

LES POSSIBILITÉS
D'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE
DE L'IKOPA ET DE LA BETSIBOKA
A MADAGASCAR

- mars 1960 -

SOMMAIRE

	Pages
Préambule	3
I - Caractères généraux des bassins de l'Ikopa et de la Betsiboka -	4
II - Schéma d'équipement et caractéristiques principales des aménagements -	7
III - Productibilité des aménagements -	9
IV - Coût de l'énergie -	13
V - Conclusion -	15

PREAMBULE

Une série de reconnaissances effectuées de 1948 à 1956 par ELECTRICITE DE FRANCE et la SOCIETE D'ENERGIE DE MADAGASCAR avait montré que les bassins de l'IKOPA et de la BETSIBOKA offraient des possibilités d'équipements hydro-électriques considérables. Une délibération du Comité Directeur du FIJES du 26 juillet 1957 a permis à la SOCIETE D'ENERGIE DE MADAGASCAR d'entreprendre une étude systématique de ces possibilités.

Confiée à la SOCIETE D'ETUDES HYDRAULIQUES, ELECTRIQUES ET MECANIKES (SETHEM) et menée en liaison avec ELECTRICITE DE FRANCE agissant comme Ingénieur-Conseil de la S.E.M., cette étude, basée sur les résultats hydrologiques fournis par l'O.R.S.T.O.M. et les avis des Ingénieurs du Service des Mines de Madagascar., a permis de définir un programme d'ensemble d'équipement hydro-électrique des bassins de l'IKOPA et de la BETSIBOKA comportant :

- Sur l'IKOPA : 5 aménagements d'une productibilité de 13 milliards de kWh/an
- Sur la BETSIBOKA : 2 aménagements d'une productibilité de 3 milliards de kWh/an

avec une puissance totale constante garantie de près de 2 millions de kW et pour un coût du kWh/an productible de 10 FCFA.

La présente plaquette donne le résumé de ces études qui ont été exécutées au cours des années 1958 et 1959.

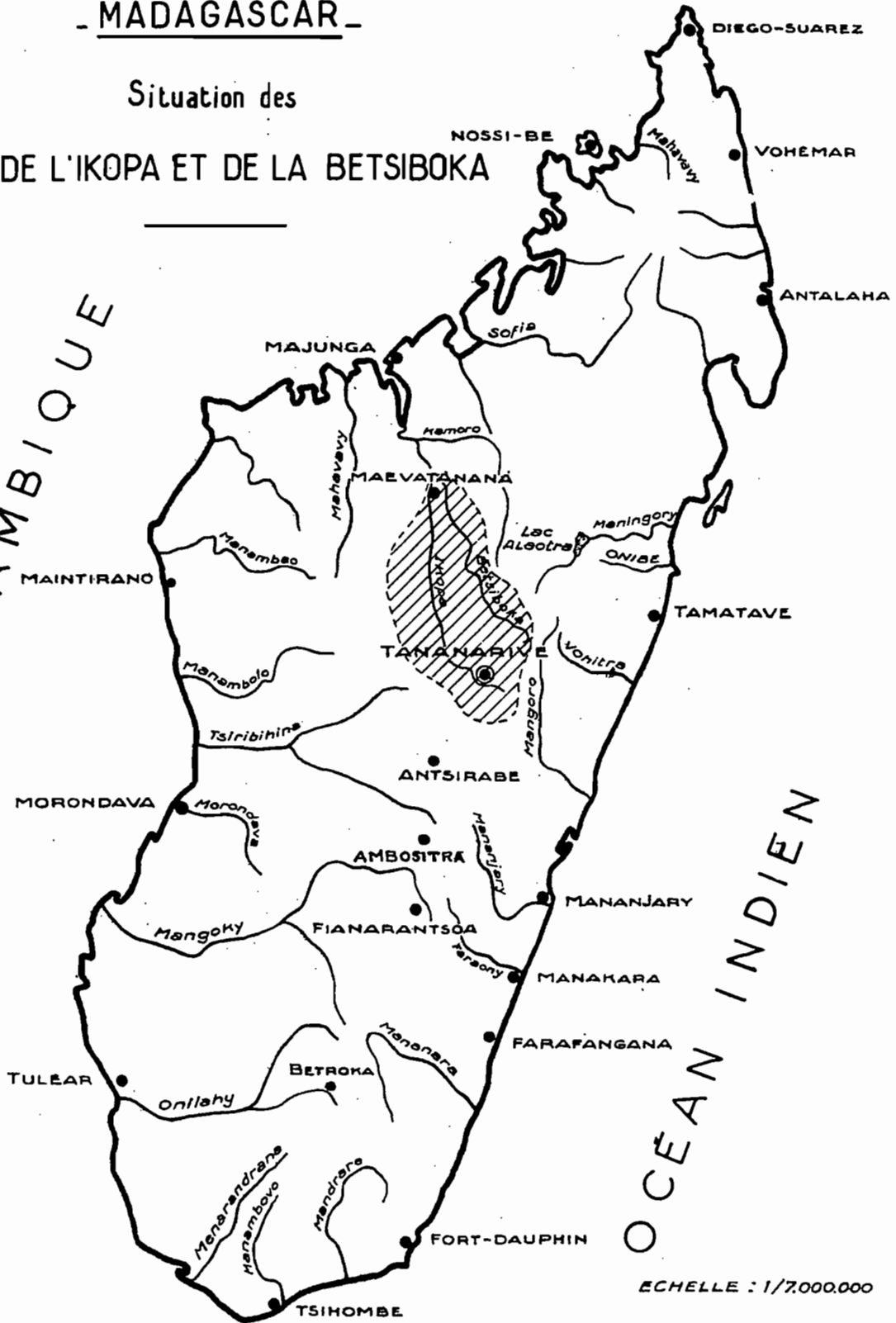
Réalisable par étapes successives, un tel équipement pourrait intéresser des industries grosses consommatrices d'énergie.

MADAGASCAR

Situation des
BASSINS DE L'IKOPA ET DE LA BETSIBOKA

CANAL DE MOZAMBIQUE

OCEAN INDIEN



ECHELLE : 1/7.000.000

0 50 100 200 300 400 Km.

MAD_8813

E.D.F

1.D&c 59 RT P.S

- I -

CARACTERES GENERAUX DES BASSINS
DE L'IKOPA ET DE LA BETSIBOKA

La BETSIBOKA et son affluent l'IKOPA prennent leur source sur la bordure Est des hauts plateaux de la région de Tananarive, à une altitude comprise entre (1500) et (1550). Les deux fleuves s'écoulent, en direction générale Nord/Nord-Ouest, vers le canal de Mozambique, à travers des terrains cristallins qu'ils n'abandonnent que peu avant leur confluent, dans la région de Maevatanana, pour aboutir dans la zone deltaïque de Majunga.

La BETSIBOKA descend vers le Nord, puis vers le Nord-Ouest, suivant une pente assez forte, mais régulière, ne comportant pratiquement aucun rapide important, si ce n'est avant d'aborder la plaine côtière ; elle quitte alors le socle cristallin par une succession de chutes, réparties sur une trentaine de kilomètres, d'une dénivelée totale d'environ 250 mètres, dont la dernière, la plus importante, est la chute d'Ambodiroka (dénivelée de 140 mètres sur 5 kilomètres).

Son bassin versant a une superficie totale de près de 50 000 km², dont 12 000 km² au confluent de l'IKOPA et 11 200 km² à l'origine des chutes d'Ambodiroka.

La vallée du fleuve est généralement large et peu encaissée. On n'y constate qu'un seul resserrement un peu marqué, susceptible de convenir à un barrage de retenue de hauteur notable, au droit du massif de Vohombohitra, à près de 150 km en amont d'Ambodiroka.

L'IKOPA, formé par la réunion de la Varahina-Nord et de la Varahina-Sud, arrose Tananarive à la cote (1250) environ, et descend par gradins successifs, en direction Nord-Ouest s'infléchissant progressivement vers le Nord, à travers une série de chutes ou rapides délimitant des biefs à faible pente : seuils de Farahantsana, Mahavola, Vohitsara, Isandrano, Antafofo et Antanandava, pour ne citer que les principaux, dont certains (Mahavola et Vohitsara) se prêteraient à la création de vastes réservoirs d'accumulation.

Son bassin versant a une superficie totale de 25 000 km², dont près de 20 000 km² à l'emplacement des dernières chutes (Antanandava).

Les bassins de l'IKOPA et de la BETSIBOKA, abrités de l'alizé par les sommets bordant la côte Est de Madagascar, se trouvent soumis à l'influence des moussons, qui partagent l'année en deux saisons bien différenciées :

- une saison sèche, de mai à novembre,
- une saison chaude et humide, de décembre à avril, dont les précipitations représentent parfois plus de 90 % des précipitations annuelles.

La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1 550 mm/an mais les variations annuelles des précipitations sont importantes et peuvent atteindre localement un rapport de 1 à 2.

Les températures varient dans d'assez larges limites d'un point à l'autre des bassins, en fonction de l'altitude et de la latitude. Ainsi, la température moyenne, qui n'est que de 18,5 degrés à Tananarive, dépasse 27 degrés à Maevatanana.

L'évaporation est assez intense et pourrait atteindre 1 250 mm/an pour des retenues établies en tête de l'IKOPA et de la BETSIBOKA.

L'équipement hydrologique de la BETSIBOKA et de l'IKOPA comporte, depuis 1948, trois stations de jaugeage :

- station d'Ambodiroka sur la BETSIBOKA,
- stations de Bevomanga et d'Antsatrana sur l'IKOPA, implantées respectivement à la sortie de la cuvette de Tananarive et en amont des rapides d'Antafofo déjà mentionnés.

Les principaux renseignements concernant ces trois stations sont résumés dans le tableau ci-après :

Stations	IKOPA		BETSIBOKA
	Bevomanga	Antsatrana	Ambodiroka
<u>Bassin versant (km²)</u>	4 190	18 650	11 600
<u>Etiage absolu (m³/s)</u>	10 (1952)	90	(55 ?)
<u>Crue maximum observée (m³/s)</u>	600 (1932)	2 300	(1 850 ?)
<u>Débits moyens mensuels en année médiane (m³/s)</u>			
Juillet	34	180	101
Août	32	145	89
Septembre	23	114	69
Octobre	18	152	76
Novembre	35	180	109
Décembre	88	558	318
Janvier	162	955	584
Février	145	1 025	651
Mars	163	879	520
Avril	88	636	342
Mai	54	288	181
Juin	38	231	127
<u>Module annuel</u>	74	443	262

L'hydraulicité varie notablement d'une année à l'autre, les valeurs extrêmes étant dans le rapport de 1 à 1,6 environ.

CANAL DE MOZAMBIQUE

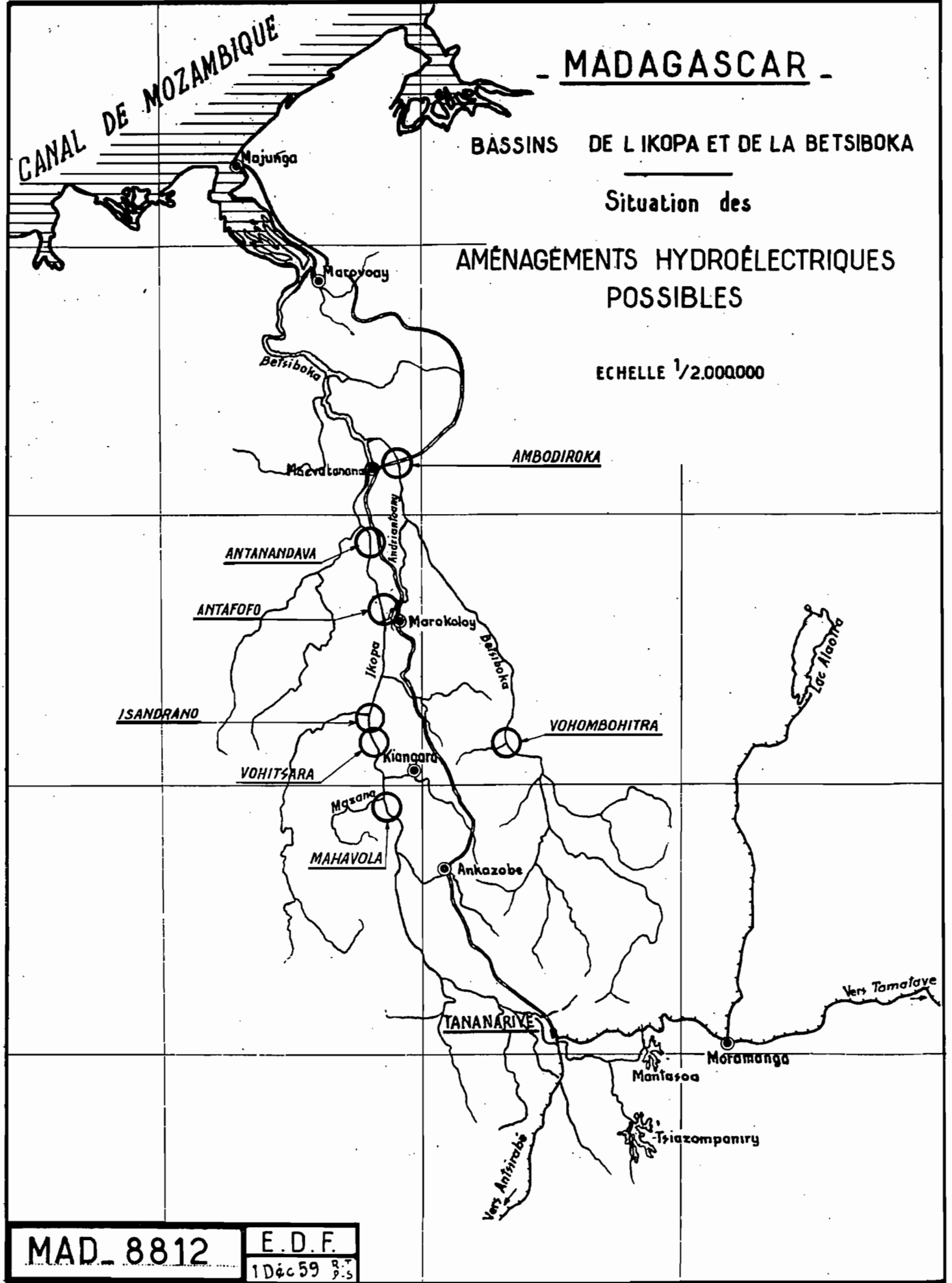
MADAGASCAR

BASSINS DE L IKOPA ET DE LA BETSIBOKA

Situation des

AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES POSSIBLES

ECHELLE 1/2.000.000



MAD_8812

E.D.F.

1 Dec 59 R.T. P.S.

- II -

SCHEMA D'EQUIPEMENT
ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES
DES AMENAGEMENTS

Le schéma général d'équipement comporte au total sept aménagements, dont cinq sur l'IKOPA et deux sur la BÉTSIBOKA. (1)

Sur l'IKOPA

1°) L'aménagement de Mahavola (B.V. 9 800 km²)

La construction d'un barrage de 82 mètres de hauteur dans les gorges de l'IKOPA, et de quelques digues annexes, permettrait la création d'une vaste retenue de 2 300 millions de mètres cubes de capacité et l'utilisation d'une chute brute de 243 mètres.

2°) L'aménagement de Vohitsara (B.V. II 870 km²)

Cet emplacement permettrait d'édifier un barrage d'une quarantaine de mètres de hauteur, arasé à la cote de restitution de l'usine de Mahavola, créant une retenue de 595 millions de mètres cubes et permettant d'utiliser une chute brute de 140 mètres.

3°) L'aménagement d'Isandrano (B.V. I2 360 km²)

Un barrage de 10 mètres de hauteur, arasé au niveau de restitution de Vohitsara, permettrait d'utiliser une chute brute de 65 mètres.

Ces trois aménagements en série assureraient l'équipement complet des 450 mètres de chute du cours moyen de l'IKOPA.

4°) L'aménagement d'Antafofo (B.V. I8 650 km²)

Cet aménagement ne comporterait, avec un barrage de 35 mètres de hauteur, qu'une retenue de compensation (230 millions de mètres cubes). Mais il bénéficierait de la régularisation des aménagements de tête (de Mahavola en particulier), et d'une chute importante, variant de 195 à 185 mètres.

(1) consulter les cartes et profils en long des cours d'eau

5°) L'aménagement d'Antanandava (B.V. 19 745 km²)

Complétant l'équipement de l'IKOPA, il permettrait, avec un barrage d'une trentaine de mètres de hauteur, d'utiliser la dernière chute importante (133 mètres) du fleuve avant son débouché dans la plaine alluviale de Majunga.

Sur la BETSIBOKA

1°) L'aménagement de Vohombohitra (B.V. 7 060 km²)

Bien que relativement large, le site de Vohombohitra est le seul pouvant se prêter à la construction d'un grand barrage sur la BETSIBOKA.

Il permettrait de créer, au prix d'un ouvrage de plus de cent mètres de hauteur, une retenue de régularisation de 2 500 millions de mètres cubes.

L'intérêt de cet aménagement ne saurait être comparé, d'ailleurs, à celui des aménagements de tête de l'IKOPA, en raison de l'importance des ouvrages à construire, du bassin versant relativement réduit, et de l'absence de chute naturelle notable.

La chute utilisable, presque entièrement due au barrage, varierait de 122 à 77 mètres suivant l'état de remplissage de la retenue.

2°) L'aménagement d'Ambodiroka (B.V. 11 200 km²)

Utilisant la dénivelée des dernières chutes de la BETSIBOKA, cet aménagement au fil de l'eau, avec barrage d'une trentaine de mètres de hauteur permettrait de turbiner sous 134 mètres les débits du fleuve partiellement régularisés par le réservoir de Vohombohitra (les débits sauvages, en aval de ce dernier, représentant les deux cinquièmes environ des débits à Ambodiroka).

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES AMENAGEMENTS

		I K O P A					B E T S I B O K A	
		MAHAVOLA	VOHITSALA	ISANDRANO	ANTAFORO	ANTANANDEVA	VONOLBONITRA	AMBODIROKA
Bassin versant	km ²	9 800	11 870	12 360	18 650	19 745	7 060	11 200
Pluviométrie moyenne annuelle	mm	1 420	1 450	1 450	1 560	1 570	1 450	1 550
Retenue : capacité totale	millions de m ³	2 300	595	-	230	-	2 500	-
capacité utile	" "	2 250	515	-	130	-	2 090	-
Niveau de retenue		1 005	760	620	465	180	775	190
Niveau de restitution		762	620	555	270	47	653	56
Chute brute maximum	m	243	140	65	195	133	122	134
Chute nette : maximum	m	239	135	62	187	125	120	127
minimum	m	181	106	60	172	119	73	121
moyenne	m	220	122	61	183	122	104	125
Module moyen annuel	m ³ /s	206	257	268	443	473	150	262
Débit d'équipement	m ³ /s	210	240	242	370	396	177	279
Puissance installée	kW	520 000	252 000	126 000	772 000	410 000	150 000	297 000
Evacuation des crues								
Débit de crue millénaire	m ³ /s	6 800	7 800	8 000	10 800	11 200	5 400	7 500
Capacité de l'évacuateur	m ³ /s	5 200	6 300	6 500	9 600	10 100	3 870	6 250
Dérivation								
Longueur totale en plan	m	3 000	5 800	2 750	5 900	7 640	1 400	env. 4 800
Canal d'amende	m							1 000
Galerie d'aménée	m	2 430	4 150	2 600	-	2 x 3 840	975	-
Galerie ou puits blindés	m	4 x 203	4 x 230	2 x 120	4 x 223	4 x 130	3 x 90	3 x 140
Usine : type		souterrain	souterrain	air libre	souterrain	souterrain	souterrain	souterrain
nombre de groupes		3 + 1 = 4	4	2	3 + 1 = 4	4	3	3
Galerie de fuite	m	400	1 290	-	5 700	2 770	290	2 965
Canal de fuite	m	thalweg	-	-	Firingalava	850	-	-
Barrage principal								
Hauteur	m	82	41	10	35	30	110	30
Longueur on crête	m	415	235	430	440	370	790	640
Volume de l'ouvrage (béton)	m ³	375 000	110 000	30 000	170 000	65 000	345 000	180 000
Volume de l'ouvrage (enrochement)	m ³	-	-	-	-	-	5 200 000	-
Digues annexes en terre								
Nombre		3	-	-	-	-	-	2
Hauteur maximum	m	40	-	-	-	-	-	30
Volume de remblais	m ³	1 100 000	-	-	-	-	-	660 000

PRODUCTIBILITE DES AMENAGEMENTS

L'utilisation partielle ou totale de l'important potentiel énergétique de l'IKOPA et de la BETSIBOKA ne peut être envisagée que dans le cadre de l'installation à Madagascar de puissantes industries électro-métallurgiques ou électro-chimiques.

Ce type d'industrie exige généralement la garantie d'une puissance constante interannuelle, soit permanente (12 mois), soit semi-permanente (10 mois) avec possibilité d'arrêt ou de marche à puissance réduite pendant deux mois.

Le fonctionnement des aménagements a donc été examiné, aux différents stades d'équipements successifs, de manière à répondre à l'une ou l'autre de ces exigences :

- production d'une puissance constante garantie de 10 mois/an avec arrêt des usines en octobre et novembre ;
- production d'une puissance constante garantie de 12 mois/an

De même deux période de référence ont été retenue :

- l'une, dite "période-type", comprenant une année sèche décennale encadrée de deux années médianes ;
- l'autre correspondant à la succession des années les plus sèches 1948 à 1951, observées depuis dix ans.

La prise en compte simultanée des deux hypothèses est de nature à permettre à l'utilisateur de mieux apprécier la valeur de la garantie de puissance constante qui lui serait offerte, et de choisir parmi les divers équipements proposés le mieux adapté à ses besoins.

Etant donné l'intérêt que présente, pour le fonctionnement à puissance constante, la régularisation des apports naturels, l'aménagement de Mahavola, réalisable dans de très bonnes conditions, semble s'imposer en tête du programme d'équipement de l'ensemble IKOPA-BETSIBOKA.

En deuxième étape interviendrait l'aménagement d'Antafofo, particulièrement économique, et dont le fonctionnement sous forte chute bénéficierait de la régularisation de Mahavola.

Les productibilités à puissance constante de l'IKOPA ont donc été déterminées dans les trois stades d'équipement suivants :

1er stade : Mahavola seul

2ème stade (dit : équipement partiel de l'IKOPA) :
Mahavola + Antafofo.

Stade définitif IKOPA : équipement des cinq aménagements.

Quant à la BETSIBOKA, dont la régularisation nécessiterait la construction de l'important et onéreux barrage de Vohombohitra, son équipement semble d'un intérêt bien moindre que celui de l'IKOPA (potentiel énergétique relativement modeste, prix de revient plus élevé de l'énergie produite).

L'aménagement des sites d'Ambodiroka et de Vohombohitra ne semble devoir être envisagé que comme appoint supplémentaire, en ultime étape d'équipement de l'ensemble des deux fleuves.

Les productibilités annuelles à puissance constante, et les puissances garanties, sont données dans le tableau suivant, dans chacune des deux hypothèses de fonctionnement envisagées (marche de 10 mois ou de 12 mois par an), pour les deux périodes de référence admises (période-type et période 1948-1951) et pour les quatre stades d'équipement ci-dessus définis.

Si l'on se réfère à la période 1948-1951, la plus défavorable, la productivité annuelle de l'IKOPA pourrait être portée, par paliers successifs, de 2,8 milliards de kWh en première étape, à près de 13 milliards de kWh pour l'équipement complet, les puissances garanties de 12 mois variant, parallèlement, de 320 000 à 1 475 000 kW.

L'appoint de la BETSIBOKA permettrait d'atteindre, dans ces mêmes hypothèses, une productivité totale de 16 milliards de kWh pour une puissance garantie de 1 825 000 kW.

Dans le cas de fonctionnement de 10 mois par an, les puissances garanties seraient majorées de 15 à 30 %, les productibilités restant, par ailleurs, sensiblement les mêmes, grâce à l'effet régulateur des retenues.

La période-type, plus favorable, conduirait à majorer ces chiffres de 7 à 8 % environ.

PUISSANCES GARANTIES ET PRODUCTIBILITES ANNUELLES

	Productibilités annuelles (en milliards de kWh)							Total
	Puissances constantes garanties (kW)	Maha- vola	Vohi- tsara	Isan- drano	Anta- fofo	Anta- nan- dava	Beta- boka	
<u>I - Période-type</u>								
<u>1er stade (Mahavola)</u>								
sur 10 mois	425 000	3,10	-	-	-	-	-	3,10
sur 12 mois	345 000	3,02	-	-	-	-	-	3,02
<u>2ème stade (Mahavola + Antafofo)</u>								
sur 10 mois	I 007 000	2,90	-	-	4,45	-	-	7,35
sur 12 mois	825 000	2,87	-	-	4,36	-	-	7,23
<u>Stade définitif IKOPA</u>								
sur 10 mois	I 885 000	2,91	2,01	1,04	4,61	3,18	-	13,75
sur 12 mois	I 590 000	2,87	2,02	1,05	4,69	3,30	-	13,93
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>								
sur 10 mois	2 323 000	2,91	2,01	1,04	4,61	3,18	3,20	16,95
sur 12 mois	I 951 000	2,87	2,02	1,05	4,69	3,30	3,16	17,09
<u>II - Période 1948-1951</u>								
<u>1er stade (Mahavola)</u>								
sur 10 mois	390 000	2,85	-	-	-	-	-	2,85
sur 12 mois	320 000	2,80	-	-	-	-	-	2,80
<u>2ème stade (Mahavola + Antafofo)</u>								
sur 10 mois	890 000	2,77	-	-	3,72	-	-	6,49
sur 12 mois	772 000	2,72	-	-	4,03	-	-	6,75
<u>Stade définitif IKOPA</u>								
sur 10 mois	I 725 000	2,77	1,35	0,95	4,12	2,90	-	12,59
sur 12 mois	I 475 000	2,72	1,85	0,97	4,35	3,03	-	12,92
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>								
sur 10 mois	2 151 000	2,47	1,85	0,15	4,12	2,90	3,11	15,70
sur 12 mois	I 825 000	2,72	1,85	0,97	4,35	3,03	3,07	15,99

- IV -

COÛT DE L'ÉNERGIE

Le tableau suivant donne, pour les différentes étapes d'aménagement et les différentes hypothèses de fonctionnement envisagées et sur la base des conditions économiques du 30-10-1958 :

- le montant total des dépenses d'équipement, y compris les lignes de transport jusqu'à Majunga ;
- le prix du kWh/an livré à Majunga, défini comme le quotient des dépenses d'équipement par la quantité annuelle d'énergie fournie (déduction faite des pertes en ligne).

Ce tableau fait ressortir l'intérêt de l'aménagement d'Antafofo dont la mise en service, venant après celle de Mahavola, abaisserait le prix de revient moyen du kWh à sa valeur minimum.

Ce prix de revient ne serait que peu majoré par l'équipement des trois autres aménagements de l'IKOPA.

Par contre, l'équipement de la BETSIBOKA paraît beaucoup moins intéressant, le prix de revient du kWh/an marginal fourni par cette rivière atteignant près du double du prix moyen de l'énergie fournie par l'IKOPA.

PRIX DE REVIENT DE L'ENERGIE LIVREE A MAJUNGA

(en FCFA/kWh/an)
(Bases économiques du 30-10-1958)

	Dépenses:		Production		Prix de:
	totales :	(milliards de kWh)	brute :	Partes:	revient:
	d'équi-		nette :		FCFA/
	pement :				kWh/an :
	(milliards :				
	de FCFA) :				
<u>Période-type - Fonctionnement de 10 mois/an</u>					
<u>IKOPA</u> - 1ère étape	: 33,940	: 3,10	: 3,1%	: 3,00	: 11,30
2ème étape	: 64,245	: 7,35	: 3,5%	: 7,08	: 9,05
Equipement complet	: 123,895	: 13,75	: 4,1%	: 13,19	: 9,40
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>	: 172,990	: 16,95	: 4,6%	: 16,18	: 10,70
<u>Période-type - Fonctionnement de 12 mois/an</u>					
<u>IKOPA</u> - 1ère étape	: 31,435	: 3,02	: 2,8%	: 2,93	: 10,75
2ème étape	: 58,935	: 7,23	: 3,3%	: 7,00	: 8,40
Equipement complet	: 112,700	: 13,93	: 3,6%	: 13,43	: 8,40
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>	: 159,230	: 17,09	: 4,1%	: 16,39	: 9,70
<u>Période 1948-1951 - Fonctionnement de 10 mois/an</u>					
<u>IKOPA</u> - 1ère étape	: 32,925	: 2,85	: 3,0%	: 2,76	: 11,90
2ème étape	: 61,300	: 6,49	: 3,4%	: 6,27	: 9,75
Equipement complet	: 117,880	: 12,59	: 3,9%	: 12,10	: 9,75
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>	: 167,030	: 15,70	: 4,4%	: 15,01	: 11,10
<u>Période 1948-1951 - Fonctionnement de 12 mois/an</u>					
<u>IKOPA</u> - 1ère étape	: 30,920	: 2,80	: 2,7%	: 2,72	: 11,35
2ème étape	: 57,910	: 6,75	: 3,1%	: 6,54	: 8,85
Equipement complet	: 109,850	: 12,92	: 3,5%	: 12,48	: 8,80
<u>IKOPA + BETSIBOKA</u>	: 156,510	: 15,99	: 3,9%	: 15,37	: 10,20

- V -

CONCLUSION

Les possibilités énergétiques cumulées de l'IKOPA et de la BETSIBOKA seraient de l'ordre de 16 milliards de kWh/an, avec une puissance constante garantie de l'ordre de 2 millions de kW.

Ces résultats pourraient être atteints par paliers successifs, au moyen de sept aménagements dont les productibilités annuelles s'échelonnent entre 1 et 4,5 milliards de kWh.

L'IKOPA présente les possibilités les plus intéressantes, par la grande superficie de son bassin versant, et par ses conditions naturelles favorables, tant topographiques que géologiques.

En tête des cinq aménagements de l'IKOPA, celui de Mahavola aurait un rôle de premier plan en raison essentiellement de la capacité considérable de sa retenue (2,3 milliards de m³) assurant une régularisation interannuelle presque totale des débits et également de sa hauteur de chute appréciable permettant une production annuelle de 3 milliards de kWh.

En deuxième étape, l'équipement de la chute d'Antafofo permettrait de porter la production annuelle à 7 milliards de kWh environ au prix de 9 FCFA le kWh/an environ. (1)

Bien que bénéficiant de sites moins remarquables que les deux précédents, les trois autres aménagements de l'IKOPA : Vohitsara, Isandrano, Antanandava, permettraient d'accroître la production à mesure des besoins jusqu'à 13 milliards.

(1) Conditions économiques du 30-10-58

L'équipement de la BETSIBOKA se présente d'une façon beaucoup moins favorable.

Si l'aménagement aval d'Ambodiroka semble devoir être d'un prix de revient du même ordre que celui de certains aménagements de l'IKOPA, il perd néanmoins une grande partie de son intérêt par les difficultés de régularisation des débits de la BETSIBOKA, régularisation qui ne peut être obtenue que par l'aménagement à Vohombohitra d'un barrage extrêmement onéreux.

On peut finalement conclure que l'optimum économique de l'aménagement hydro-électrique de l'IKOPA et de la BETSIBOKA serait obtenu avec un équipement partiel ou total de l'IKOPA destiné à couvrir des besoins de l'ordre de 7 à 13 milliards de kWh/an. (Prix du kWh/an inférieur à 10 FCFA.(1))

Par contre, le potentiel de 3 milliards de kWh de la BETSIBOKA ne paraît pratiquement exploitable qu'en complément aux possibilités de l'IKOPA au cas d'une expansion des besoins en énergie exceptionnellement importante.

(1) Conditions économiques du 30-10-58

Les possibilités d'équipement hydro-électrique de l'Ikopa et de la Betsiboka à Madagascar

Tananarive : ORSTOM, 1960, 16 p. multigr.