers en 1958-59 (m^3/s)	JOUR	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm)
	1	11,0	7,6	6,8	7,2	9,3	2,7	41	19,8	27,2	91	22,4	14,8	
	2	15,4	7,4	6,7	6,6	9,9	2,7	34,9	18,3	20,1	73	21,9	14,6	
	3	18,5	7,2	6,5	6,0	12,0	2,6	40	18,8	22,9	65	21,6	14,4	
	4	27,2	7,2	6,2	5,5	8,9	2,5	35,4	19,3	29,0	62	21,1	14,3	
	5	22,4	7,0	6,1	5,6	6,7	2,4	30,0	19,8	29,0	60	20,6	14,1	
	6	18,5	7,2	5,8	5,9	5,2	2,6	29,3	21,4	61	52	20,3	13,9	
	7	16,5	6,9	5,7	5,8	5,4	2,9	32,6	20,1	56	45	20,1	13,7	
	8	12,7	7,0	5,6	5,7	5,1	16,5	36,7	20,3	32,1	43	19,5	13,7	
	9	11,9	7,6	5,4	5,6	4,5	22,7	33,0	23,7	24,1	42	19,3	13,6	
	10	11,0	8,0	5,4	5,5	4,0	17,7	30,4	38,6	22,4	40	19,0	13,6	
	11	9,9	8,9	8,2	5,2	4,2	12,2	34,0	35,8	21,1	38,6	18,5	13,4	
	12	10,0	12,7	13,6	4,8	4,5	7,6	41	34,0	21,6	36,7	18,3	13,4	
	13	11,0	18,5	15,4	4,6	4,8	13,2	62	34,0	26,2	34,0	17,9	13,9	
	14	11,9	23,7	12,7	4,3	4,8	21,1	67	33,0	23,4	33,0	17,9	13,7	
	15	12,7	31,6	10,3	4,6	6,0	44	34,4	27,6	22,7	30,4	17,7	13,6	
	16	14,4	30,0	9,6	4,5	7,0	32,1	25,5	25,1	21,4	30,0	17,7	13,6	
	17		29,0	9,9	4,4	6,5	27,9	22,4	20,1	22,9	30,0	17,7	13,6	
	18	12,4	27,2	10,3	4,3	5,4	32,1	19,8	18,5	25,8	31,2	17,5	13,6	
	19	10,3	23,7	10,2	4,6	4,2	34,4	18,3	16,9	32,6	30,4	17,3	13,4	
	20	10,2	18,5	9,6	4,8	3,7	26,2	16,7	15,0	67	28,6	17,1	13,4	
	21	9,9	17,5	8,9	4,9	4,0	26,1	15,0	13,9	114	27,9	16,9	13,2	
	22	9,6	16,5	9,3	5,6	4,4	18,3	13,9	14,1	108	26,2	16,7	12,9	
	23	9,3	15,2	9,6	5,9	3,9	16,9	15,8	12,9	88	24,8	16,5	12,9	
	24	8,5	14,4	9,0	6,1	3,4	14,6	15,0	12,4	78	23,7	16,2	12,7	
	25	8,2	13,6	8,8	6,2	3,2	17,3	16,0	13,6	110	23,2	16,0	12,5	
	26	7,7	12,4	8,2	6,9	3,0	18,5	15,6	14,6	244	22,9	15,8	12,4	
	27	7,4	11,0	7,8	7,4	2,9	20,6	16,9	20,6	265	23,7	15,4	12,0	
	28	7,2	9,6	7,9	8,0	2,8	33,5	18,3	32,6	275	24,8	15,4	12,2	
	29	6,9	8,9	8,2	8,2	2,7	36,3	19,3		400(1)	23,7	15,2	12,5	
	30	6,8	7,7	7,7	8,9	2,6	34,0	17,5		196	22,7	15,0	12,7	
	31	7,0	7,2		9,9		39,5	16,0		137				
Débits mensuels 1958-59		11,9	13,9	8,5	5,9	5,2	19,4	27,9	22,0	84,6	38,0	18,0	13,4	22,5
Pluviométrie en 1958-59 (en millimètres)														
Ambohimahasoa		50	55	44	36	74	229	232	147	549	11	0	0	1427
Ifanadiana		24	41	84	26	46	374	329	131	421	10	8	7	1501
Fianarantsoa		64			168	97	312	515	344	1153	83	10	30	
Hauteur d'eau moyenne sur le B.V.		47	49	65	78	74	310	365	211	719	36	7	13	1974
Débits moyens mensuels (en m^3/s)														
Période 1951-59		9,6	9,6	7,0	4,9	7,3	11,9	28,5	20,4	30,2	17,5	11,7	11,6	14,2

Déficit d'écoulement : 103 mm Dm : 520 mm Crue maximum observée : 400 m^3/s (1954 et 29-3-59)

Coefficient d'écoulement : 95 % Rm : 69,5 %

(1) Maximum estimé

année 1960 - 61

Débits journaliers en 1960-61 (m^3/s)

JOUR	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN
1	5,28	5,6	2,88	3,04	1,5	6,8	16,5	8	4	7,64	5,2	3,84
2	5,12	4,16	2,8	2,88	1,4	8	25	7,04	3,76	8	5,84	3,76
3	4,8	3,92	2,8	3,04	1,4	8,78	34,4	5,84	3,84	10,8	5,6	3,6
4	4,64	3,76	2,72	2,88	1,4	4	26,75	5,6	5,6	9,3	5,44	3,52
5	4,4	3,68	2,64	2,72	1,4	3,76	19	5,6	8	9,04	4,88	3,44
6	4,32	3,52	2,64	2,72	1,4	5,36	10,8	5,36	7,52	8,13	4,8	3,44
7	4,4	3,52	2,72	2,64	1,4	3,6	16,5	5,12	7,76	7,76	4,48	3,36
8	4,8	3,44	2,8	2,4	1,3	4,32	25,7	4,64	8,65	6,92	4,24	3,36
9	5,04	3,36	2,72	2,32	1,2	9,3	34,4	5,2	7,76	6,2	4,16	3,28
10	6,56	3,36	2,72	2,4	1,2	19	36	5,6	8,65	5,6	4,16	3,28
11	6,08	3,28	2,64	2,64	1,2	16,5	25	5,28	9,3	8	4,08	3,2
12	6,56	3,28	2,56	3,04	1,2	12,08	17,75	6,56	8	7,16	4,08	3,12
13	7,52	3,2	2,56	3,6	1,1	11,92	10,5	5,44	5,84	9,9	3,92	3,36
14	7,64	3,12	2,72	3,52	1,1	17	9,3	4,64	8	10,5	3,76	4
15	7,52	3,12	2,96	3,2	1,1	14,1	8,26	4,16	13,5	8,65	3,52	6,8
16	6,8	3,04	3,2	3,04	1,1	8,52	7,4	4,96	13,5	7,4	4	6,56
17	5,6	3,04	4,8	2,8	1	7,76	6,32	9,3	11,6	11,6	4,16	6,44
18	5,36	3,04	4,96	2,24	1	8,65	9,3	12,5	32	9,3	4,48	6,2
19	4,4	2,96	4,64	2,16	1	8,78	12,9	15,5	73,8	7,28	5,84	5,52
20	4,24	2,96	3,84	2,32	1,2	7,76	15,1	12,08	42,75	7,4	5,6	5,12
21	4,16	2,96	4,72	2,56	2,16	6,2	16,5	9,3	22	10,8	5,44	4,4
22	4	2,88	4,24	2,48	3,12	5,28	19	6,2	15,7	12,5	5,2	3,52
23	3,84	2,96	3,6	2,32	2,72	4,64	21,7	4,8	22,6	10,8	4,8	3,84
24	3,76	3,04	3,28	2,16	2,4	3,6	28,5	4,24	22	9,17	4,48	3,68
25	4,4	3,2	3,12	2,08	2,24	2,96	36	4,8	14,5	8	4,32	3,6
26	7,4	3,12	2,96	2	2	2,64	28,5	5,6	12,5	7,04	4,24	3,6
27	10,5	3,04	2,8	1,84	1,84	4,8	25	5,36	9,3	6,2	4,16	3,84
28	11,76	3,04	2,8	1,68	1,68	6,8	22	4,8	10,8	5,72	4	4,4
29	10,8	3,04	2,96	1,68	2,16	16,5	18		11,6	5,28	3,84	5,28
30	9,04	2,96	3,2	1,6	3,36	17,75	12,9		10,2	5,04	3,76	6,2
31	7,4	2,96		1,5		16,5	9,6		8,52		3,84	
Débits mensuels 1960-61	6,06	3,3	3,2	2,5	1,6	8,82	19,5	6,55	14,31	8,23	4,52	4,25

Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm) : 6,9

Pluviométrie en 1960-61 (en millimètres)

Ambohimahasoa	
Fianarantsoa	
Ifanadiana	

Débits moyens mensuels (en m^3/s)

Période 1951-60	

Déficit d'écoulement

Coefficient d'écoulement :

Dm : Crue maximum observée : (1954 et 1959)

Rm : Crue centenaire estimée :

année 1961 - 62

Débits journaliers en 1961-62 (m^3/s)

JOUR	JUIL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN
1												
2	6,80	11,60	6,80	7,52	2,72	4,64	24,10	27,10	22,30	14,10	8,26	17,25
3	8,65	15,50	6,56	5,96	2,56	7,04	20,20	25,00	23,20	13,70	8,13	15,30
4	8,00	12,50	6,20	5,36	3,04	7,28	15,90	15,70	21,10	14,10	8,13	12,50
5	7,40	10,05	6,80	4,08	3,60	7,04	14,10	13,50	19,00	13,70	8,26	11,60
6	5,60	8,00	8,26	4,00	3,36	6,92	11,23	14,10	18,00	13,10	8,39	10,80
7	4,96	6,80	9,30	3,84	3,12	8,91	9,90	13,30	16,10	13,30	8,65	10,20
8	4,40	5,84	13,50	3,68	3,04	14,70	9,45	11,29	14,50	13,70	8,26	9,30
9	4,00	6,80	12,50	3,52	2,96	15,50	8,65	10,35	13,90	13,30	8,00	8,65
10	3,84	10,05	10,80	3,36	2,96	12,08	7,76	9,17	13,50	12,70	7,88	8,00
11	3,84	13,30	8,65	3,28	2,96	10,05	7,04	15,70	13,30	11,92	8,65	8,00
12	3,76	12,50	7,04	3,92	2,96	8,65	6,56	26,05	14,70	11,44	12,50	7,88
13	4,00	10,80	5,72	4,80	2,96	8,26	6,32	22,90	19,00	11,28	16,50	8,00
14	4,40	8,65	5,36	4,56	3,12	11,28	6,20	14,90	62,60	11,60	15,50	8,26
15	4,80	10,80	5,12	4,00	3,28	26,75	6,08	12,50	88,60	11,44	11,60	8,26
16	4,40	13,50	5,72	3,84	3,52	29,90	6,68	10,10	60,50	11,28	9,30	8,26
17	4,48	16,50	4,80	3,52	4,96	26,40	7,04	12,08	36,00	11,28	9,04	8,00
18	4,80	15,50	4,64	3,12	7,76	24,40	6,56	11,12	22,90	10,35	8,78	9,17
19	5,20	13,70	4,32	3,36	8,65	19,60	6,20	11,76	18,00	10,05	9,17	7,64
20	6,80	11,60	4,16	4,24	12,29	15,10	7,16	14,30	17,00	12,08	14,50	7,52
21	8,65	9,30	4,00	9,40	8,39	12,90	21,40	23,80	16,50	11,76	20,80	7,52
22	9,30	7,28	3,84	13,70	5,04	10,10	54,40	57,00	16,10	11,28	19,00	7,40
23	11,60	8,00	3,76	10,10	3,60	16,10	41,85	124,00	16,50	10,80	12,90	7,28
24	12,50	10,05	3,60	7,76	3,12	16,10	28,15	96,00	17,25	10,50	12,08	7,16
25	16,50	9,30	3,52	6,80	2,88	15,70	38,70	84,60	18,00	10,05	11,12	7,16
26	15,50	9,04	3,44	5,60	2,64	18,25	40,05	64,00	16,50	9,75	12,70	7,04
27	13,50	12,50	3,84	5,12	3,04	30,60	24,40	29,55	15,30	9,45	11,92	6,80
28	12,50	13,70	6,80	4,32	3,76	41,40	15,10	24,10	13,90	9,30	10,80	6,68
29	11,60	11,60	14,50	3,28	6,92	27,10	12,08	22,60	12,90	9,04	9,30	6,56
30	9,30	10,05	12,08	3,04	5,28	22,00	11,00		12,50	8,65	8,78	6,32
31	8,00	8,00	8,65	2,88	4,24	26,05	8,39		12,70	8,26	9,17	5,96
	7,16	7,40		2,80		26,05	10,80		13,70		10,80	
Débits mensuels 1961-62	7,6	10,7	6,8	5,0	4,30	17,00	15,9	25,2	22,5	11,4	10,9	8,7

Moyennes annuelles (m^3/s) et totaux pluviométriques (mm) : 12,2

Pluviométrie en 1961-62 (en millimètres)

Ambohimahasoa	
Fianarantsoa	
Ifanadiana	

Débits moyens mensuels (en m^3/s)

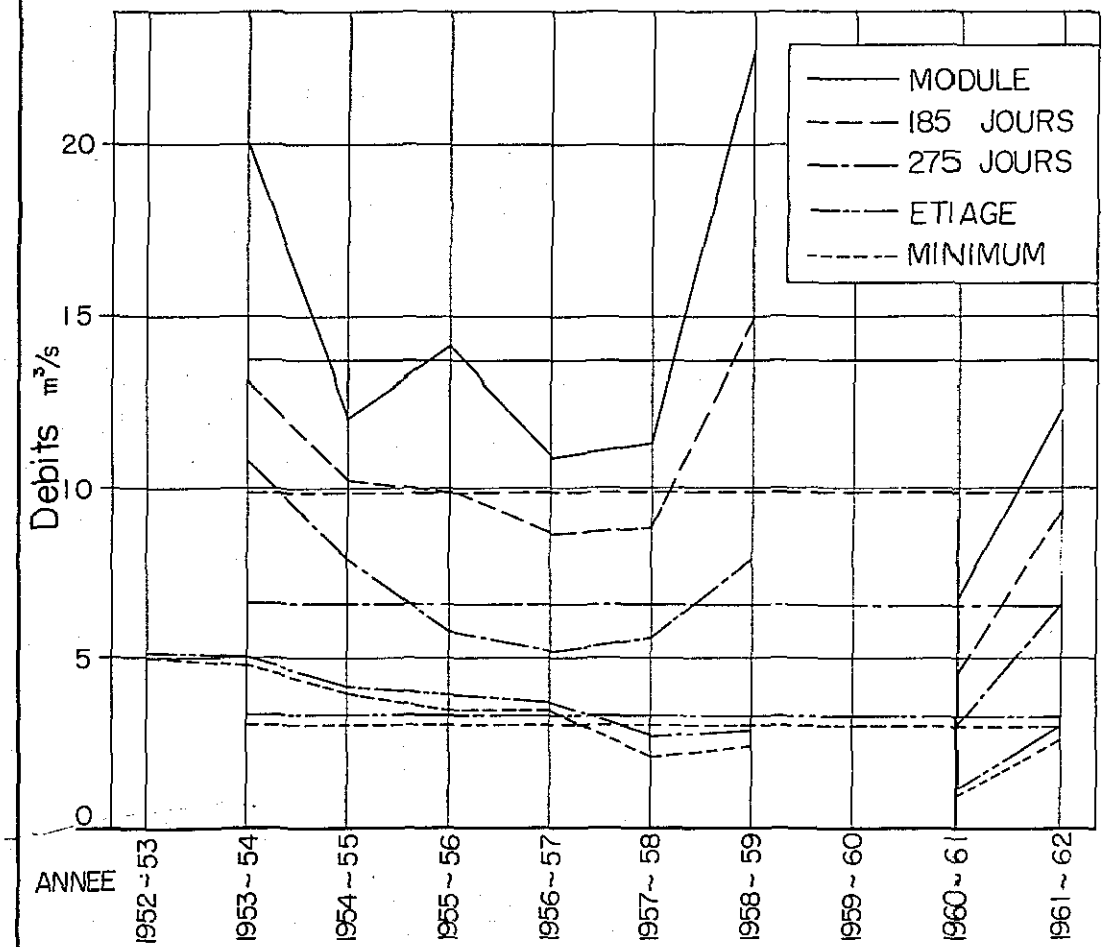
Période 1951-62	

Déficit d'écoulement : Dm : Crue maximum observé : 400 m^3/s (1954 et 1959)

Coefficient d'écoulement: Rm : Crue centenaire estimée :

LA NAMORONA A VOHIPARARA
(380 Km²)

DEBITS CARACTERISTIQUES



en m³/s

ANNEE	MODULE	DEBITS CARACTERISTIQUES 185 JOURS	275 JOURS	ETIAGE	MAXIMUM	MINIMUM
1952 ~ 53				5.1		5.0
1953 ~ 54	20.1	13.1	10.8	5.0	400.0	4.8
1954 ~ 55	12.0	10.2	7.9	4.2	47.0	4.0
1955 ~ 56	14.1	9.9	5.8	3.9	142.0	3.5
1956 ~ 57	10.9	8.7	5.2	3.7	51.0	3.5
1957 ~ 58	11.3	8.8	5.6	2.7	100.0	2.1
1958 ~ 59	22.5	14.8	7.9	2.9	400.0	2.4
1959 ~ 60						
1960 ~ 61	6.9	4.6	3.1	1.2	73.8	1.0
1961 ~ 62	12.2	9.3	6.6	3.0	124.0	2.6
MOYENNES	13.7	9.9	6.6	3.3	167.2	3.0

Fig 4

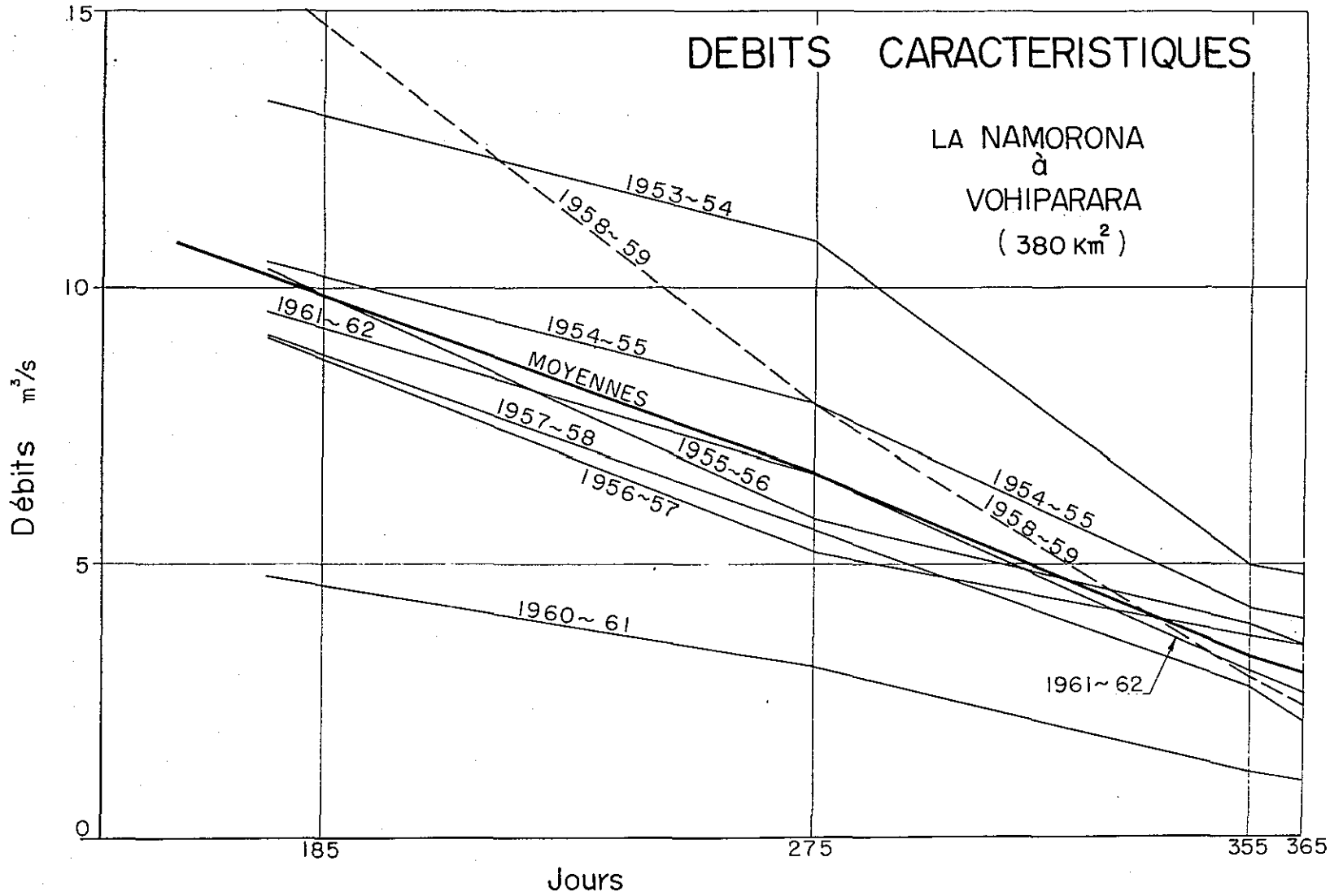

DEBITS CARACTERISTIQUES
LA NAMORONA
à
VOHIPARARA
(380 Km²)
1953~54
1958~59
1954~55
1961~62
MOYENNES
1957~58
1955~56
1956~57
1954~55
1958~59
1960~61
1961~62
15
10
5
0
Débits m³/s
185
275
355
365
Jours

Fig 5

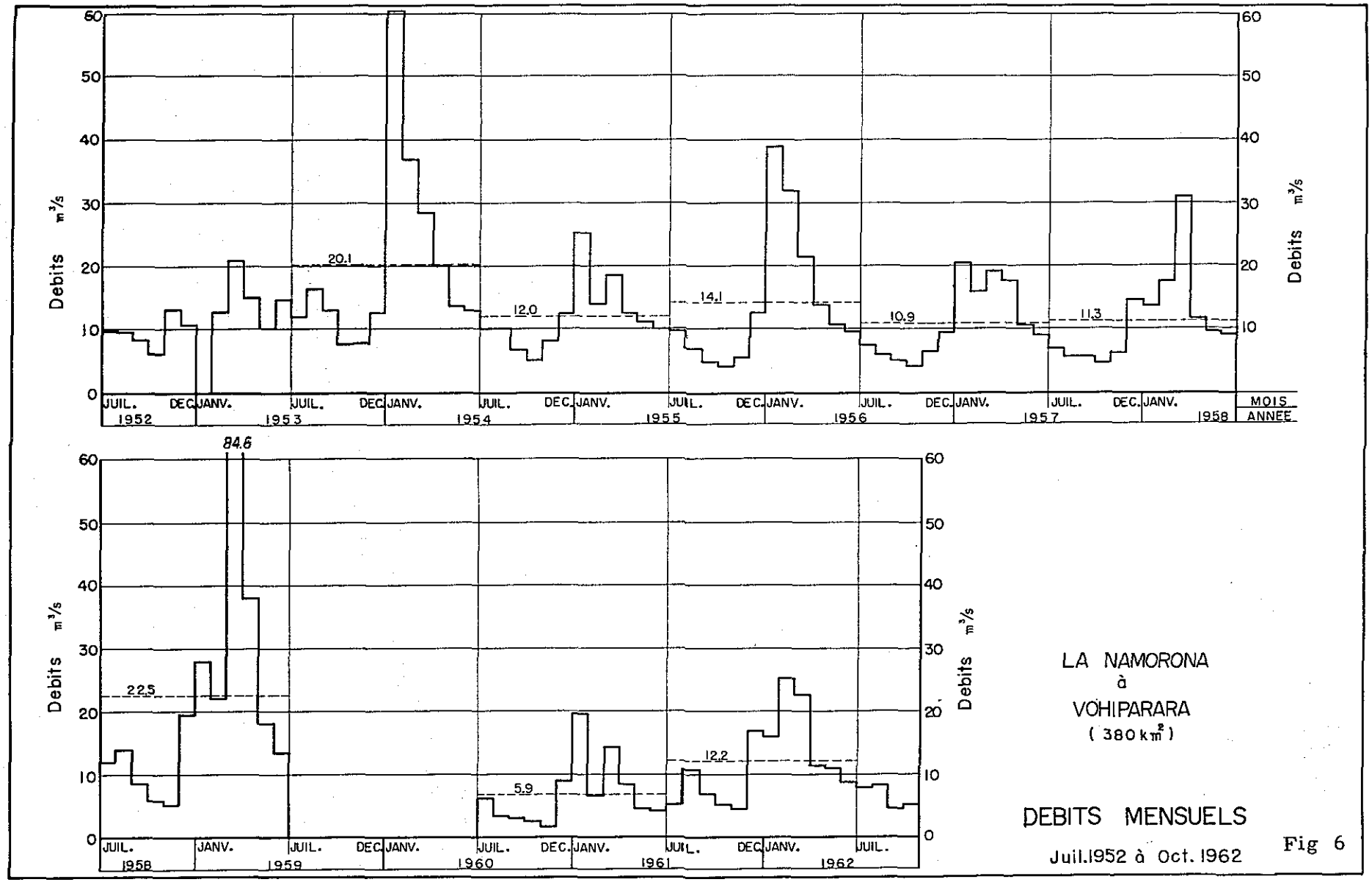

Debits m³/s
20.1
12.0
14.1
10.9
11.3
JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV.
1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958
MOIS
ANNEE
84.6
22.5
5.9
12.2
JUIL. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL. DEC. JANV. JUIL.
1958 1959 1960 1961 1962
LA NAMORONA
à
VOHIPARARA
(380 km²)
DEBITS MENSUELS
Juil.1952 à Oct. 1962

Fig 6

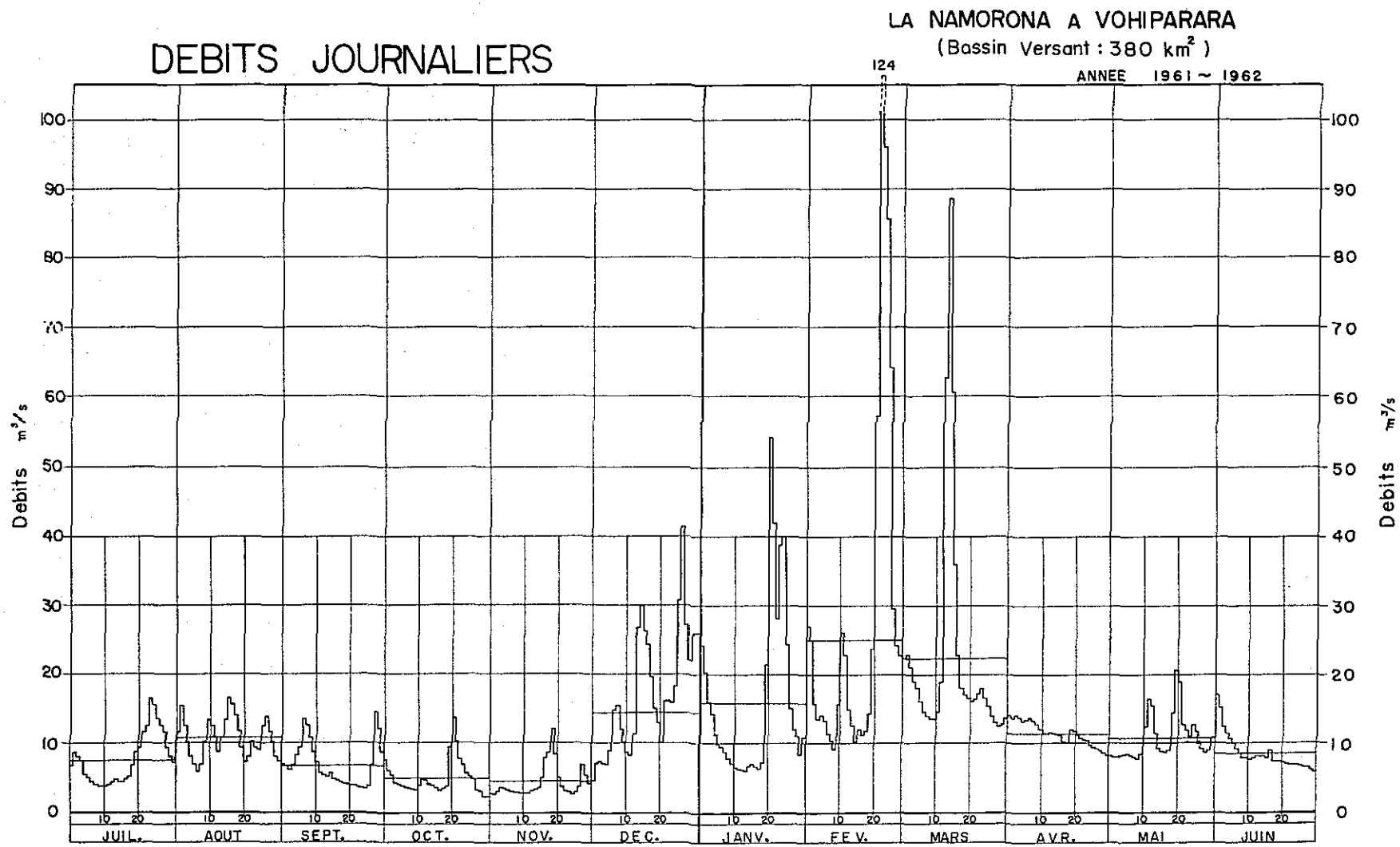

DEBITS JOURNALIERS
LA NAMORONA A VOHIPARARA
(Bassin Versant : 380 km²)
ANNEE 1961 ~ 1962
124
Debits m³/s
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10 20
JUIL.
AOUT
SEPT.
OCT.
NOV.
DEC.
JANV.
FEV.
MARS
AVR.
MAI
JUIN

Fig 7

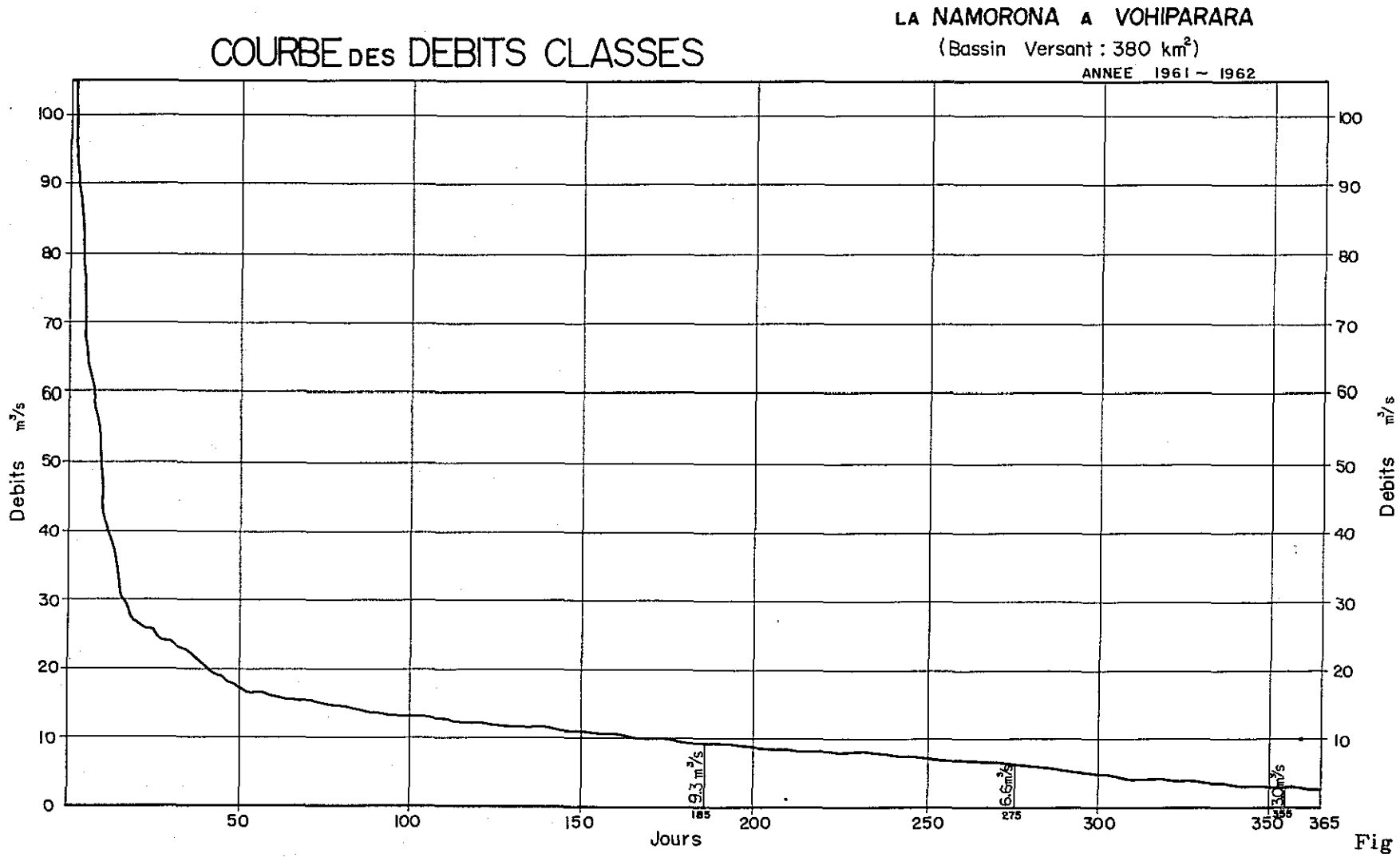

COURBE DES DEBITS CLASSES
LA NAMORONA A VOHIPARARA
(Bassin Versant : 380 km²)
ANNEE 1961 ~ 1962
Debits m³/s
Jours
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
50
100
150
200
250
300
350
365
9,3 m³/s
185
6,6m³/s
275
3,0m³/s
355

Fig 8

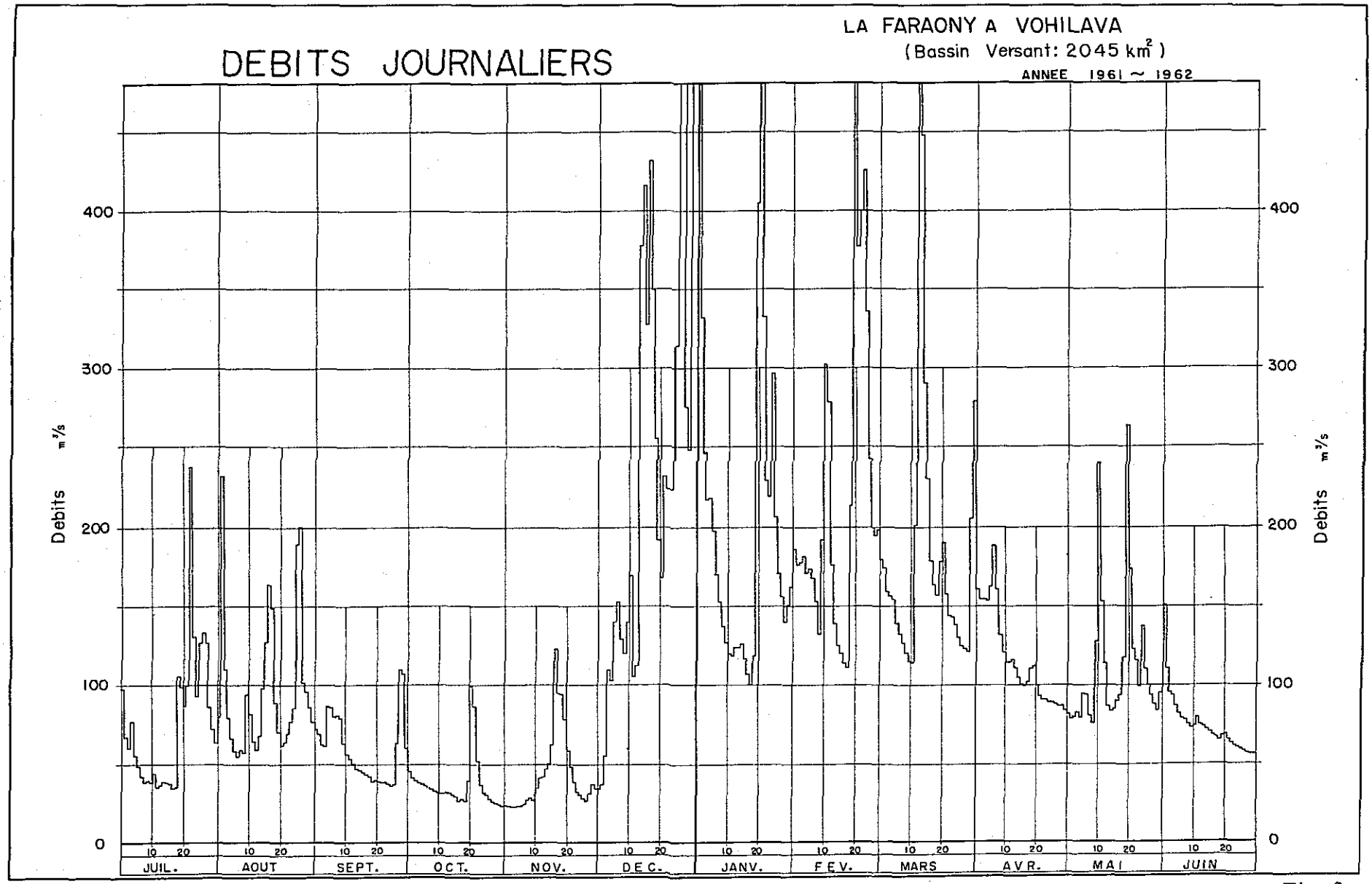

DEBITS JOURNALIERS
LA FARAONY A VOHILAVA
(Bassin Versant: 2045 km²)
ANNEE 1961 ~ 1962
Debits m³/s
0
100
200
300
400
10 20
JUIL.
AOUT
SEPT.
OCT.
NOV.
DEC.
JANV.
FEV.
MARS
AVR.
MAI
JUIN

Fig 9

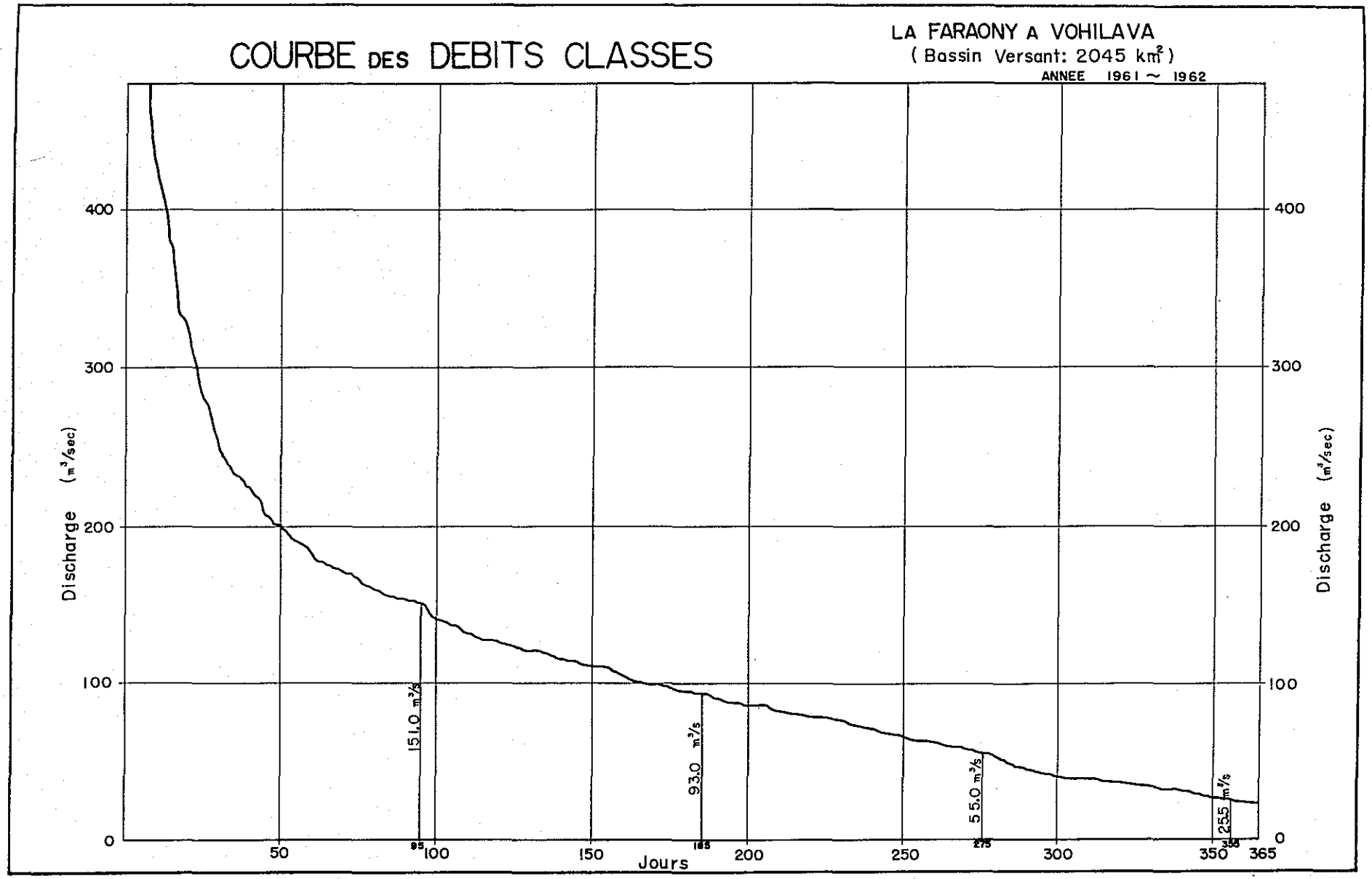

COURBE DES DEBITS CLASSES
LA FARAONY A VOHILAVA
(Bassin Versant: 2045 km²)
ANNEE 1961 ~ 1962
Discharge (m³/sec)
Jours
0
100
200
300
400
50
150
250
350
365
95
185
275
355
151.0 m³/s
93.0 m³/s
55.0 m³/s
25.5 m³/s

Fig 10

3. 河 川 流 況

流量資料はAnnuaire Hydrologique de la France di outre-mer に記載されているMadagascar の測水所記録を採用した。Vohiparara 測水所は 1952 ～ 1962 年の記録であり、Vohilava 測水所は１９６１～１９６２年の記録である。

(1) Namorona 川……Vohiparara 測水所（流域面積３８０Km^2）

Namorona 川の測水所としてはVohiparara 測水所のみである。これはAndriamamovoka プロジエクトの直上流に位置し、次期基礎調査を要するNamorona 川上流部の開発計画にとつては好都合の位置にある。しかし、中流部Mangatahenatra プロジエクトには、付近に測水所がないので、Vohiparara 測水所の資料によらざるをえなかつた。

Vohiparara 測水所記録は１９５２～１９６２年であるが、１９５３年１月と、１９５９年７月～１９６０年６月の１カ年分が欠測である。１９５３年～１９６２年の年間平均流量は １３.７ m^3/S であり、流況としては、１８５日流量が 9.9 m^3/S 、２７５日流量が 6.6 m^3/S 、３５５日流量が 3.3 m^3/S であるので、代表年としては１９６１～１９６２年を選んだ。（図表参照）

代表年の年平均流量は１２.２m^3/S であり、１８５日流量 9.3 m^3/S 、２７５日流量 6.6 m^3/S 、３５５日流量 3.0 m^3/S である。Namorona 川における計画は、この代表年により検討した。

(2) Faraony 川……Vohilava 測水所（流域面積 2,０４５Km^2）

Faraony 川の測水所としては、最下流部に位置するVohilava 測水所のみがある。しかし、このVohilava 測水所記録も１９６１～１９６２年のみであり、流量資料としては不備のものであるが、たまたまNamorona 川のVohiparara 測水所記録による代表年が１９６１～１９６２年であるので、降雨量分布も両河川とも相似していることから、この年を採用した。

4. 地 形 図

当初は $^1/_{50,000}$（コンター入り）の地形図を希望していたが、Service Geographique de Madagascar（マダガスカル政府の地図販売取扱所）にて作製しておらず、詳細なものとしては $^1/_{100,000}$ の地形図のみであり、これらに頼らねばならないということであつた。この $^1/_{100,000}$ 地形図は２５ｍコンターであるが、一部にはコンターのないものがあり、計画立案上、支障となつた。このためService Geographique de Madagascar で扱つている航空写真を利用することとした。（しかし、この写真もネガフイルムは貸与が不可能のため $^1/_{40,000}$ に焼付したものから $^1/_{10,000}$ に引き伸ばした写真である。）

第５章　調査河川の開発計画の比較検討

Andriamamovoka №1
計画のダム・サイト地点。

<下流より上流を眺む>

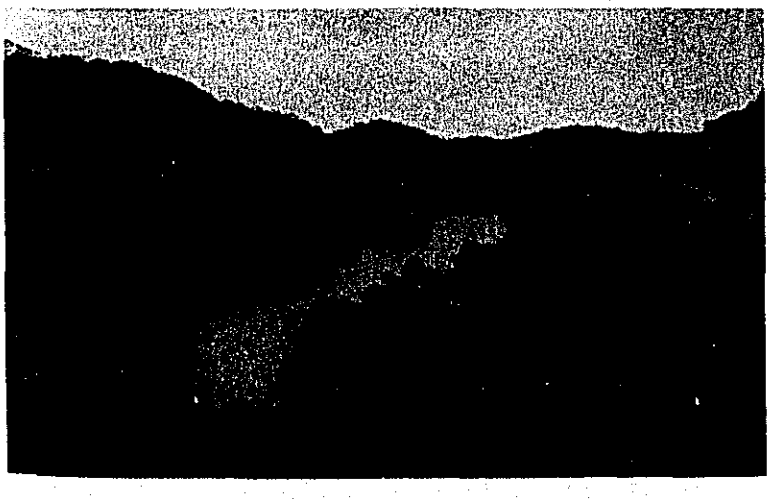
Andriamamovoka №1
計画の発電所地点、同№2の
取水ダム地点。
<下流より上流を眺む>

NAMORONA 川上流部

Andriamamovoka 計画地点

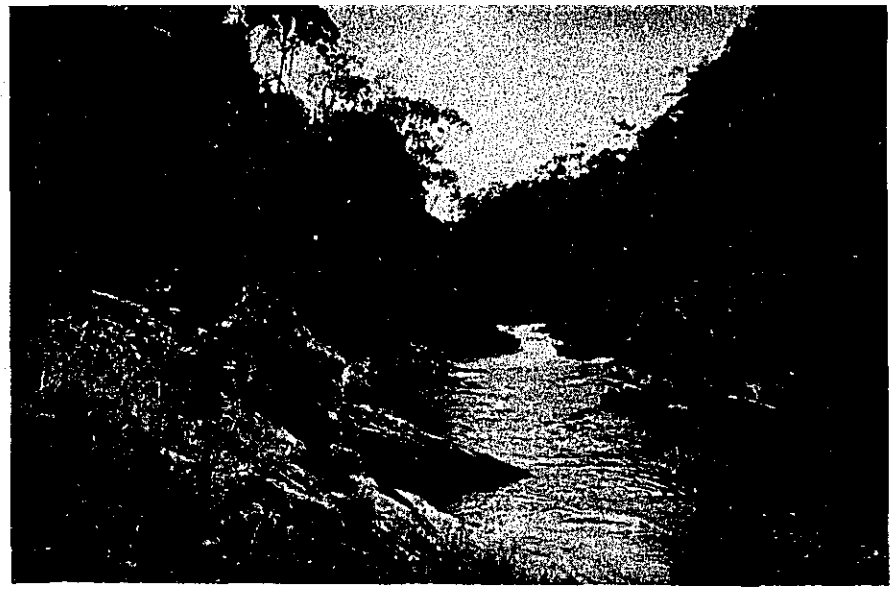
Andriamamovoka №2
計画の発電所地点、同№3の
取水ダム地点

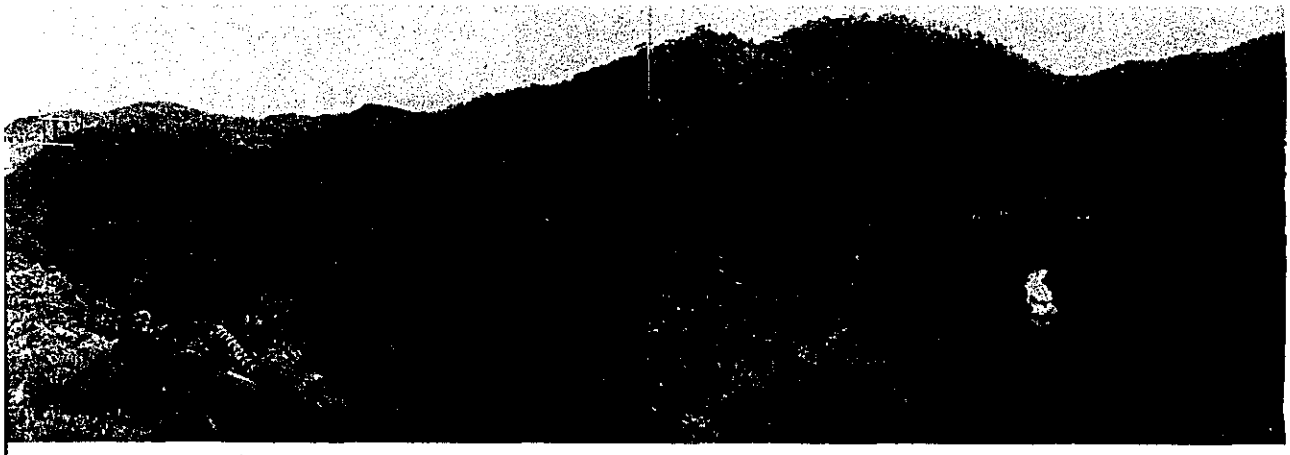
<下流より上流を眺む>



Nohiparara測水所
<下流より上流を眺む>

ダム・サイト地点を下流より眺む。





滝と水路経過ルート予定地の全景

NAMORONA川上流部、Ambatolahy計画地点

右岸発電所地点を左岸側より眺む。

滝と、水路、水圧管路、発電所計画地点の全景。

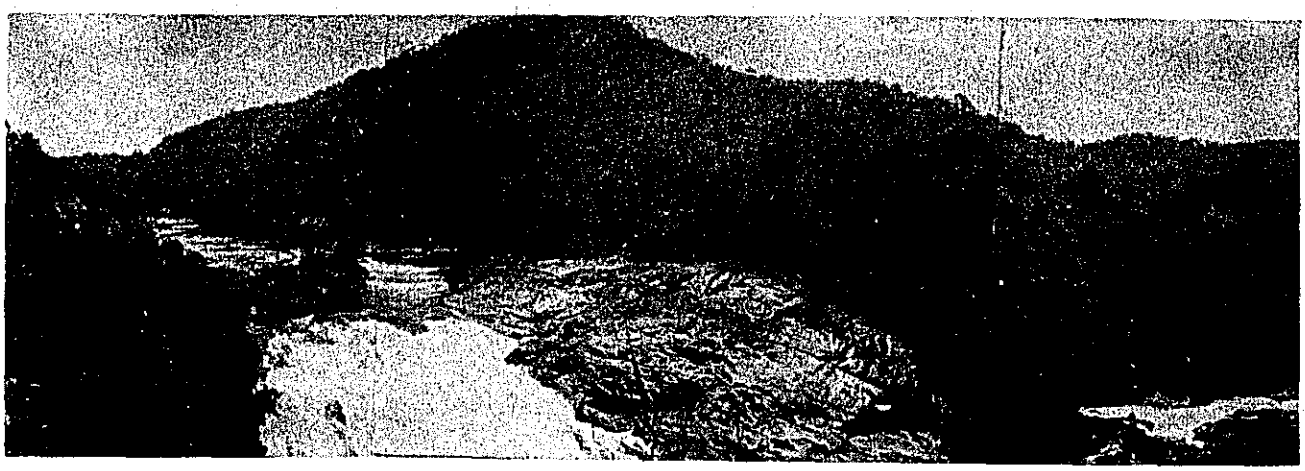
計画地点を下流より望む。

ダム・サイト計画地点を下流より眺む。

NAMORONA 川上流部

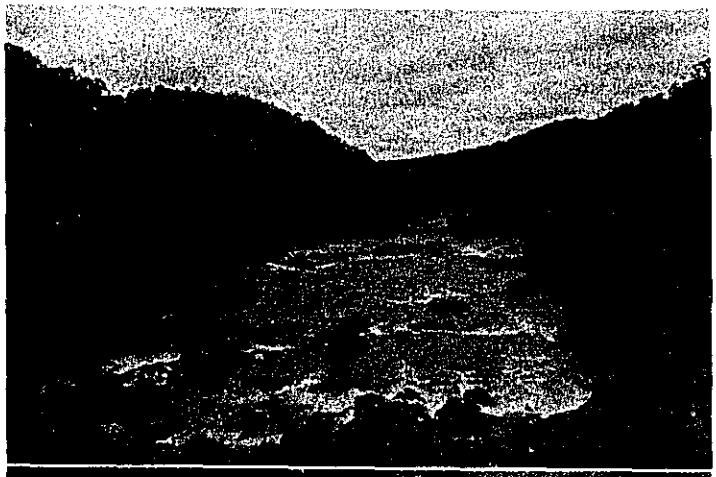
Ambodikimba 計画地点

水圧管路、発電所計画地点を右岸より望む。



Mangalahenatra計画地点の全景

ダム・サイトを上流より眺む

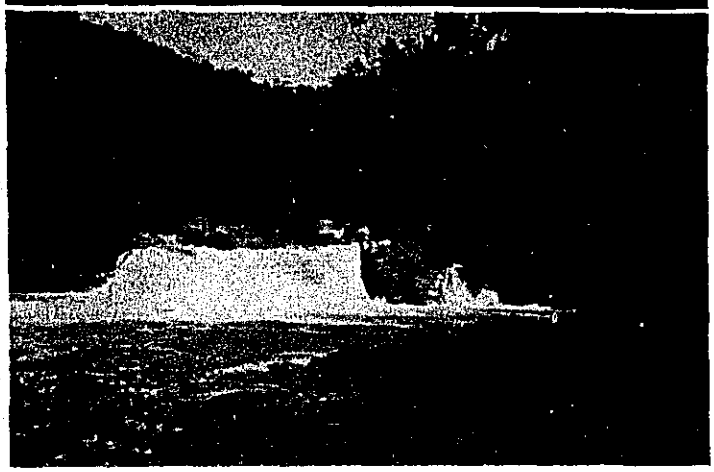


滝と発電所計画地点

NAMORONA川中流部

Mangalahenatra計画地点

滝の落口と発電所地点を下流より眺む。

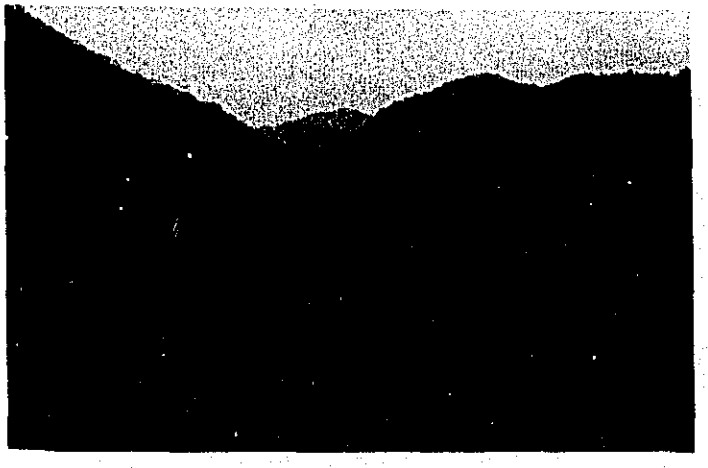


Manera№1ダム・サイトを眺む。左岸側は副ダム予定地点。

FARAONY川中流部

Manera №1、№2計画地点

Manera№1ダムサイト予定地点を上流より眺む。

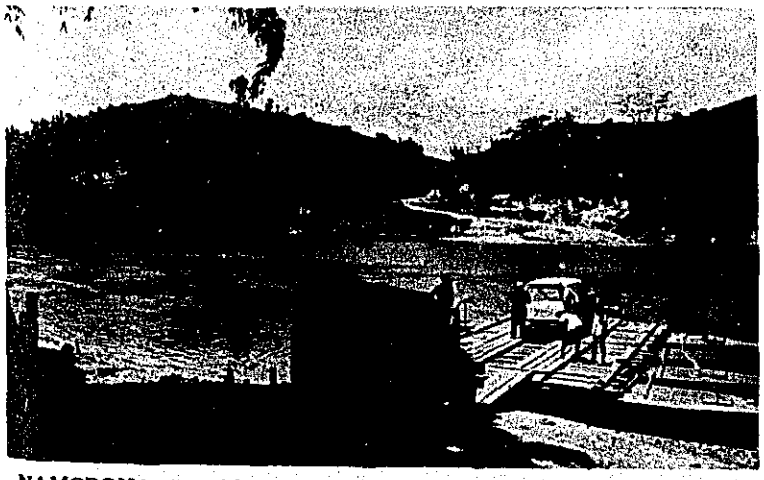


Manera№1ダムサイトの下流よりの遠望。

Marofototraの滝を右岸より眺む。

FARAONY川下流部

FARAONY川河口近くの水流、上流より眺む。



NAMORONA川河口近くの水流、フェリーボート、<左岸より眺む>

NAMORONA川下流部

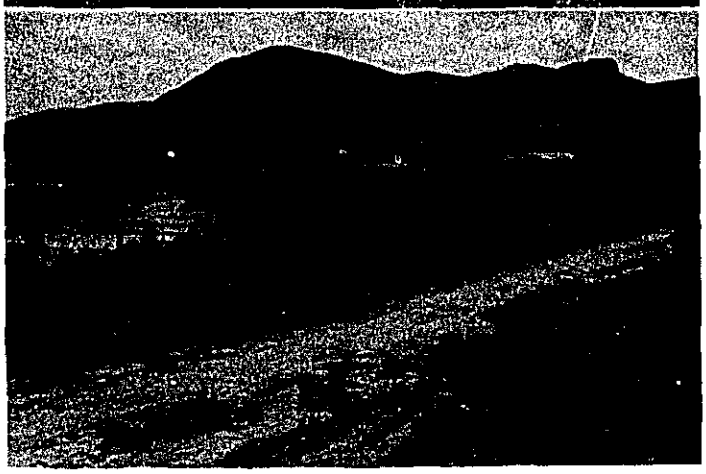
MANANJARY川

MANANJARY川Fatita計画地点のダムサイト下流部を上流より眺む。

Fianarantsoa市近くのMATSIATRA川

MATSIATRA川

Fianaratsoa市周辺の水田地帯



第5章　調査河川の開発計画の比較検討

1. 計画設計の検討条件

第3章に述べたNamorona川、Faraony 川、Mananjary 川およびMatsiatra 川の4河川のうち、いずれの河川に重点をおくべきかについては、Fianarantsoa の工業化のための立地条件、および開発された電力の有効かつ適切な使用の可能性を考慮して、比較検討を行なつた。

その結果、Mananjary 川の踏査は参考にとどめ、主としてNamorona川、次いでFaraony川の調査を実施することにした。そして、開発の可能性のあるプロジエクトとして、次の各地点を選定した。

Namorona	川上流部……	Amdriamamovoka No.1, No.2, No.3 プロジエクト
		Ambatolahy プロジエクト
		Ambodikimba プロジエクト
Namorona	川中流部……	Magalahenatra プロジエクト
Faraony	川中流部……	Manera No.1, No.2 プロジエクト
Faraony	川下流部……	Marofototra プロジエクト

これらのプロジエクトとして

① 開発される電力原価（送変電経費を含む）が低廉であること。

② 建設工事のための道路等交通に便利なこと。

③ Fianarantsoa の電力需給に適応する規模。

を考慮の上、設計し、検討する。

2 開発地点の概要

各プロジエクトの計画概要について以下述べる。〔第19表〕〔第20表〕参照、なお、概算工事費については次の構想に基づいて算定した。

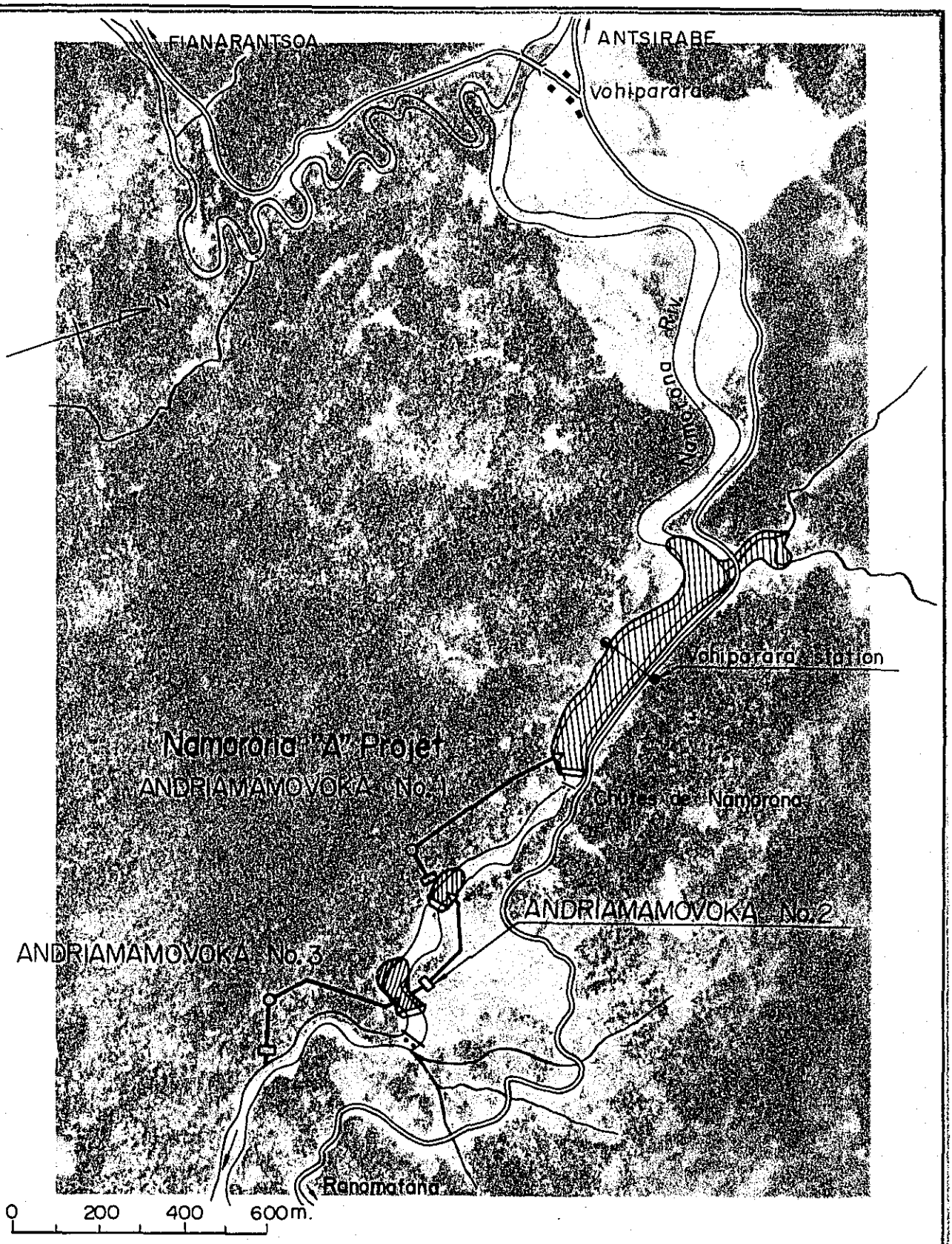
① 構造物の設計

ダ　ム：長さはデイスタンス・メーター、概略目測長により決めた。基礎については、河床における露頭岩より推定した。ただし、Namorona 川 Ambatolahy 地点は河床水深不明のため、推定値とした。

水　路：水路内流速は1.3m／s とし、水圧鉄管内流速は4m／s とした。

② 建設工事費

概略の数量を求め、これに既往における設計単価その他により仮定した。



Namorona "A" Projet

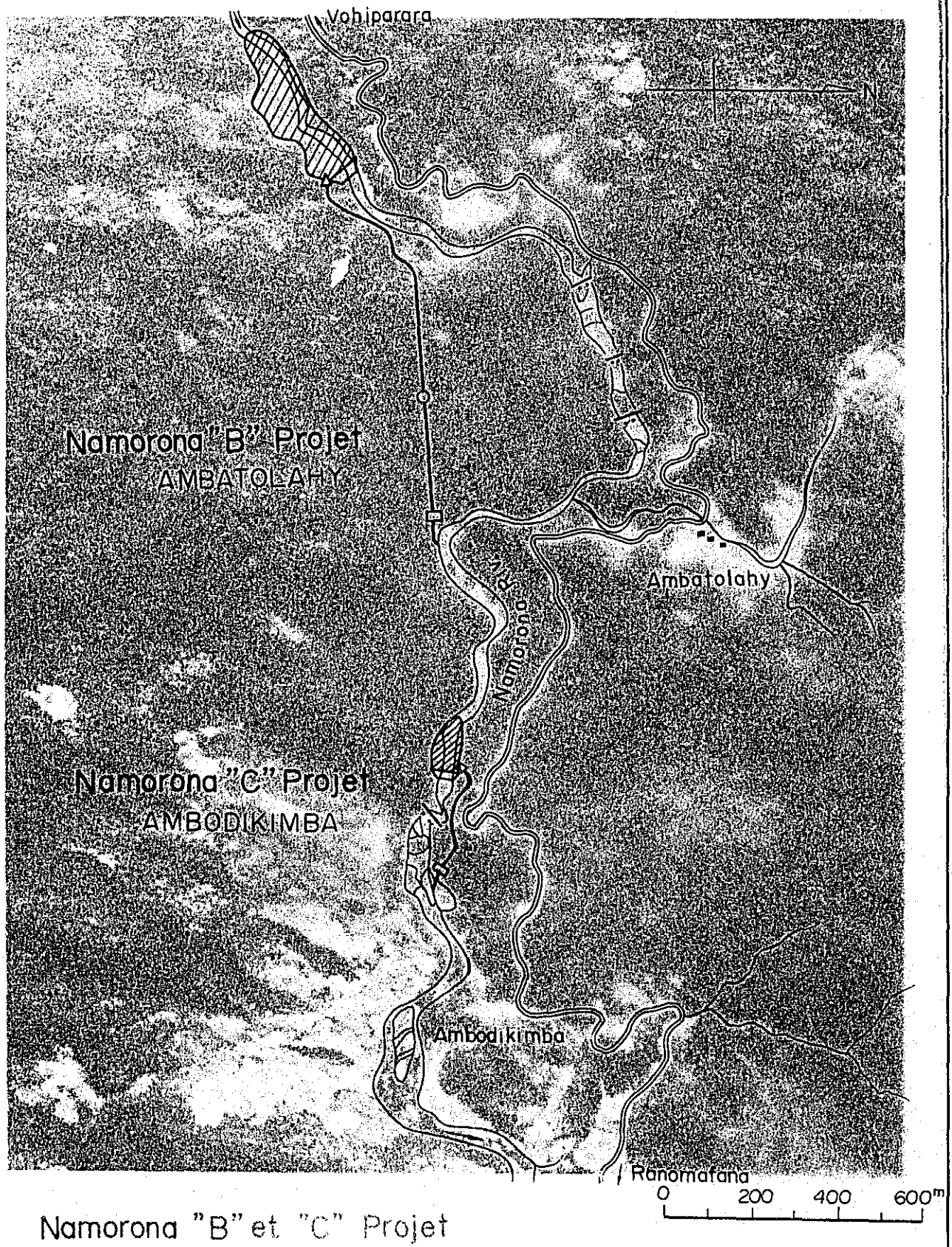
<ANDRIAMAMOVOKA

	No.1	No.2	No.3
PUISSANCE MAX.	[illegible] kw	1980 kw	[illegible] kw
CHUTE UTILE	[illegible] m	36,[illegible] m	44,5 m
DEBIT EQUIPE MAX.	[illegible] m³/s	[illegible] m³/s	7,0 m³/s

ANTSIRABE
Vohiparaa
FIANARANTSOA
Riv. Namorona
N
Vohiparaa station
Namorona "A" Projet
ANDRIAMAMOVOKA No. 1
Chutes de Namorona
ANDRIAMAMOVOKA No.2
ANDRIAMAMOVOKA No. 3
Ranomafana
0 200 400 600m.

Namorona "A" Projet
<ANDRIAMAMOVOKA>

	No. 1	No. 2	No. 3
PUISSANCE MAX.	2600 kw	1960 kw	2460 kw
CHUTE UTILE	50.6 m	36.3 m	44.6 m
DEBIT EQUIPE MAX.	7.0 m^3/s	7.0 m^3/s	7.0 m^3/s

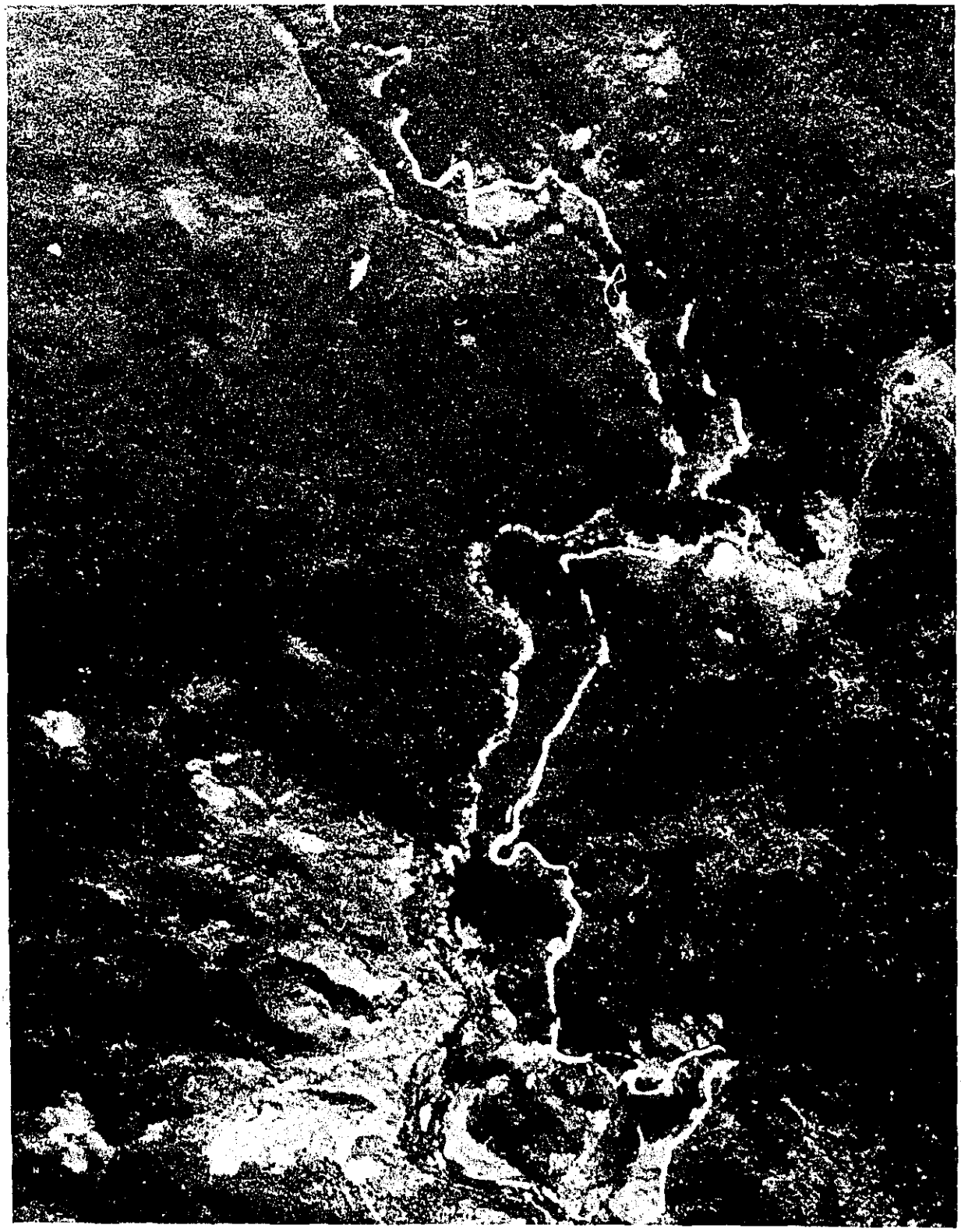


Namorona "B" et "C" Projet

	"B" Projet (AMBATOLAHY)	[illegible]
PUISSANCE MAX.	6500 kw	[illegible]
CHUTE UTILE	112.5 m	[illegible]
DEBIT EQUIPE MAX.	7.2 m³/s	7.8 m³/s

Deuxiemes groupes installies en 2ème etape

Vohipararo
N
Namorona "B" Projet
AMBATOLAHY
Ambatolahy
Namoroma RN
Namorona "C" Projet
AMBODIKIMBA
Ambodikimba
Ranomafana
0 200 400 600m



Namorona "B" et "C" Projet

	"B" Projet <AMBATOLAHY>	"C" Projet <AMBODIKIMBA>
PUISSANCE MAX.	6500 kw	4800 kw
CHUTE UTILE	112.5 m	77.6 m
DEBIT EQUIPE MAX.	7.2 m³/s	7.8 m³/s
		(Deuxiémes groupes installies en 2ème etape)

(1) Namorona 川上流部

採算性と、当面の需要に即応しうるプロジエクトの規模としてはNamorona川上流部が最優先されるであろう。すなわちAndriamamovoka 地点～Ambodikimba地点間の平均河川勾配は 1／17 というきわめて急流河川である。このため小規模ではあるが、水路式としての開発方式が有利となる。またFianarantsoa あるいはAntsirabeの主要都市からMananjaryに通ずる幹線道路に沿うものであり、工事用道路に事かかない利点がある。

i) Andriamamovoka No.1, No.2, No.3, プロジエクト

Namorona 川上流部のAndriamamovoka , Ambatahy ,Ambodikimba プロジエクトの一連の開発計画は有機的な連系のもとに開発されなければならない。

すなわち、Ambatolahy ,Ambodikimba プロジエクトは調整能力を持つていないので、これら2つのプロジエクトの上流に位置するAndriamamovoka No.1 プロジエクトの調整池によつて、ピーク運転を可能ならしめる流量の補給調整をするのである。

幸いなことに、Andriamamovoka No.1 プロジエクト上流の標高 1,100m の Vokiparara 測水所付近は河川勾配も緩く、かつ開墾地でもあるので、調整能力を持たせる貯水池を築造することが可能である。

Andriamamovoka プロジエクトのNo.1 ～ No.3発電所予定地点間の総落差は約 150m あり、この間を一段で開発することについては問題がある。すなわち、現地の地形から考えて、幾つかに分けるのが好ましい。それによつて過大設備の危険から免れることもできる。

今回の予備調査では 3つに分けた。すなわち、No.1, No.2, No.3, のプロジエクトである。次に各プロジエクトの計画概要をのべる。

No.1プロジエクト

ダムはChutes de Namorona の標高 1,100m の岩盤箇所に高さ 10m、堤長約 40m のコンクリートダムを築造し、基準取水位 1,107.5m、低水位 1,105.0m、利用水深 2.5m、有効容量 160,000m³とする。ただし、洪水位標高 1,110m とする。このため、左岸道路の水没補償があるが、その延長は約 900m である。この水没補償はAndriamamovoka No.1 プロジエクトだけで負担させて建設工事費を算出した。

発電計画としては、最大使用水量 7.0 m³／s を右岸より取水し、水圧減殺ゲートを設備して取水位を 115.0 m とする。水路は無圧式素堀トンネルとし、損失落差を低減するため、トンネル内岩盤には、モルタル吹付けを実施する。水路勾配 1／1000、延長 410m で導水し、最大有効落差 50.6m を得て、最大出力 2,600KW を発電する。

No.2プロジエクト

No.1 発電所からの放水はNamorono川本流に築造されるダム堤体内を左岸に横断させ、延長 130m の有圧式蓋渠によつて導水し、最大有効落差 36.3m により、最大出力1,960KW

を発電する。

なお、このプロジエクトはNo.1発電所の停止の際にも稼動を可能にするため取水口を設ける。

No.3プロジエクト

No.2発電所からの放水はNamoronа川に築造されるダム堤体内を右岸に横断させ、延長300mの無圧式トンネルによつて導水し、最大有効落差44.8mにより最大出力2,460KWを発電する。

このプロジエクトも、No.2発電所の取水口の場合と同様の構想で取水口を設置する。なお、No.1,No.2,No.3プロジエクトの主要機器は、それぞれ1台とする。

また、Andriamamovoka No.1発電所～Ambodikimba発電所までの水の到達時間は概略12時間である。Andriamamovoka No.1発電所のピーク継続時間は10時間であるので、Ambodikimba発電所のピーク継続時間は8時間となる。

ii) Ambatolahy プロジエクト

このプロジエクトは落差に恵まれている地点である。

ダムサイトは、滝の直上流左岸幹線道路沿いに地辷地帯があるので、これを避けなければならない。したがつて、導水路の延長は長くなるが、ダムサイトはさらに上流に選定するのを余儀なくされる。この予備調査では調整地を持たない低ダムとして計画したが、将来の需要増に対しては、さらに上流約500mに調整地を持つダム築造に適する地点がある。しかし、工事費は増大することとなろう。

発電計画については、最大使用水量 7.2m³/s を右岸から取水し、蓋渠、トンネル併用の無圧式導水路570mにより導水し、最大有効落差112.5mにより、最大出力6,500KWを発電する。

主要機器は2台とし、工期を1期、2期とにわける。

1期工事には、ダム、水路、発電所を完成し、1号機3,250KWを運転させ、その際2号機の水車入口バルブまでを完成させておき、2期工事は、将来Andriamamovoka No.1プロジエクトの調整地完成後2号機の水車発電機の据付を行ない、合計最大出力6,500KWを発電する。

このプロジエクトについては、不確定要素があるので、ダム、水路、水圧管路、発電所地点について、ボーリングによる地質調査を慎重に実施して選定しなければならない。また、工事施工箇所が右岸であるため、Ambodikimbaプロジエクト、Andriamamovokaプロジエクトより施工順位は後になる。

iii) Ambodikimba プロジエクト

このプロジエクトはダム上流において、ポケツトを持つていない。ダムワイト右岸の尾根

が逃げこんでいるため、ダムの高さも大きなものは望めない。河床においては基礎岩盤の露頭があるので、ダム築造には問題はない。また補償、地辷等の問題を持たず、その上、工事用仮設備位置にも恵まれている。

発電計画については、最大使用水量 7.8m³／sを左岸より取水し、蓋渠８０m にて導水し、最大有効落差７７.6m により最大出力 4,８００KWを発電するものである。

発電所位置は開墾地もあり、基礎については、川沿いに露頭する岩盤より推察できるし、放水口位置も問題点はない。

しかし、一応次期調査に当つては、ダム、水圧管路、発電所等のボーリングによる基礎岩盤の確認を要する。

発電設備の運用としては、主要機器を２台とし、工期を１期、２期とにわける。１期工事には、ダム、水路、発電所を完成し、１号機 2,４００KWを運転させ、その際２号機の水車入口バルブまで完成させておき、２期工事は将来Andriamamovoka No.１プロジエクトの調整地完成後２号機の水車発電機の据付を行ない、合計最大出力 4,８００KWを発電し、ピークコードを負担することができる。

(2) Namorona 川中流部

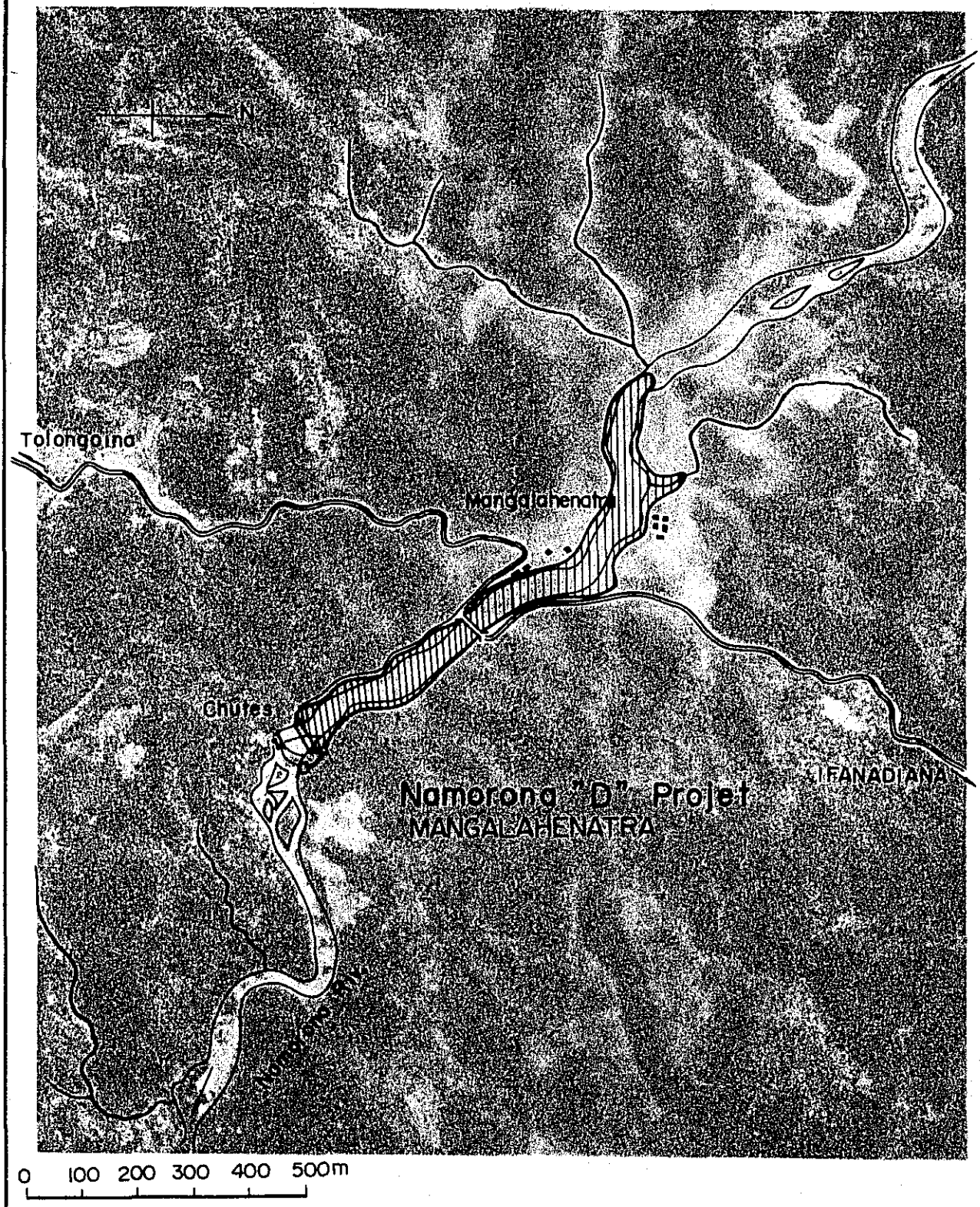
Namorona川中流部におけるMangalahenatra 地点、およびこの地点の上流Tsaratango合流点までの約１５Km 間について、開発計画が考えられる。しかし、河川勾配が 1／１３５と緩いことと、両岸地山の尾根の標高が非常に低いこと、ときには尾根が断続されているところが多いので、プロジエクトの選定としては、低落差による開発とならざるをえない。

i) Mangalahenatra プロジエクト

Mangalahenatra 地点付近は比較的大規模の滝があり、滝下流の河川勾配も 1／７０と急であるので、水路式発電として有利ではあるが、発電所地点は、洪水による冠水も考えられるので、落差を割愛して、滝の直下左岸に選定することとした。

発電計画としては、滝の直上流に低ダムを築造し、最大使用水量１２.6m³/sを左岸より取水し、４０m の開渠により導水し、最大有効落差２８.0m により、最大出力 2,８００KWを発電する。

なお、導水路を右岸に設ける案も考えられるが、相当長い放水路トンネルを必要とすることになろう。

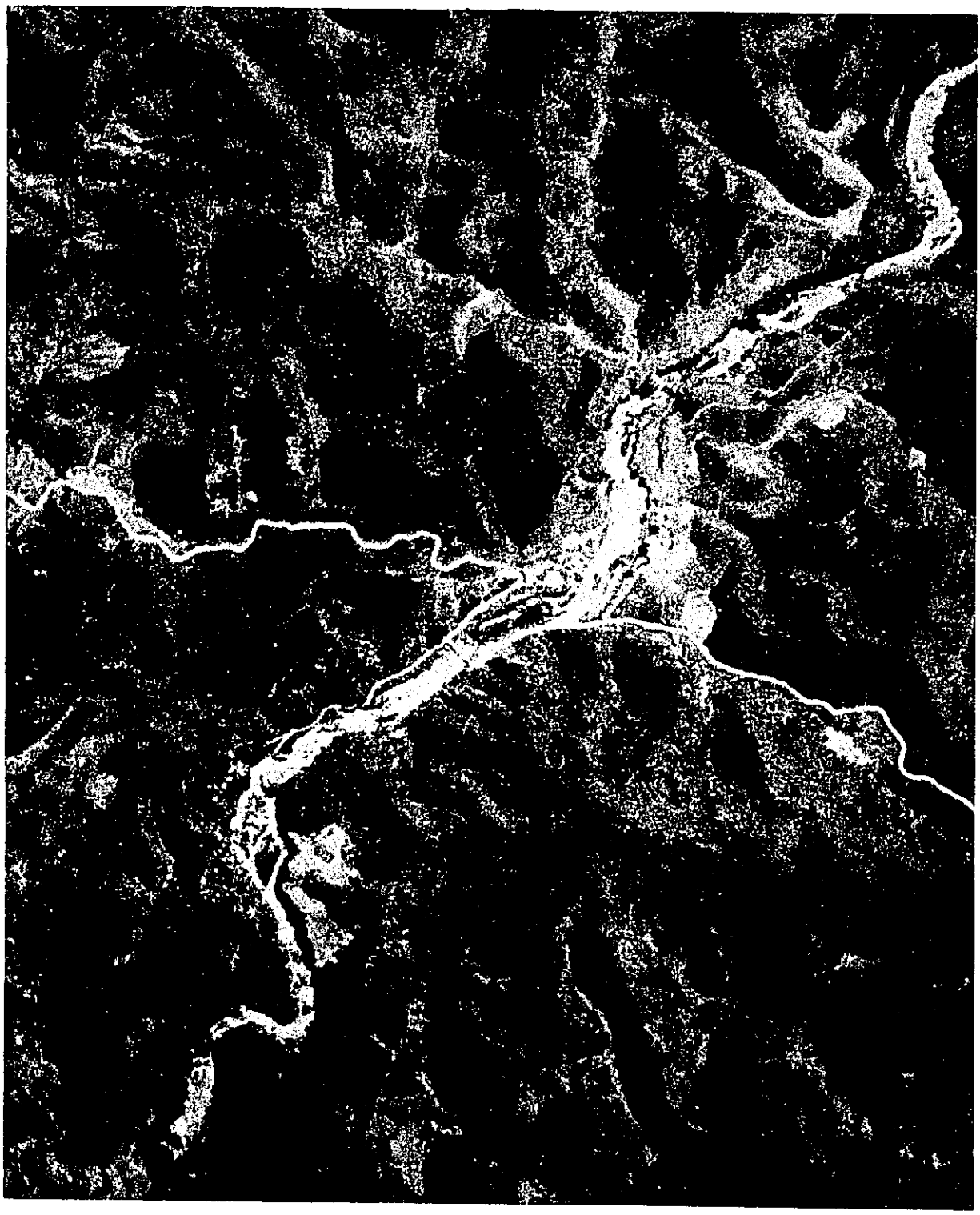


Namorona "D" Projet

< MANGALAHENATRA >

PUISSANCE MAX.	2800 kw
CHUTE UTILE	28.0 m
DEBIT EQUIPE MAX.	12.6 m³/s

N
Tolongoina
Mangalahenatra
Chutes
IFANADIANA
Namorona "D" Projet
MANGALAHENATRA
Namorona Riv.
0 100 200 300 400 500m



Namorona "D" Projet

< MANGALAHENATRA >

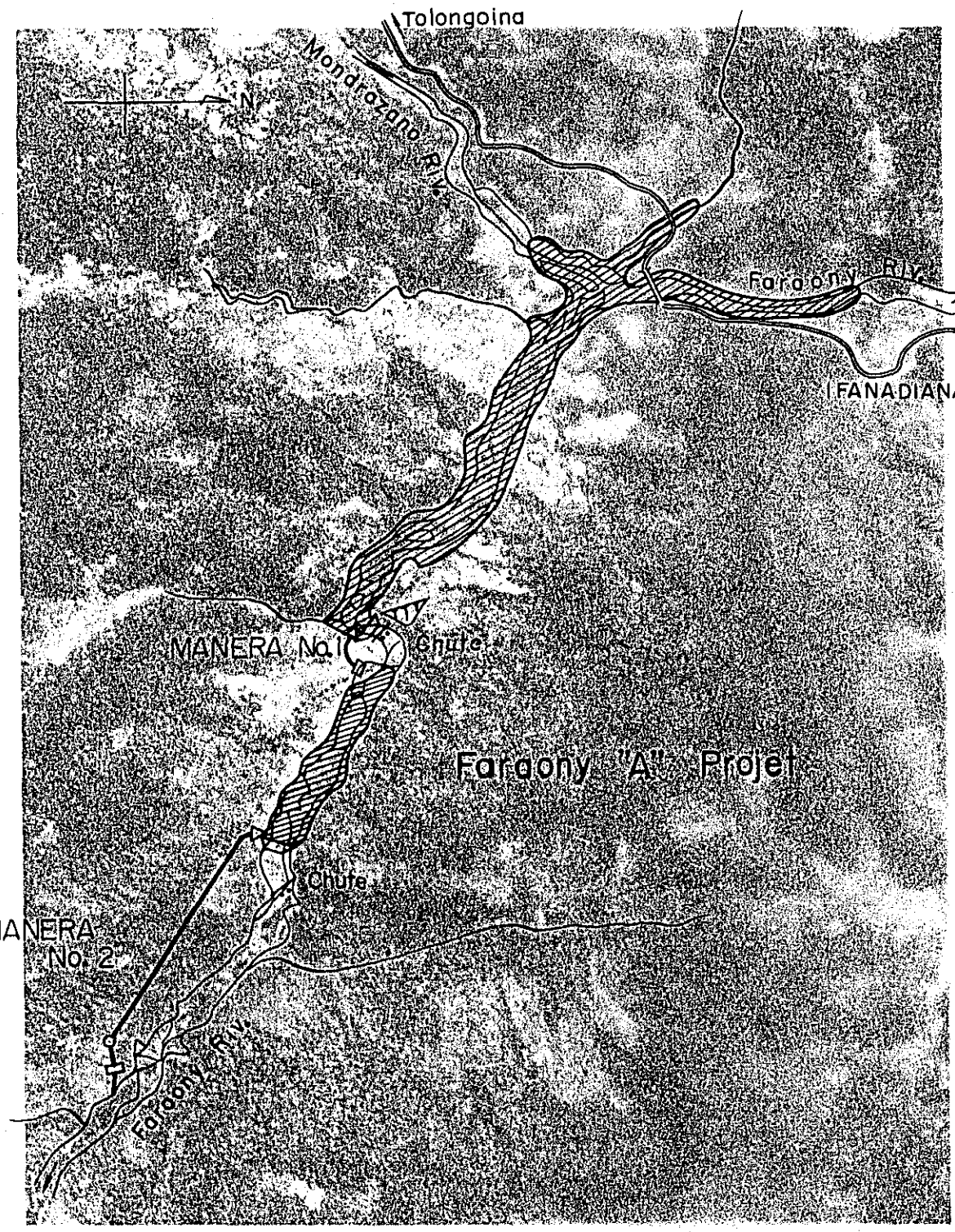
PUISSANCE MAX.	2800 kw
CHUTE UTILE	28.0 m
DEBIT EQUIPE MAX.	12.6 m³/s

一方、調整池を持つべきや否やの検討をしたが、現段階では採算上より考察して低ダムとした。しかし、将来Fianarantsoa － Antsirabé間の送電連系が確立されれば、多少、上流の水没補償を持つこととしても調整池式とすることが望ましいと考える。この滝の上流は河川勾配も緩いことではあるし、ダムの高さをさほど上げなくとも、開墾地であるところから考えて、かなりの有効貯水量を持つ調整池も可能となろう。その折には、現在のMangalahenatra プロジエクトにパラレルに水路を増設して新地点の開発が可能であると判断する。

その他のプロジエクトとしては、Tsaratango 合流点における本流の滝を利用し低ダムを築造し、Tsaratango 支流より支水路による注水により流量の増大をはかつて、低落差水力の開発が考えられる。しかし、幹線道路沿いであるため、補償問題と道路の嵩上問題が生じてくるので、工事費はかなり増大するものと考えられる。したがつて、その点の調査を慎重にしなければならない。

(3) Faraony 川中流部

Ifanadiana からTolongoina に通ずる道路橋から約1Km下流に2つの滝がある。この滝の利用が、このプロジエクトである。下流の滝（No.2）付近の両岸地山はV字形をしてダム築造にはよいが、上流の滝（No.1）との標高差と、上流の滝の左岸における地質の関係から、No.1およびNo.2プロジエクトにわけた。いずれも水路式である。

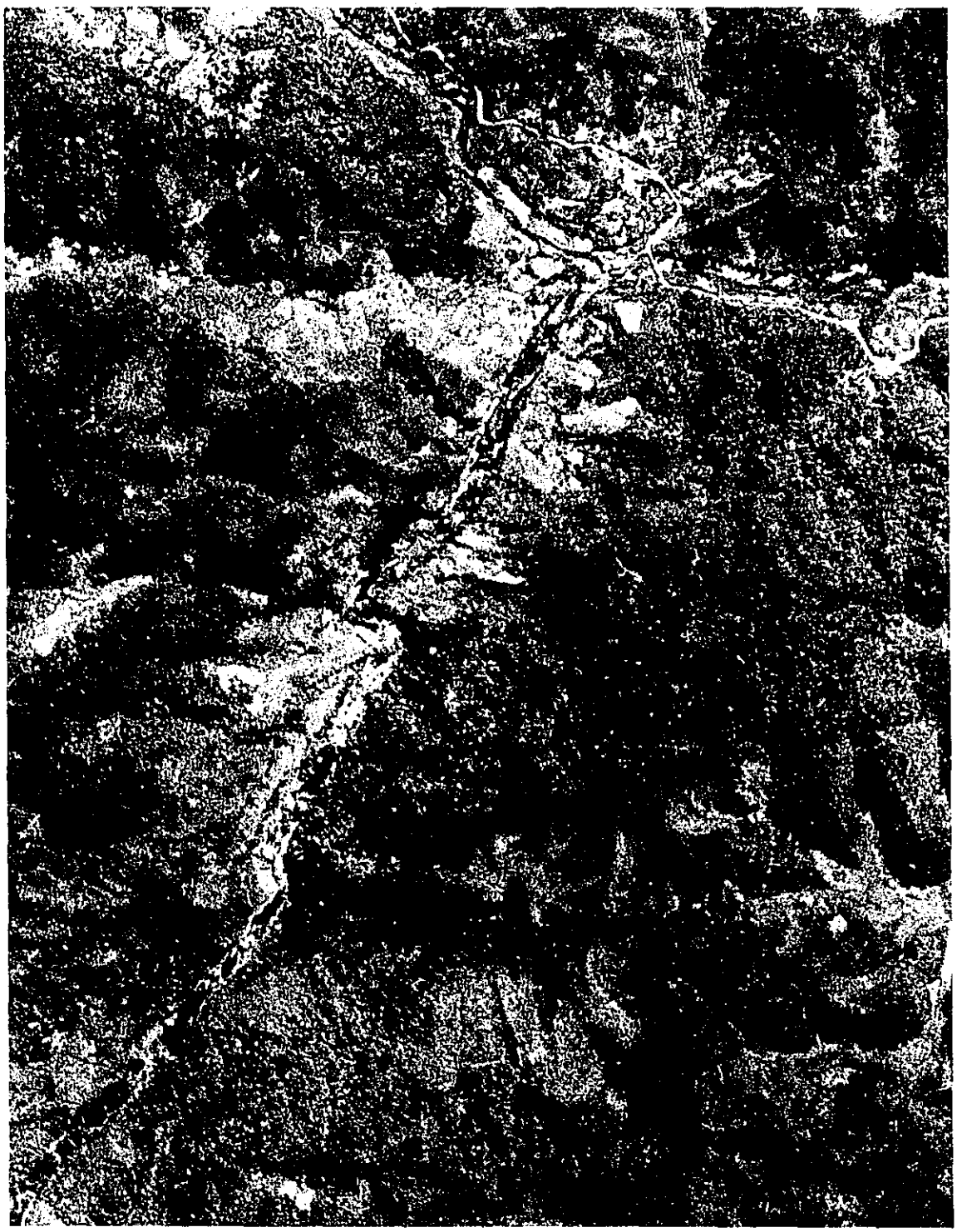


0 200 400 600m

Faraony "A" Projet

		No. 2
Puissance [illegible]	[illegible] kw	1800 kw
Chute	24.0 m	25.0 m
Débit [illegible]	9.0 m³/s	9.0 m³/s

Tolongoina
Mondrozano Riv.
N
Faraony Riv.
IFANADIANA
MANERA No.1
Chute
Faraony "A" Projet
Chute
MANERA
No. 2
Faraony Riv.
0
200
400
600m



Faraony "A" Projet

< MANERA >

	No. 1	No. 2
PUISSANCE MAX.	1700 kw	1800 kw
CHUTE UTILE	24.0 m	25.0 m
DEBIT EQUIPE MAX.	9.0 m^3/s	9.0 m^3/s

i) Manera No.1プロジエクト

現地踏査と空中写真の判読から、ダムサイト左岸に往時の地辷跡がうかがえる。すなわち、左岸地辷により土砂の押し出しがあり、本流を大きく右折させている。このため、河床部にはコンクリートダムを、左岸部にはロツクフイル・タイプの副ダム築造を必要とする。一方、右岸側は、地山勾配約30°で露頭岩がある。

発電計画としては、最大使用水量9.0m³/sを右岸より取水し無圧式トンネル60m により導水し、最大有効落差24.0m により、最大出力1,700KW を発電する。

ii) Manera No.2プロジエクト

上流No.1 発電所からの放水と関連して最大使用水量9.0m³/sを取水し、無圧式トンネル660m により導水し、最大有効落差25.8m により、最大出力1,800KW を発電する。

この2つのプロジエクトの開発は、採算性、需要地との送電連系で、相当将来のこととなろう。

Tolongoina
Mondrozano Riv.
N
Faraony Riv.
IFANADIANA
MANERA No.1
Chute
Faraony "A" Projet
Chute
MANERA
No. 2
Faraony Riv.
0
200
400
600m

N
Chutes de
MARGFOTOTRA
Fatoany "B" Projet
MARGFOTOTRA
Fatoany Fl.
Fenomby
SAHASINAKA
Fenomby
0
1
2 km

Faraony "B" Projet

< MAROFOTOTRA >

PUISSANCE MAX.	26400 kw
CHUTE UTILE.	70.0 m
DEBIT EQUIPE MAX.	46.0 m³/s

(4) Faraony 川下流部

このFaraony 川下流部は、河川沿いを通る、FianarantsoaとManakaraを結ぶ鉄道のFenomby 駅からSahasinaka 駅の間が開発対象地域である。地勢としてはManera No.2プロジエクトまでは、山岳地帯であるが、これから下流は起伏のある開轄地である。特に、Marofototra の滝周辺一帯は両岸はなだらかな傾斜の丘であり、河川勾配も緩い。このため低落差水力の開発となる。ただし、Chutes de Marofototraのみは例外である。この滝付近で河川勾配は 1／35 である。なお、9Km下流のSahasinakaまでの平均勾配は1／64 である。

なお、河床には岩盤の露頭がある。ただし、相当風化現象が進んでいる。

i) Marofototra プロジエクト

Marofototraの滝が大きいので、この落差を利用するものである。滝の上流に低ダムを築造し、最大使用水量 46.0m³／sを右岸から取水し、1,880m の開渠により導水し、最大有効落差70.0m により、最大出力26,400KW を発電する。

このプロジエクトはFianarantsoa に遠くManakara港に近い。したがつてManakara市の電化計画に送電されるものである。

その他のプロジエクトとしては、Marofototraプロジエクトの直上流部と下流部に調整池を持つ低落差水力の開発が考えられるが、これについての開発はMarofototra プロジエクトとともに将来の開発となるであろう。

Namorona　川の計画概要表

〔第１９表〕

地点名		Amdriamamovoka No.1	Amdriamamovoka No.2	Amdriamamovoka No.3	Ambatolahy	Ambodi-kimba	Mangala-henatra
流域面積 Km²		385.8	385.8	385.8	396.0	428.0	707.4
流況(平水−低水−最小)m³/s		9.4 − 6.7 − 3.0			9.7−6.9−3.1	10.5−7.4−3.4	17.3−12.3−5.6
年間平均流量m³/s		12.4	12.4	12.4	12.8	13.7	22.7
発電方式		水路	水路	水路	水路	水路	水路
ダム	型式	コンクリート重力	コンクリート重力	コンクリート重力	コンクリート重力	コンクリート重力	コンクリート重力
	高さ m	10	10	7	15	10	10
	堤長 m	40	40	80	50	50	150
調整池	洪水位 m	1,110	—	—	—	—	—
	満水位 m	1,107	1,050	1,010	910	750	470
	有効貯水量 10³m³	160	—	—		—	200
水路	型式	無圧、無巻(モルタル吹付)	有圧蓋渠	無圧、無巻(モルタル吹付)	無圧、蓋渠無巻トンネル	無圧:蓋渠:有圧巻立トンネル	無圧開渠
	断面(巾m×高さm)	2.2×2.8	2.0×2.0	2.2×2.8	2.2×3.0	2.4×3.0	7.0×3.0
	延長 m	410	150	300	蓋渠 230 トンネル340 } 570	蓋渠 90 トンネル160 } 250	40
水圧鉄管	延長 m	115	155	130	330	140	50
	径 m	φ 1.50	φ 1.50	φ 1.50	φ 1.55	φ 1.55	φ 1.50
	条数 本	1	1	1	1	1	2
発電	基準取水位 m	1,107.5	1,050.0	1,008.5	910	750	470
	基準放水位 m	1050.0	1,010.0	960.0	790	670	440
	有効落差(最大時) m	50.6	36.3	44.8	112.5	77.6	28.0
	最大使用水量 m³/s	7.0	7.0	7.0	7.2	7.8	12.6
	常時使用水量 m³/s	3.0	3.0	3.0	3.1	3.4	5.6
	最大出力 KW	2,600	1,960	2,460	6,500	4,800	2,000
	常時出力 KWh	1,200	880	1,060	2,800	2,140	1,050
	年間発生電力量 KWh	20,540	15,490	19,440	51,340	37,870	22,210
総工事費 10⁶円		716	498	723	1,491	924	932
KW当り建設費 10³円		275	254	294	230	193	333
KWh当り建設費 円		34.9	32.1	37.2	29.1	24.4	41.9

〔第２０表〕　　Faraony 川の計画概要表

地点名			Manera No.1	Manera No.2	Marofototra
流域面積		Km²	504.3	504.3	1651.4
流況（平水－低水－最小）		m³/S	13.1－8.8－4.0	13.1－8.8－4.0	76.5－45.2－21.0
年間平均流量		m³/S	16.2	16.2	99.5
発電方式			水路	水路	水路
ダム	型式		コンクリート重力	コンクリート重力	コンクリート重力
	高さ	m	15	10	17
	堤長	m	70	50	270
調整池	満水位	m	300	270	150
	有効貯水量	$10^3 m^3$	285	—	—
水路	型式		無圧 無巻（コンクリート吹付）	無圧 無巻（コンクリート吹付）	無圧 開渠（コンクリート）
	断面（巾m×高さm）		2.5×3.0	2.5×3.0	$\frac{3.5+8.0}{2}\times 3.5$
	延長	m	60	660	1,880
水圧鉄管	延長	m	50	100	200
	径	m	φ1.70	φ 1.70	φ 2.80
	条数	本	1	1	2
発電	基準取水位	m	297	270	150
	基準放水位	m	270	240	75
	有効落差（最大時）	m	24.0	25.8	70.0
	最大使用水量	m³/S	9.0	9.0	46.0
	常時使用水量	m³/S	4.0	4.0	21.0
	最大出力	KW	1,700	1,800	26,400
	常時出力	KW	800	850	11,700
	年間発生電力量	MWh	13,480	19.030	259,000

注；工事費算出は現段階では困難であつたので省略した。

3. 開発順位

前節において、両河川の各プロジェクトに関し、その効果について検討の結果、経済性、施工の容易性、開発規模等の観点から考慮すれば、次の開発順位が適切であると考える。

1. Namorona川 Ambodikimba 発電所の第１期工事（１号機出力2,４００KW）
2. Namorona 川 Andriamamovoka No.1発電所（最大出力2,６００KW）
3. Namorona 川 Ambodikimba 発電所の第２期工事（２号機出力2,４００KW）

可能発生電力量に対する電力原価を試算してみると、第２１表の通りである。これは、経済性の観点から開発順位を決定するための資料となるであろう。

〔第２１表〕　　Ambodikimba、Amdriamamovoka　発電所の電力原価

		Ambodikimba			Andria-mamovoka №1	総　計
		１期	２期	合計		
発　電　力	KW	2,400	2,400	4,800	2,600	7,400
可能発生電力量	MWh	20,850	17,020	37,870	20,540	58,410
受電変電所２次側渡し電力量	〃	18,765	15,318	34,083	18,486	52,569
発電端建設費	10^6円	716	208	924	716	1,640
送変電建設費	〃	65	60	125	63	188
発電年経費	〃	71.6	20.8	92.4	71.6	164.0
送変電年経費	〃	7.8	7.2	15.0	7.6	22.6
小　　計	〃	79.4	28.0	107.4	79.2	186.6
KWH当り電力原価（受電変電所２次側渡し）円		4.23	1.83	3.16	4.88	3.54

注；損失率１０％、発電年経費率１０％、送電年経費率１２％

送電建設費１０４×10^6円

変電所建設費Ambodikimba　１期３１×10^6円、２期２６.３×10^6円、Amdriamamovoka №1　２６.３×10^6円

工期については、Namorona川Ambodikimba　発電所の第１期工事が約２カ年（準備工事を含む）、Andriamamovoka №1発電所が約１年半を要する。

なお、Ambodikimba　発電所着工に先立ち、本格的調査には、約１年を要するであろう。

第6章　送　変　電　計　画

第 6 章　送 変 電 計 画

1. 送電線建設計画

Namorona川Ambodikimbaプロジェクトから Fianarantsoa までの送電線は次の通り建設するものとする。

送 電 容 量	20,000KW
送 電 々 圧	60KV
送 電 線 亘 長	50Km
電線（硬アルミ撚線）	150mm²（19／3.2mm）
支 持 物	H型鉄筋コンクリート柱
建 設 費	104×10⁶ 円
	（71×10⁶ FMG）
Km当り建設費	2,090×10³ 円）
	（1,430×10³ FMG）

注：　差当りAmbodikimbaプロジェクトの最終出力4,800KWを対象とした送電線を建設することも考えられるが、この場合の送電々圧は30KV が適当であると考えられ、電線サイズは上記のものとほぼ同様となり、建設費も大差がないので、将来のNamorona水系における追加開発を考慮の上上記の通りとした。

2 変電所建設計画（Fianarantsoa側）

差当りAmbodikimbaプロジェクトの発電々力を受電するものとし、Fianarantsoa における変電設備を次の通り建設するものとする。

	第 1 期	第 2 期	計
変 圧 器	3,000KVA	3,000KVA	
60KV 側機器装置	1 組	1 組	
5KV 側機器装置	5 組	4 組	
工事資材、基礎工事等	1 式	1 式	
建 設 工 事 費	32×10⁶ 円	27×10⁶ 円	59×10⁶ 円
	（21×10⁶FMG）	（19×10⁶ FMG）	（40×10⁶ FMG）

第７章　Fianarantsoaにおける電力需給

第７章　Ｆｉａｎａｒａｎｔｓｏａにおける電力需給

1.　Ｆｉａｎａｒａｎｔｓｏａにおける電力需給の現状

１９６４年末における発電設備は、市内に火力（ディーゼル）発電所1,６３０KVA（２２０KVA×１、１９０KVA×１、５００KVA×１、７２０KVA×１）がある外、水力発電所６５２KVA（Mananday：１７６KVA×２、３００KVA×1）があり、１５Kmの２０KV送電線で上記火力発電所と連絡している。

発電設備の近年における増強状況をみるに、水力発電所に関しては１９６３年に第３号機３００KVAを増設し、火力発電所に関しては、１９５６年に５００KVA、１９５９年に７２０KVAをそれぞれ増設している。

このように水・火力を併用しているが、他の水・火力併用地域Tananarive、Tamatave、Antsirabé等と比較して、全発電設備容量中に占める水力の占める割合が小さい。

１９６４年末における配電設備は、高圧配電線（５KV）では、架空線３０.６Km、地中線0.３Km、低圧配電線（１２７／２２０または２２０／３８０V、３相４線式）では架空線42.9Km、地中線0.６６Kmとなつている。

１９６４年度の発電々力量についてみると第２２表に示す通り、水力が1,５９６MWh、火力が1,５００MWhであつて水力をベースにしているが、上記の通り発電設備において水力の占める割合が小さいため、他の水・火併用地域に比較して火力補給量の割合が大きく、発電電力量における水・火力の割合がほぼ５０：５０となつており、したがつて、火力発電所の設備利用率も他の水・火力併用地域に比較して若干大きく、１３.１％（1,１５０時間）となつている。なお、水力発電所の設備利用率はベース負荷運転であるにもかかわらず、３６.５％（3,１９０時間）に止まつており、流況による発電出力の変動が大きいものとみられる。

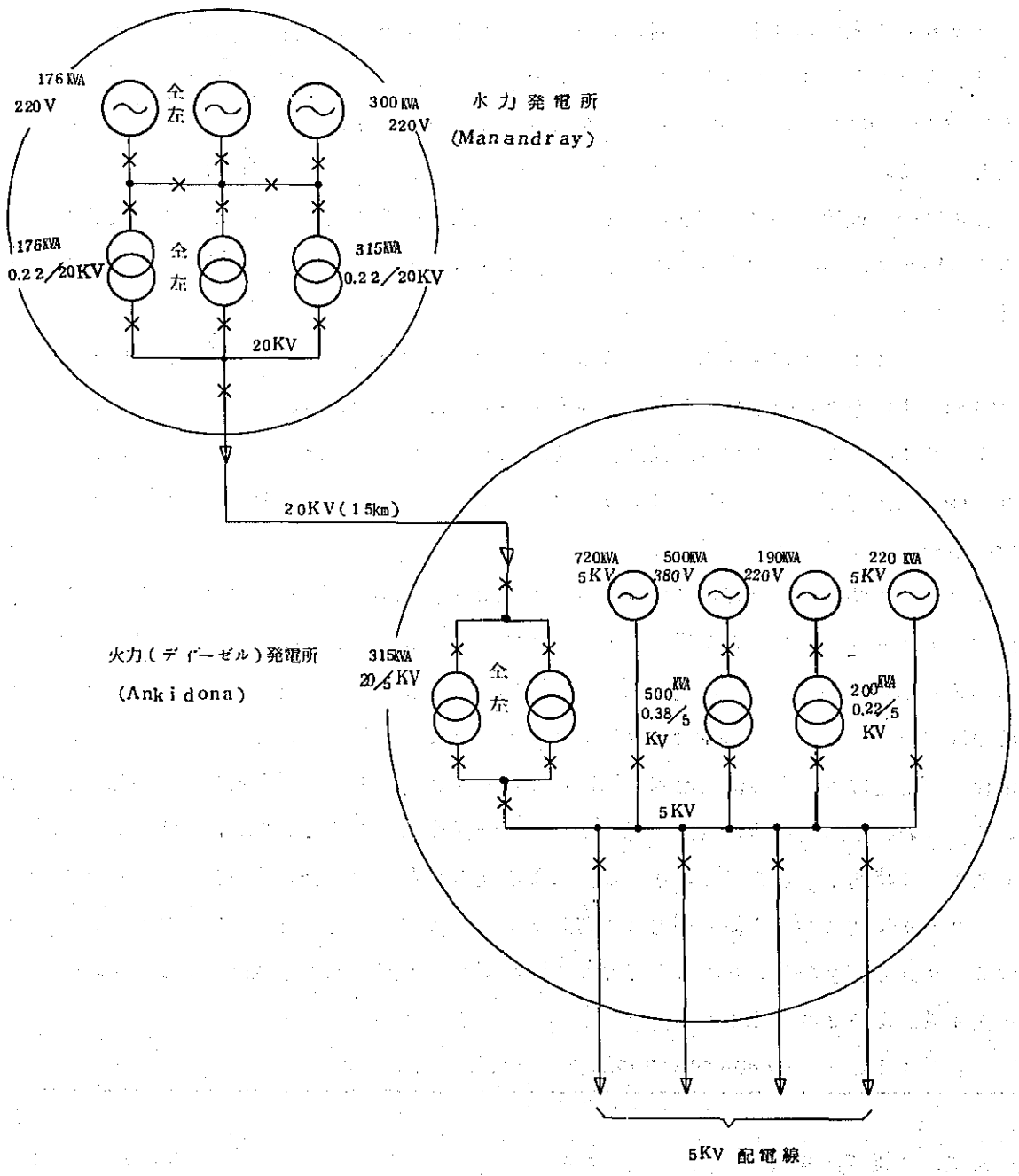
１９６４年度における最大電力は水力５００KWではほぼ全出力に近いものとなつており、火力は８４０KWで、まだかなりの余力をもつている。水・火力発電所の年負荷率は、それぞれ３６.４％および２０.４％である。

〔第２２表〕　Ｆｉａｎａｒａｎｔｓｏａにおける発電状況（１９６４年度）

	水　力	火　力	計
発電設備容量（KVA）	６５２	1,６３０	2,２８２
発電々力量（MWH）	1,５９６	1,５００	3,０９６
設備利用率（％）	３６.５	１３.１	１９.６
最大電力（KW）	５００	８４０	８４０
年負荷率（％）	３６.４	２０.４	４２.１

注：Société Electricité et Eaux de Madagascar提供資料による。

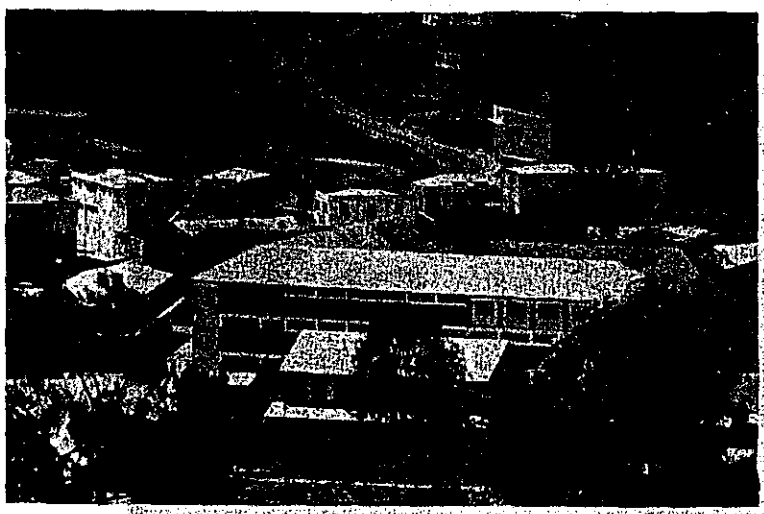
第5図　Fianarantsoaにおける電力系統図



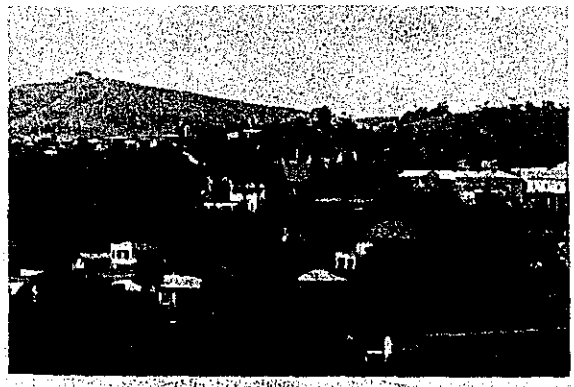
ＥＥＭ　Ｆｉａｎａｒａｎｔｓｏａ支店

ＥＥＭ　Ｆｉａｎａｒａｎｔｓｏａデイーゼル発電所

２２０KVA×１
１９０〃×１
５００〃×１
７２０〃×１



Fianarantsoa市



Fianarantsoa
の缶詰工場

火力補給量が比較的多いことは、電気料金面にも反映しており、他の水・火力併用地域よりも電気料金の単価レベルが高く、火力専用地域より幾分安い単価レベルとなつている。

１９６４年度における電力需要の構成をみるに、第２３表に示す通り、産業動力用が消費電力量４７５MWh、需要家数７（精米および精粉４、缶詰２、その他１）、官庁用が消費電力量２３７MWh、需要家数５、その他動力用が消費電力量２３９MWh、需要家数１２１、電灯およびその他家庭用が消費電力量1,５４８MWh、需要家数2,１３９となつており、消費電力量の合計は、2,４９９MWh となつている。

〔第２３表〕 Fianarantsoa における電力需要構造

１９６４年度

	産業動力用	官庁動力用	その他動力用	電灯およびその他家庭用	計
消費電力量（MWh）	４７５	２３７	２３９	1,５４８	2,４９９
仝上（％）	（１8.９）	（９.５）	（９.６）	（６2.０）	（１００）
需要家数	7	5	１２１	2,１３９	2,２７２
仝上（％）	（0.４）	（0.３）	（5.３）	（９4.０）	（１００）

注：Société Electricité et Eaux de Madagascar 提供資料による。

このような電力需要の構成を、電灯その他家庭用と動力需要に大別してみると、前者が1,５４８MWh、後者が９５１MWh で、相互の比率は６２：３８で、電灯その他家庭用需要が過半数を占めており、Tananarive（４６：５４）、Antsirabé（１6.６：８3.４）に比較して、この地域における産業、家内工業、その他の基礎施設の開発が遅れていることを示す一つの証左とみることができるであろう。

2 Fianarantsoa における電力需給の推移

(1) 発電状況の推移

発電設備容量、発電々力量の推移は第２４表に示す通りである。

すなわち、水力発電所はベース負荷運転を行なつており、需要増に対しては、火力発電による補給量の増加をもつてまかなつている。

〔２４表〕 Fianarantsoaにおける発電状況の推移

年	発電設備容量 (KVA)			発電々力量 (MWh)			最大電力 (KW)			負荷率
	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計	(%)
1954	352	410	762	1,471	244	1,715			445	44.0
1955	352	410	762	1,193	882	2,075			530	44.7
1956	352	910	1,262	1,391	695	2,086			570	41.8
1957	352	910	1,262	1,421	995	2,416			670	41.2
1958	352	910	1,262	1,232	1,384	2,616			815	36.6
1959	352	1,630	1,982	1,346	1,351	2,697			795	38.7
1960	352	1,630	1,982	776	2,063	2,839			795	40.7
1961	352	1,630	1,982	1,294	1,634	2,928	300	795	795	42.0
1962	352	1,630	1,982	1,300	1,851	3,151	300	855	855	42.1
1963	652	1,630	2,282	1,586	1,545	3,131	450	880	880	40.6
1964	652	1,630	2,282	1,596	1,500	3,096	500	840	840	42.1
過去10年間の平均年伸び率 (%)	6.35	14.8	11.6	0.82	19.9	6.08			6.55	
最近5カ年間の平均年伸び率 (%)	13.1	0	2.87	3.47	2.11	2.83			1.09	

注： １９５４～１９６３の数字は Service Autonome de l' Energie、１９６４の数字は Société Electricité et Eaux de Madagascar 提供資料による。

(2) 需要電力量の推移

需要電力量の増加状況をみると第２５表の通りである。

これによれば、毎年の伸び率が不規則であることおよび過去１０年間の平均年伸び率は6.０７％であるが最近５カ年間の平均年伸び率では2.６７％となつていて、伸び率が鈍化していることが特徴的である。

(3) 損失率の推移

損失率の推移は第２６表の通りである。

〔第２５表〕 Fianarantsoaにおける需要電力量の推移

年	需要電力量（MWh）	対前年伸び率（%）
１９５４	1,３８８	
１９５５	1,４２８	2.9
１９５６	1,６７６	１7.4
１９５７	1,９５０	１6.2
１９５８	2,１３７	9.4
１９５９	2,１８９	2.5
１９６０	2,２１５	1.1
１９６１	2,２５２	1.7
１９６２	2,６１０	１5.8
１９６３	2,４５３	−6.0
１９６４	2,４９９	1.7
過去１０年間の平均年伸び率 (%)		6.07
最近５年間の平均年伸び率 (%)		2.67

注： １９５４～１９６３の数字はService Autonome de l'Energie、１９６４の数字はSociété Electricité et Eaux de Madagascar提供資料による。

〔第２６表〕 Fianarantsoaにおける損失率の推移

年	発電々力量（MWh）	需要電力量（MWh）	損失率（%）
１９５４	1,７１５	1,３８８	１9.1
１９５５	2,０７５	1,４２８	３１.2
１９５６	2,０８６	1,６７６	１9.7
１９５７	2,４１６	1,９５０	１9.2
１９５８	2,６１６	2,１３７	１8.2
１９５９	2,６９７	2,１８９	１8.7
１９６０	2,８３９	2,２１５	２1.9
１９６１	2,９２８	2,２５２	２3.0
１９６２	3,１５１	2,６１０	１7.1
１９６３	3,１３１	2,４５３	２1.7
１９６４	3,０９６	2,４９９	１9.2

注： １９５４～１９６３の数字はService Autonome de l'Energie、１９６４の数字はSociet'e Electricit'e et Eaux de Madagascar提供資料による。

(4) 電力需要構造の推移

需要電力量を電灯、その他家庭用および動力その他用に大別して、その推移をみると第２７表の通りである。

〔第２７表〕 Fianarantsoaにおける需要構造の推移

年	電灯その他家庭用			動力その他用			計		
	MWh	%	対前年伸び率(%)	MWh	%	対前年伸び率(%)	MWh	%	対前年伸び率(%)
１９５４	９７８	７０.５		４１０	２９.５		１,３８８	１００	
１９５５	１,０１３	７１.０	３.５	４１５	２９.０	１.２	１,４２８	〃	２.８
１９５６	１,１５２	６８.８	１３.８	５２４	３１.２	２６.２	１,６７６	〃	１７.４
１９５７	１,２９０	６６.２	１１.８	６６０	３３.８	２５.８	１,９５０	〃	１６.２
１９５８	１,３５２	６３.４	５.０	７８５	３６.６	１８.７	２,１３７	〃	９.４
１９５９	１,４９３	６８.３	１０.３	６９６	３１.７	－１１.３	２,１８９	〃	２.５
１９６０	１,５５２	７０.２	３.９	６６３	２９.８	－４.８	２,２１５	〃	１.１
１９６１	１,４１７	６３.０	－８.７	８３５	３７.０	２５.７	２,２５２	〃	１.７
１９６２	１,５４４	６１.５	９.０	１,０６６	３８.５	２７.６	２,６１０	〃	１５.８
１９６３	１,６４１	６７.０	６.３	８１２	３３.０	－２３.８	２,４５３	〃	－６.０
１９６４	１,５４８	６２.０	－５.７	９５１	３８.０	１７.２	２,４９９	〃	１.７
過去10年間の平均年伸び率(%)			４.６９			８.７８			６.０７
最近５カ年間の平均年伸び率(%)			０.７１			６.４４			２.６７

注： １９５４～１９６３の数字はService Autonome de l'Energie、１９６４の数字はSociété Electricité et Eaux de Madagascar提供資料による。

すなわち、１９５４年における電灯、その他家庭用と動力その他用需要電力量の割合はほぼ７０：３０、１９６４年のそれは６２：３８となつていて、後者の割合が除々ではあるが増大しつつある。

一方、両者の伸び率からみると、電灯その他家庭用需要の伸び率の鈍化が目立ち、最近５

カ年間においてそれが著しい。動力その他需要の過去１０年間の平均年伸び率は 8.7 8 %で可成り高い率を示しているが、最近５年間では 6. 4 4 %となつていて、やはり鈍化の傾向にある。

(5) 需要家数および一需要家当りの需要電力量の推移

電灯、その他家庭用および動力その他用需要の需要家数および一需要家当りの需要電力量の推移は第２８表の通りである。

〔第２８表〕 Fianarantsoa における需要家数
および一需要家当りの需要電力量の推移

年	需要家数				一需要家当り需要電力量			
	電灯・その他家庭用		動力その他用		電灯・その他家庭用		動力その他用	
	軒数	伸び率 %	軒数	伸び率 %	KWh	伸び率 %	KWh	伸び率 %
１９５４	1,230		53		796		7,730	
１９５５	1,364	11.0	62	16.9	743	−6.0	6,690	−13.5
１９５６	1,453	6.6	70	12.8	793	6.7	7,500	12.0
１９５７	1,580	8.7	78	11.4	818	3.1	8,460	12.7
１９５８	1,708	8.0	78	0	793	−3.0	10,050	18.8
１９５９	1,821	6.7	84	7.6	818	3.0	8,280	−17.6
１９６０	1,929	5.9	90	7.0	805	−1.6	7,370	−11.0
１９６１	2,081	8.0	91	1.0	554	−31.2	5,760	−21.8
１９６２	2,154	3.3	101	11.0	717	29.5	10,550	18.3
１９６３	1,931	−10.2	258	157.8	850	18.5	3,150	−70.1
１９６４	2,139	10.6	138	−46.5	724	−14.7	7,150	127.0
過去10年間の平均年伸び率(%)		5.70		10.0		≒0		≒0
最近５年間の平均年伸び率(%)		3.23		10.4		≒0		≒0

注： １９５４～１９６３の数字は Service Autonome de l'Energie、１９６４年の数字は Société Electricité et Eaux de Madagascar 提供資料による。

すなわち、需要家数に関しては、電灯その他家庭用が近年に至り若干鈍化しているとはいえ、両需要種目ともかなりの伸び率を示しているが、一需要家当りの需要電力量では過去１０

年および最近5カ年でみてもほとんど変化していない。

このことは、電灯その他家庭用需要に関しては、より低所得層への若干の普及があるものとみられ、動力その他需要に関しては、年々の需要電力量が不規則であることからも、個々の工場その他の操業の不安定および全体としての発展が芳しくないことを意味するものと考えられる。

3. Fianarantsoaにおける電力需給の見通し

経済開発の初期的な段階にある国または地域においては、水力発電所の開発が経済発展の契機となり、またその先導的役割を果す場合が多い。すなわち、豊富な水資源があり、その開発によつて或地域に対し、低コストの電力が有効に供給できる場合においては、その地域における在来の電力需要は急速に伸び、また新たな電力需要が造成されて、その地域に大きな経済的利益をもたらすことは、過去における多くの経験の示すところである。

したがつて、特に孤立電源として、あるいは単純なる電力系統における水力電源の開発は、その物理的、経済的性格から、或る程度先行的に実施されるのが通例であつて、必ずしも当面の需要のみを対象とし、あるいは当初からまたは短期間のうちにその発生電力の完全消化を目途としてのみ実施される必要はない。

われわれの調査の対象は、このような概念にもとづくプロジエクトであると考えられ、その開発の主たる目的は、Fianarantsoa 地域における工業化を促進することである。

われわれは、現地において、Namorona。Faraony 両河川を踏査し、開発可能な地点およびそれら各地点における開発の規模、条件、経済性等について、それらの概要を把握することができた。

一方、われわれの現地における予備的な調査の段階においては、未だこの地域における具体的にして組織的な工業化の実施計画がないことを知つた。

そこで、われわれは、この地域における水力発電所の開発が、この地域における工業化の厳密な意味における端緒となるべきものであるとの判断から、上記各地点のうち、最も経済的な開発が可能であり、手ごろな出力をもつNamorona川Ambodikimbaプロジエクトの開発が先づ取上げられるべきであると考慮した。

ここで実施する電力需給の見通しは、まづとりあえずNamorona川Ambodikimbaプロジエクトの開発が取り上げられ、できるだけ早期に開発されるものとして、１９７０年頃にその第１期分2,４００KWが運転開始されるという前提のもとに、１９７５年までのFianarantsoaにおける電力需要に関し、この地域における電力需給条件の変化を考察し、併せてこの国の他の地域におけるものとの比較検討を行ない、まず(1)この水力発電プロジエクトの開発がない場合における在来需要の増加見通し、次ぎに(2)この水力発電プロジエクトが開発された場合に

おける在来需要の増加見通し、最後に(3)この水力発電プロジェクトの開発による発生電力が新規に計画されるであろう工業化のために利用可能な限度、についての見通しを試みることとした。

(1) Ambodikimba プロジェクトの開発がない場合における在来需要の見通し、

(i) 電灯その他家庭用需要

(a) 需要家数ー過去における需要家の増加傾向および人口増加を考慮して、需要家数の増加見通しを立てると第２９表の通りである。

〔第２９表〕

年	人　口	供給人口	供 給 率	需要家数
※１９６３	３７,５９８	１１,５８６	３０.８％	1,９３１
１９６５	３９,９００	１３,２００	３３.１〃	2,２００
１９７０	４６,２００	１５,６００	３３.８〃	2,６００
１９７５	５３,６００	１８,４９０	３４.６〃	3,０８０

注：（１）※１９６３年の数字は実績値

（２）人口増加率を 3.０％とする。

（３）一世帯人員数を６人とする。

(b) 一需要家当りの消費電力量ーこの地域における経済状態にはとりわけ大きな変動はないものと考えられ、またより低所得層への電灯その他の普及も考えられるので、一需要家当りの消費電力量には殆んど変化がないものと考えられる。

(c) 電灯その他家庭用の需要見通し、ー(a)および(b)により、第３０表の通りとなる。

〔第３０表〕　　（需要端）

年	一需要家当り消費量	需　要　数	需要電力量
※１９６３	７５０ MWh	1,９３１	1,６４１ MWh
１９６５	７５０　〃	2,２００	1,６５０　〃
１９７０	７５０　〃	2,６００	1,９００　〃
１９７５	７５０　〃	3,０８０	2,３１０　〃

注：※１９６３年の数字は実績値

(ii) 動力その他需要

過去における推移から大きな変化はないものとみられ、その需要家数は電力問題のためむしろ伸び率の鈍化の可能性があり、一需要家当りの消費電力量ははとんど変化しないであろう。その需要見通しは第３０表の通りである。

〔第３１表〕　　（需要端）

年	一需要家当り消費量	需要家数	需要電力量
１９６３	6,８００ MWh	（１２０）	８１２ MWh
１９６５	6,８００ 〃	１４１	９６０ 〃
１９７０	6,８００ 〃	１９８	1,３４５ 〃
１９７５	6,8.００ 〃	２７１	1,８４２ 〃

注：(1)　一需要家当り消費量は最近５カ年間の平均値

(2)　（　）内の数字は実績値の修正値

(iii)　総需要の見通し

第３０表および第３１表に基づき、総需要の見通しを立てると第３２表の通りとなる。

〔第３２表〕　　（需要端）

年	需要電力量		年負荷率	最大電力
	MWh	平均年伸び率(%)	(%)	(KW)
１９６３	2,４５３		４０.７	６８８
１９６５	2,６１０	3.１５	４２.１	７０８
１９７０	3,２４５	4.４５	４２.５	８７２
１９７５	4,１５２	5.０３	４３.０	1,１０５

(2)　Ambodikimba プロジエクトが開発された場合における在来需要の見通し。

低コストの水力発電による供給力が増大し、このプロジエクトが開発されるまでは、全需要電力量のほぼ半ば、あるいはそれ以上をまかなつていたコストの高い火力発電による補給量は減少し、特に需要の増加が供給力の限度に達しない中間段階においては、火力による補給量は皆無となり、既存の火力発電設備は完全に予備供給力とすることができる。したがつて、電気料金の低下が見込まれることは確実である。

これらによる電力需要面に及ぼす影響として、

１）　需要家数の増加

２）　一需要家当りの消費電力量の増加

が考えられる。

これらの影響について、これらの影響のみを明確に分離し、またそれによる需要増加の見通しを立てることは非常に困難であつて、単に概略の見通しを立て、その一つのパターンを描きうるに過ぎない。しかしながら、その影響は少なからざるものがあるとみられ、既に述べたように、水力発電所の開発によつて、大幅に電気料金が低下したために、家庭用その他の需要が大きく伸びた例は、多々見られるところである。

(i)　電灯その他家庭用需要

(a) 需要家数 — 供給力の増大に伴い、当然配電網の拡張が行なわれ、したがつて需要家数も増加するであろう。また、間接的には新規工業の誘致設立により、労働者の必要からする或程度の人口集中および付帯的な新規商業需要の発生による需要家数の増加も考えられるであろう。

〔第３３表〕

年	人　口	供給人口	供 給 率	需要家数
１９６３	３７,５９８	１１,５８６	３０.８％	1,９３１
１９６５	３９,９００	１３,２００	３３.１〃	2,２００
１９７０	４６,２００	１６,８００	３６.４〃	2,８００
１９７５	５４,８００	２１,３００	３８.８〃	3,５５０

注：(1) 人口増加率を１９６４～１９７０は3.０％、１９７１～１９７５は3.５％とする。

(2) 一世帯人員数を６人とする。

(b) 一需要家当りの消費電力量 — 既存使用設備による消費は増加し、また新たな家庭用電気器具の普及の可能性の増大による消費増が見込まれるであろう。

(c) 電灯その他家庭用の需要見通し — (a)および(b)により第３４表の通りとなる。

〔第３４表〕　　（需要端）

年	一需要家当り消費量	需 要 家 数	需要電力量
１９６３	７５０ MWh	1,９３１	1,６４１ MWh
１９６５	７５０　〃	2,２００	1,６５０　〃
１９７０	８５０　〃	2,８００	2,３８０　〃
１９７５	９２０　〃	3,５５０	3,２６５　〃

(ii) 動力その他需要

(a) 需要家数 — 新規水力電源開発の実現を見込して、その運転開始前においても、また運転開始後は当然、配電網の拡張にも伴い、在来需要グループにおける新規使用申込みが行なわれることは確実とみられる。

(b) 一需要家当りの消費電力量 — 水力電源が開発されるまでは、不安定な操業をつづけていた若干の在来の工業および家内工業は、電力問題の緩和によつて、その操業が安定し、その消費電力量は増加するであろうし、また若干の基礎施設による消費量も増加するであろう。

(c) 動力その他用の需要見通し — (a)および(b)により、第３５表の通りとなる。

〔第３５表〕

（需要端）

年	一需要家当り消費量	需要家数	需要電力量
１９６３	6,800 MWh	（１２０）	８１２ MWh
１９６５	6,800 〃	１４１	９６０ 〃
１９７０	7,300 〃	２１２	1,542 〃
１９７５	8,000 〃	３０５	2,440 〃

注：（　）内の数字は実績値の修正値を示す。

(iii) 総需要の見通し

第３４表および第３５表に基づき、総需要の見通しを立てると第３６表の通りとなる。

〔第３６表〕

（需要端）

年	需要電力量		年負荷率	最大電力
	MWh	平均年伸び率(%)	(%)	(KW)
１９６３	2,453		40.7	６８８
１９６５	2,610	3.15	42.1	７０８
１９７０	3,922	8.45	42.5	1,053
１９７５	5,705	7.80	43.0	1,515

第３２表により第３６表を書き替え、水力電源の開発による追加需要を明白にすると、第３７表の通りとなる。

〔第３７表〕

（需要端）

年	需要電力量 MWh			最大電力 (KW)		
	在来分	増加分	計	在来分	増加分	計
１９６３	2,453	—	2,453	６８８	—	６８８
１９６５	2,610	—	2,610	７０８	—	７０８
１９７０	3,245	６７７	3,922	８７２	１８１	1,053
１９７５	4,152	1,553	5,705	1,105	４１０	1,515

(3) Ambodikimba プロジェクトの開発による新規需要開拓の限度

ここで実施した需要見通しによれば、在来需要による１９７５年末の需要電力量は、このプロジェクトが開発された場合において、5,705 MWh になり、負荷率を４３％と想定すれば最大電力は 1,515 KW となる。１９７０年に、このプロジェクトの第１期分 2,400 KW の運転による増加供給力をもつて、在来の需要のみをまかなうとすれば、ここで考慮した１９７１～１９７５年の平均年伸び率 7.8％でそれ以後も伸びると仮定した場合、１９８０年頃までの需要の伸びには耐えられるであろう。

一方、当面の目的である工業化のためにこれを利用するとすれば、同様に、１９７０年に

このプロジェクトが開発され、まづその第１期分2,４００KWの設備出力で運転が開始された場合、１９７５年までにこれが最大限に利用されるとして、１９７５年末における電力需給バランスをみると第３８表の通りである。

〔第３８表〕

	MWh	KW
1. 発電端供給力：		
Ambodikimba	２０,８５０	2,４００
Manandray	1,６００	５００
火　力　補　給	2,９６０	（７６０）
計（常時電力分	２５,４１０	2,９００
予　備　供　給　力		（５４０）
2. 損　失　率：１７％		
3. 需要端供給力：		
水　　力	１８,６６０	2,４１０
補給用火力	2,４６０	（６３１）
計（常時電力分）	２１,１２０	2,４１０
予備供給力		（４４８）
4. 需　　要		
在来需要（負荷率：４３％）	5,７０５	1,５１５
新規需要（〃〃〃：５５％）	4,３２０	８９５
計	１０,０２５	2,４１０
5. バ　ラ　ン　ス	＋１１,０９５	0

この場合、供給力に関しては、Fianarantsoa 地域の発電所が、１９７５年末までには他の地域のそれとの連系が行なわれないものと仮定し、Ambodikimba プロジェクトの第１期分設備出力2,４００KWおよびManandray の設備出力５００KWを常時出力化するために必要な火力による補給を考慮した。この火力補給量はオフピーク時には必要がないので、実際にはこれより減少するであろう。

また、需要に関しては、調整不可能な需要すなわち常時電力を必要とする需要のみを考慮し、新規需要の年負荷率を５５％と仮定した。したがつて、さらに負荷率の高い新規需要が開拓されることにより、発電所の設備利用率の向上を計ることが可能である。

また、この電力需給バランスは、上述の通り１９７５年末において供給力が最大限に利用された場合のパターンを示すものであつて、それが最大限に利用されるに至らない中間段階においては、経済性の比較から新規水力が既存火力に完全に置替わる時期があるであろう。

この場合には既存火力は完全に予備供給力とすることができる。

これによれば、１９７５年までに最大需要電力８９５KW 需要電力量4,３２０MWh の工業を誘致することが可能となる。

この電力は、われわれの予備的な調査段階において、現地政府当局において、一応考慮されていた工業化計画のうち、大規模の水力発電所の開発が前提となつているものを除き、例えば以下の工業に振向けるには充分であろう。

窯業関係	２５０KW
食肉処理場	２４０〃
乳製品工場	２００〃
その他熱帯果実の缶詰および石灰石を利用する工業	２００〃
計	８９０KW

4. 将来計画について

Fianarantsoa 地域において工業化の実施を可能ならしめるためには、他の諸条件を別にすれば、第１にあげられるエネルギー資源としての電力の供給が、その量的、価格的に少くとも既に工業化が進められている他の地域におけるものと同等の条件が整えられなければならない。

調査団は、そのための第１段階として、まずNamorona川Ambodikimbaプロジェクトの開発が実施され、その第１期分2,４００KWの運転によつて、Fianarantsoa 地域における工業化を可能ならしめるに必要な最少限の条件が整えられるものと考えた。

一方、具体的な工業化実施計画による需要増乃至は一般需要の増加に対しては、その都度需要の見通しを立て、供給側における各種条件の変化を検討の上、供給力増強について何時どのような手段をとるべきかを決定しなければならない。

これに関し、第１次および第２次経済開発５カ年計画において、Tananarive—Antsirabé—Fianarantsoa の送電連系および高原地帯におけるいくつかの電源開発計画が取り上げられている。

したがつて、Fianarantsoa 地域における以後の需要増に対しては、調査団が取り上げた各計画プロジェクト、或は場合によつては、他の河川におけるプロジェクトの開発上の諸条件およびそれらの特性を考慮し、また上記電力系統が造成される時期においては、その全般を勘案の上、供給力増強の手段を講ずべきである。

第8章　む　す　び

第8章 む す び

当調査団は主としてNamorona 川、ついでFaraony 川に重点をおき、これにMatsiatra 川およびMananjary 川を加えた4河川の踏査を行なつて、Namorona 川に6つ、Faraony 川に3つのプロジエクトをたてた。

われわれはFianarantsoa のみならず、主要都市の現地調査を行なつて、Fianarantsoa の工業化と電力需給の見通しをたてた。またFianarantsoa の電気料金が比較的高く、このことが工場誘致の障害となつていることを認めた。

上述のプロジエクトを

－Fianarantsoa に低廉な電力を供給できること。

－建設が容易であること。

を条件として比較検討し、

①	Namorona 川 Ambodikimba プロジエクト	第1期	2,400 KW
②	Namorona 川 Andriamamovoka プロジエクト	〃 1	2,600 KW
③	Namorona 川 Ambodikimba プロジエクト	第2期	2,400 KW

の順位により開発すべきであるとの結論に達した。

Namorona 川 Ambodikimba プロジエクト第1期のみを単独に開発してその電力をEianarantsoa まで送つた場合でも、Fianarantsoa の電気料金を現在のTananarive, Antsirabé と同程度の水準にまで引下げうるであろう。需要の増加に応じてその他のプロジエクトも開発すれば、発電所の運用はさらに合理化され料金水準もさらに低下させることが可能となろう。

Namorona 川 Ambodikimba プロジエクト第1期分が1970年頃に運転開始すると仮定すれば、電気料金の低減による需要促進効果を考慮しても、1975年において最大需要電力895 KW、需要電力量4,320 MWhの工場を建設することができるであろう。もちろんこのプロジエクトの建設時期をさらに繰上げることは可能である。

上記以外のプロジエクトも、需給の状況に応じて逐次開発されることも可能であろう。

われわれはマダガスカル共和国の工業化の基本的な方向を見通すため、いくつかの主要都市を視察した。この国で現在工業化が進められているのは、Tananarive, Antsirabé, Tamatave およびMoramanga である。これらの都市は、現段階では、相互の関連をもたずに発展を続けている。

将来は、これらの都市にManakara およびFianarantsoa を加えた6都市の工業化が、各都市の周辺にまで及ぶようになるであろう。そして各都市が有機的な結びつきをもつようになるであろう。

これらの各都市の有機的な結びつきをさらに緊密にするために、われわれは次の2つの基本的

方向が不可欠であると考える。

－Tananarive, Antsirabé, Moramanga および Fianarantsoa を有機的に結びつけて、「中央高原工業地帯」を形成すること。

－Tamatave と Manakara を有機的に結びつけて、「東海岸工業地帯」を形成すること。

マダガスカル共和国の工業化が必然的に向かうであろうとわれわれが考える方向の中で、われわれの推奨する各プロジェクトは、工業化の推進者として重要な役割を果たすであろう。

文　献

Rapport de Prospection : Electricité de France.
Inspection Gènèrale pour l' Union Francaise et l' Etranger, Paris, 1956

Annuaire Hydrologique de le France d'outre—mer :
Electricité de France et Société Hydrotechnique de France, ANNEE 1952—1962

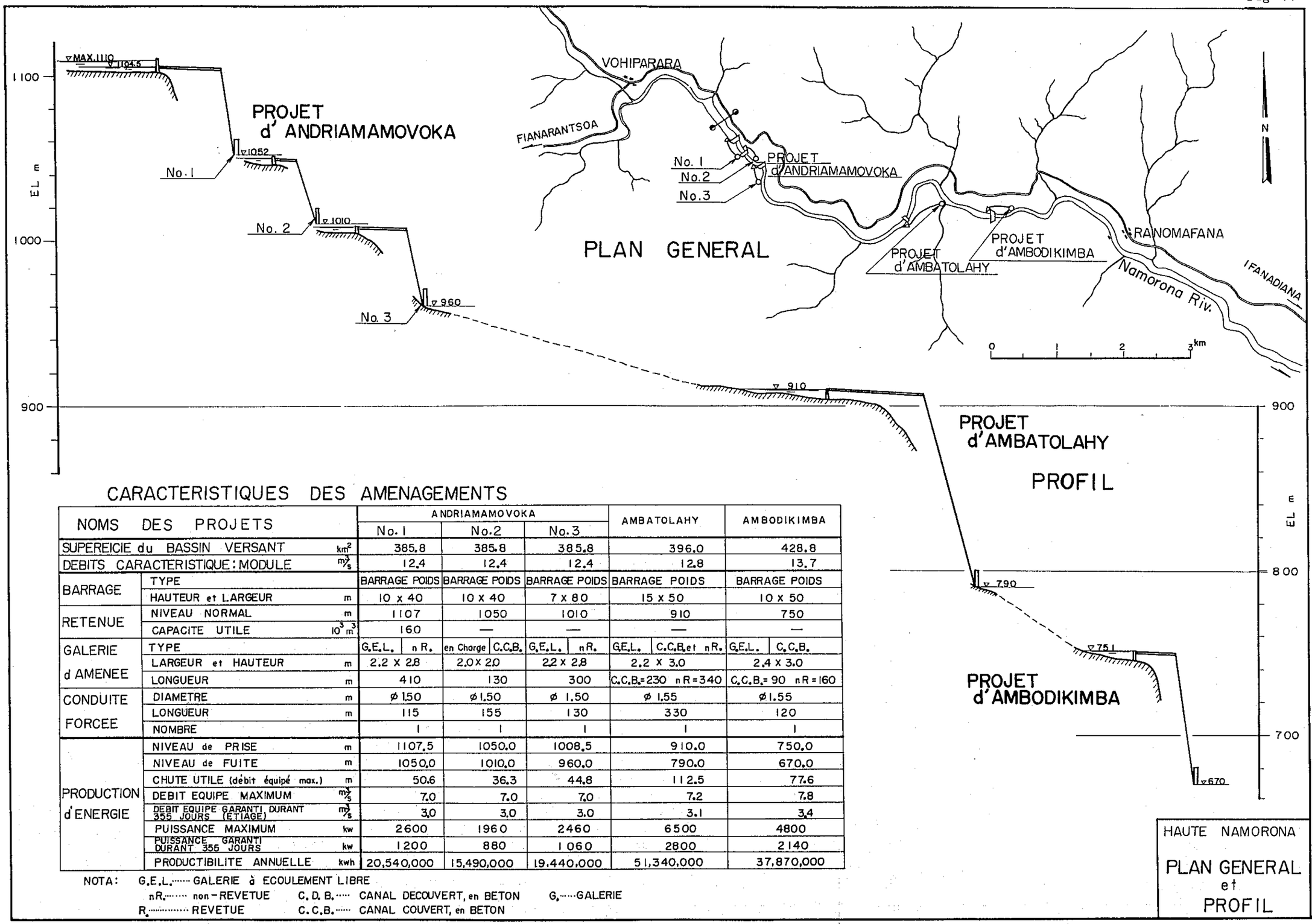
Tables of Temperature, Relative Humidity and Precipitation for the World :
Part IV Africa, the Atlantic Ocean South of 35°N and the Indian Ocean
London, Her Majesty's Stationary office, 1962.

S'erie des Prix (Dite Série de 1962) : Appricable aux travaux de bâitment à MADAGASCAR

Économie Malgache, Évolution, 1964—1960, Commissariat Général au Plan, Tananarive, 1962

Plen Quinquennal 1964—1948, Commissariat Général au Plan, Tananarive, Oct., 1964

Documents fournis pas la Service Autonome de l'Energie, Société Electricité et Eaux de Madagascar etc.



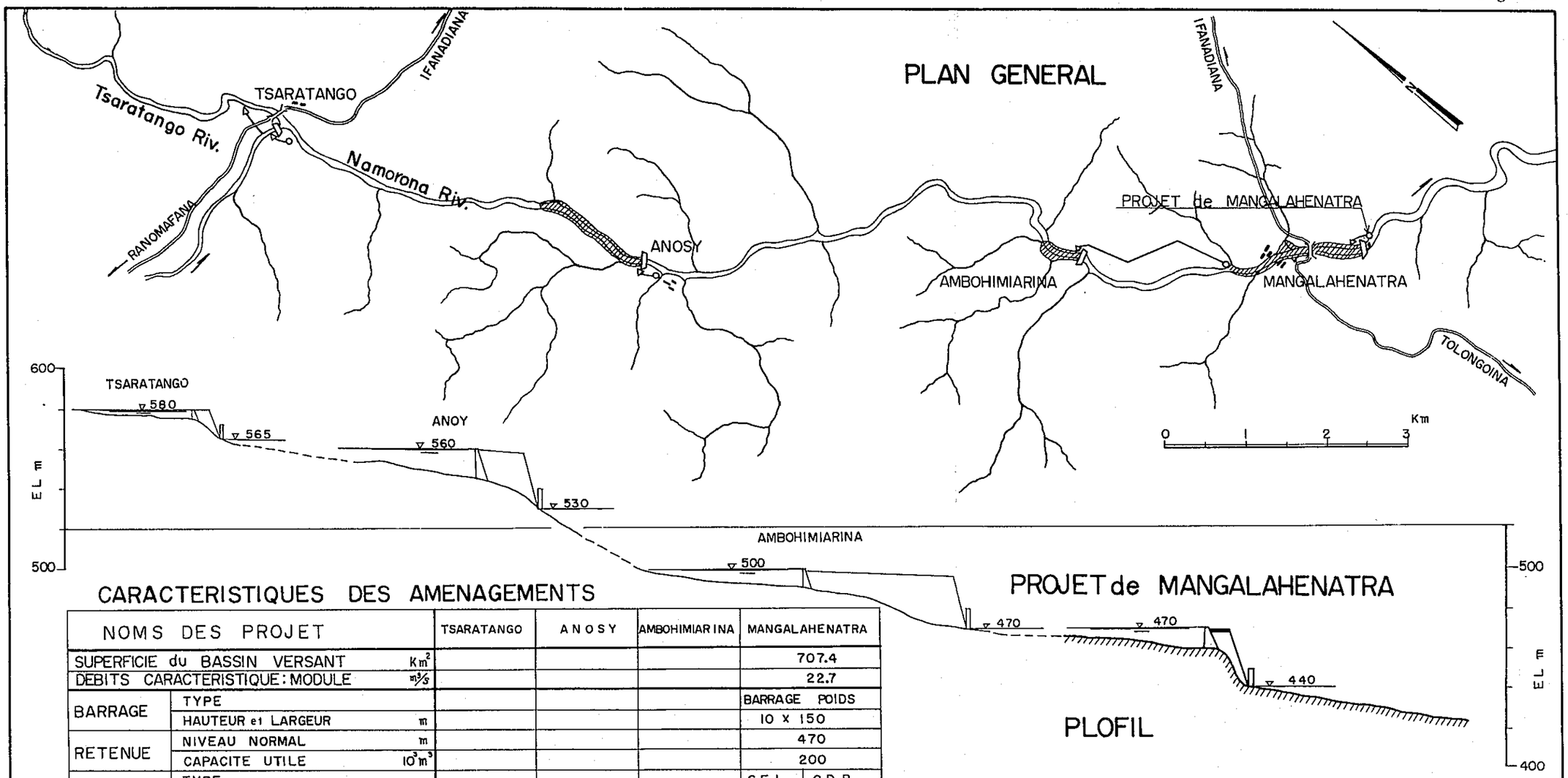
CARACTERISTIQUES DES AMENAGEMENTS

NOMS DES PROJETS			ANDRIAMAMOVOKA No. 1	ANDRIAMAMOVOKA No. 2	ANDRIAMAMOVOKA No. 3	AMBATOLAHY	AMBODIKIMBA
SUPEREICIE du BASSIN VERSANT		km²	385.8	385.8	385.8	396.0	428.8
DEBITS CARACTERISTIQUE : MODULE		m³/s	12.4	12.4	12.4	12.8	13.7
BARRAGE	TYPE		BARRAGE POIDS	BARRAGE POIDS	BARRAGE POIDS	BARRAGE POIDS	BARRAGE POIDS
	HAUTEUR et LARGEUR	m	10 x 40	10 x 40	7 x 80	15 x 50	10 x 50
RETENUE	NIVEAU NORMAL	m	1107	1050	1010	910	750
	CAPACITE UTILE	10^3 m³	160	—	—	—	—
GALERIE d AMENEE	TYPE		G.E.L. / nR.	en Charge / C.C.B.	G.E.L. / nR.	G.E.L. / C.C.B. et nR.	G.E.L. / C.C.B.
	LARGEUR et HAUTEUR	m	2.2 x 2.8	2.0 x 2.0	2.2 x 2.8	2.2 x 3.0	2.4 x 3.0
	LONGUEUR	m	410	130	300	C.C.B.=230 nR=340	C.C.B.=90 nR=160
CONDUITE FORCEE	DIAMETRE	m	ø 1.50	ø 1.50	ø 1.50	ø 1.55	ø 1.55
	LONGUEUR	m	115	155	130	330	120
	NOMBRE		1	1	1	1	1
PRODUCTION d'ENERGIE	NIVEAU de PRISE	m	1107.5	1050.0	1008.5	910.0	750.0
	NIVEAU de FUITE	m	1050.0	1010.0	960.0	790.0	670.0
	CHUTE UTILE (débit équipé max.)	m	50.6	36.3	44.8	112.5	77.6
	DEBIT EQUIPE MAXIMUM	m³/s	7.0	7.0	7.0	7.2	7.8
	DEBIT EQUIPE GARANTI DURANT 355 JOURS (ETIAGE)	m³/s	3.0	3.0	3.0	3.1	3.4
	PUISSANCE MAXIMUM	kw	2600	1960	2460	6500	4800
	PUISSANCE GARANTI DURANT 355 JOURS	kw	1200	880	1060	2800	2140
	PRODUCTIBILITE ANNUELLE	kwh	20,540,000	15,490,000	19,440,000	51,340,000	37,870,000

NOTA: G.E.L. ····· GALERIE à ECOULEMENT LIBRE
nR. ····· non-REVETUE C. D. B. ····· CANAL DECOUVERT, en BETON G. ····· GALERIE
R. ····· REVETUE C. C. B. ····· CANAL COUVERT, en BETON

HAUTE NAMORONA

PLAN GENERAL et PROFIL



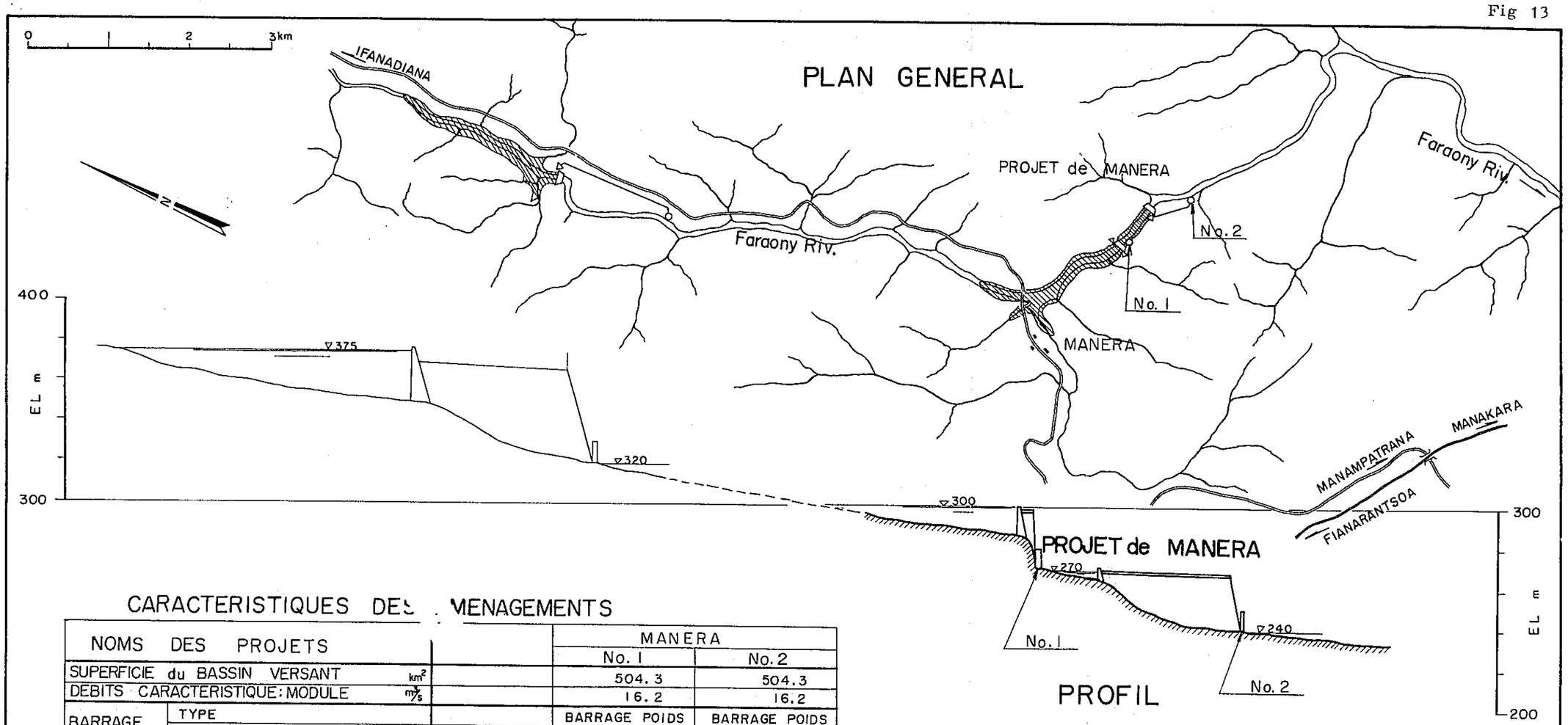
CARACTERISTIQUES DES AMENAGEMENTS

NOMS DES PROJET			TSARATANGO	ANOSY	AMBOHIMIARINA	MANGALAHENATRA
SUPERFICIE du BASSIN VERSANT		Km^2				707.4
DEBITS CARACTERISTIQUE: MODULE		m^3/s				22.7
BARRAGE	TYPE					BARRAGE POIDS
	HAUTEUR et LARGEUR	m				10 x 150
RETENUE	NIVEAU NORMAL	m				470
	CAPACITE UTILE	$10^3 m^3$				200
GALERIE d'AMENEE	TYPE					G.E.L. | C.D.B.
	LARGEUR et HAUTEUR	m				7 x 3
	LONGUEUR	m				40
CONDUITE FORCEE	DIAMETRE	m				ø 1.50
	LONGUEUR	m				50
	NOMBRE					2
PRODUCTION d'ENERGIE	NIVEAU de PRISE	m				470
	NIVEAU de FUITE	m				440
	CHUTE UTILE (débit équipé max.)	m				28.0
	DEBIT EQUIPE MAXIMUM	m^3/s				12.6
	DEBIT EQUIPE GARANTI DURANT 355 JOURS (ETIAGE)	m^3/s				5.6
	PUISSANCE MAXIMUM	kw				2 800
	PUISSANCE GARANTI DURANT 355 JOURS	kw				1 250
	PRODUCTIBILITE ANNUELLE	kwh				22.210.000

NOTA: G.E.L.····· GALERIE à ECOULEMENT LIBRE
nR.····· non-REVETUE C.D.B.····· CANAL DECOUVERT, en BETON G.····GALERIE
R.····· REVETUE C.C.B.····· CANAL COUVERT, en BETON

MOYENNE NAMORONA

PLAN GENERAL et PROFIL



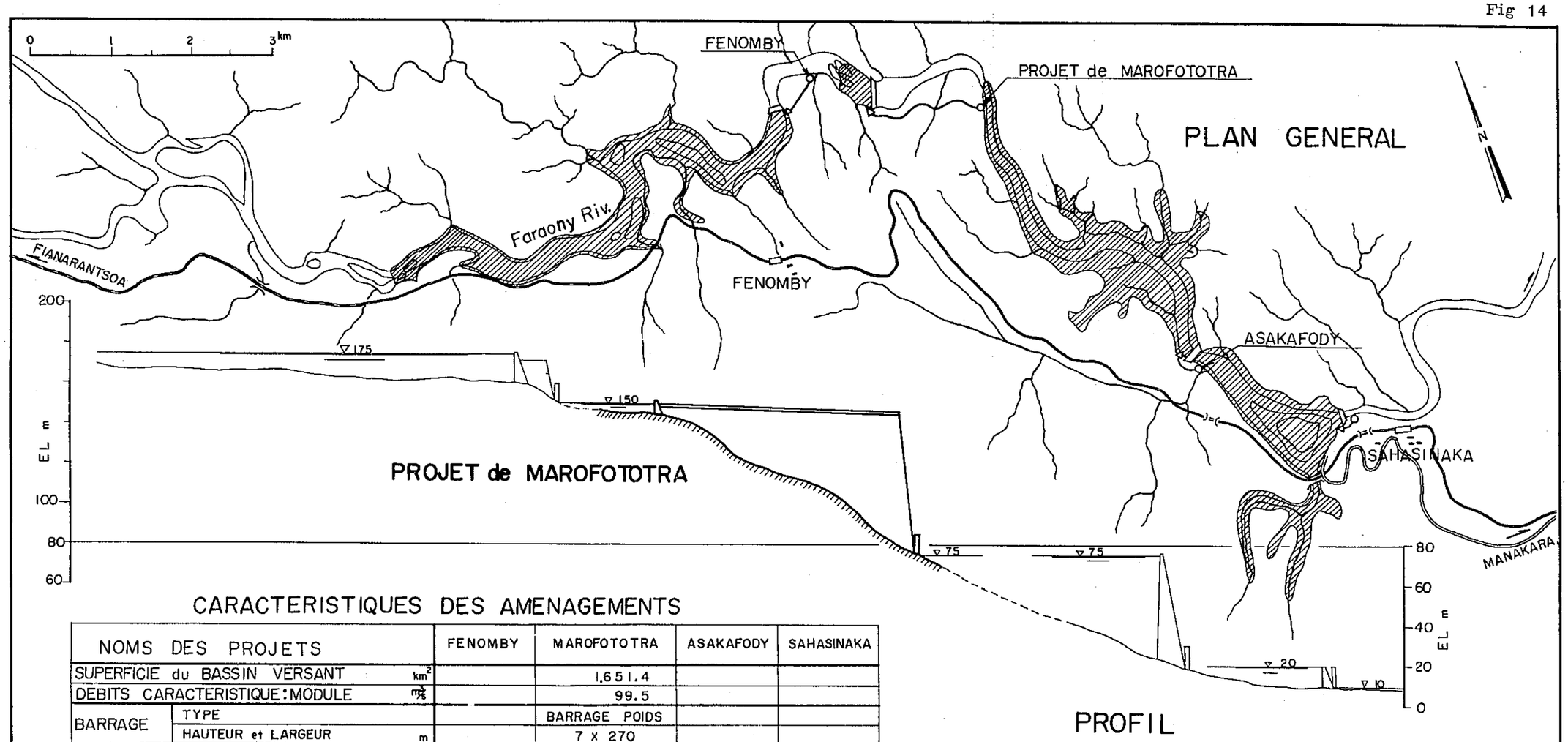
CARACTERISTIQUES DES AMENAGEMENTS

NOMS DES PROJETS			MANERA No. 1	MANERA No. 2
SUPERFICIE du BASSIN VERSANT		km^2	504.3	504.3
DEBITS CARACTERISTIQUE: MODULE		m^3/s	16.2	16.2
BARRAGE	TYPE		BARRAGE POIDS	BARRAGE POIDS
	HAUTEUR et LARGEUR	m	15 x 70	10 x 50
RETENUE	NIVEAU NORMAL	m	300	270
	CAPACITE UTILE	$10^3 m^3$	285	—
GALERIE d'AMENEE	TYPE		G.E.L. / n R.	G.E.L. / n R.
	LARGEUR et HAUTEUR	m	2.5 x 3.0	2.5 x 3.0
	LONGUEUR	m	60	660
CONDUITE FORCEE	DIAMETRE	m	ø 1.70	ø 1.70
	LONGUEUR	m	50	100
	NOMBRE		1	1
PRODUCTION d'ENERGIE	NIVEAU de PRISE	m	297	270
	NIVEAU de FUITE	m	270	240
	CHUTE UTILE (débit équipé max)	m	24.0	25.8
	DEBIT EQUIPE MAXIMUM	m^3/s	9.0	9.0
	DEBIT EQUIPE GARANTI DURANT 355 JOURS (ETIAGE)	m^3/s	4.0	4.0
	PUISSANCE MAXIMUM	kw	1,700	1,800
	PUISSANCE GARANTI DURANT 355 JOURS	kw	800	850
	PRODUCTIBILITE ANNUELLE	kwh	13,480,000	19,030,000

NOTA : G.E.L..... GALERIE à ECOULEMENT LIBRE
n R. ..... non - REVETUE
R. ..... REVETUE
C. D. B. ..... CANAL DECOUVERT, en BETON
C. C. B. ..... CANAL COUVERT, en BETON
G. ..... GALERIE

MOYENNE FARAONY

PLAN GENERAL et PROFIL



CARACTERISTIQUES DES AMENAGEMENTS

NOMS DES PROJETS			FENOMBY	MAROFOTOTRA	ASAKAFODY	SAHASINAKA
SUPERFICIE du BASSIN VERSANT		km^2		1,651.4		
DEBITS CARACTERISTIQUE: MODULE		m^3/s		99.5		
BARRAGE	TYPE			BARRAGE POIDS		
	HAUTEUR et LARGEUR	m		7 x 270		
RETENUE	NIVEAU NORMAL	m		150		
	CAPACITE UTILE	$10^3 m^3$		—		
GALERIE d'AMENEE	TYPE			G.E.L. | C.D.B.		
	LARGEUR et HAUTEUR	m		$\frac{3,5+8,0}{2}$ x 3,5		
	LONGUEUR	m		1,880		
CONDUITE FORCEE	DIAMETRE	m		ø 2,80		
	LONGUEUR	m		200		
	NOMBRE			2		
PRODUCTION d'ENERGIE	NIVEAU de PRISE	m		150		
	NIVEAU de FUITE	m		75		
	CHUTE UTILE (débit équipé max.)	m		70.0		
	DEBIT EQUIPE MAXIMUM	m^3/s		46.0		
	DEBIT EQUIPE GARANTI DURANT 355 JOURS (ETIAGE)	m^3/s		21.0		
	PUISSANCE MAXIMUM	kw		26,400		
	PUISSANCE GARANTI DURANT 355 JOURS	kw		11,700		
	PRODUCTIBILITE ANNUELLE	kwh		259,000,000		

NOTA : G.E.L. ····· GALERIE à ECOULEMENT LIBRE
nR. ····· non-REVETUE C.D.B. ····· CANAL DECOUVERT, en BETON G. ····· GALERIE
R. ····· REVETUE C.C.B. ····· CANAL COUVERT, en BETON

BASSE FARAONY

PLAN GENERAL et PROFIL