

Académie royale
des
Sciences coloniales
—
CLASSE
DES SCIENCES TECHNIQUES
—
Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome II, fasc. 3.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen
—
KLASSE
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN
—
Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek II, aflev. 3.

Considérations sur l'aménagement hydro-électrique du fleuve Congo à Inga

PAR

P. GEULETTE

DIRECTEUR GÉNÉRAL HONORAIRE AU CONGO BELGE
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Cette nouvelle série constitue la
suite de la collection de *Mémoires in-8°*,
publiée par l'Institut Royal Colonial
Belge de 1929 à 1954.

Deze nieuwe reeks is de voort-
zetting der verzameling van de *Verhan-
delingen in-8°*, uitgegeven door het Ko-
ninklijk Belgisch Koloniaal Instituut
van 1929 tot 1954.



Avenue Marnix, 25
BRUXELLES

Marnixlaan, 25
BRUSSEL

1955

PRIX :
PRIJS: F 125



Considérations sur l'aménagement
hydro-électrique du fleuve Congo
à Inga

PAR

P. GEULETTE

DIRECTEUR GÉNÉRAL HONORAIRE AU CONGO BELGE
MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES COLONIALES

Considérations sur l'aménagement hydro-électrique du fleuve Congo à Inga

I. INTRODUCTION

a) DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SITE.

Le site d'Inga est situé sur le fleuve Congo à 40 km à vol d'oiseau au nord-est de Matadi.

La carte de la fig. 1 représente la région du Bas-Congo ; celle de la fig. 2, le profil en long du fleuve Congo entre Banana et Léopoldville.

Le fleuve présente à Inga un saillant très prononcé (fig. 3). Ce saillant a 26 km de développement et sa pointe est dirigée vers l'Est. La corde du saillant de direction générale N.-S. mesure 16 km.

Le cours du fleuve est constitué de rapides importants. Les niveaux moyens amont et aval sont respectivement aux cotes 157 et 61 ⁽¹⁾ ; la dénivellation totale moyenne est donc de 96 m. Le débit d'étiage étant d'au moins 20.000 m³/s, il en résulte que ce site représente une concentration potentielle d'énergie hydraulique unique au monde, c'est-à-dire une puissance brute d'au moins 25.000.000 CV.

Le fleuve s'est frayé un chemin sinueux dans une région accidentée dont les sommets dépassent 450 m d'altitude.

Le plateau d'Inga (320 m), dans l'angle du saillant, a donné son nom au site.

⁽¹⁾ Toutes les cotes d'altitude données dans cet exposé sont rapportées au point de triangulation secondaire N15 (340,00 m) de la carte au 1/100.000 dressée par la mission cartographique du Bas-Congo en 1926.

Différentes vallées découpent la région.

La vallée de la Bundi, à l'aval, prolongée vers l'amont par la vallée de la Makongo, matérialise sensiblement la corde du saillant sur la plus grande partie de sa longueur (12 km).

D'autres vallées courent le long de la branche amont du saillant à environ 2 km du fleuve, parallèlement à ce dernier. Elles communiquent avec lui sans cependant être alimentées d'une façon générale. Ce sont probablement d'anciens bras du fleuve, à savoir, en partant de l'amont : la Grande Vallée, la vallée de Sikila et la vallée Van Deuren.

Le prolongement du plateau d'Inga vers l'amont recoupe la corde du saillant en formant une crête séparant la dépression Bundi-Makongo de la dépression Kianda-Sikila. Les points bas de cette crête ont une altitude de 170 à 180 m.

Une grande partie de la région, et spécialement les vallées, sont recouvertes d'une épaisse forêt, appelée « Forêt de la Matamba », qui avait précédemment donné son nom au site.

b) HISTORIQUE.

Le site d'Inga est signalé par STANLEY dès 1885.

En 1928, le colonel VAN DEUREN, après une reconnaissance sur place, en propose l'aménagement en vue de l'utilisation de ses énormes ressources hydro-électriques dans son ouvrage : *L'aménagement du Bas-Congo*.

En 1929, le Syndicat d'Études du Bas-Congo (SYNEBA), créé sous l'inspiration du colonel VAN DEUREN et groupant la Colonie, Électrobel, la C^{ie} des Chemins de Fer du Congo, la C^{ie} Belge des Chemins de Fer et d'Entreprises, envoie sur place deux missions successives, dont les rapports présentent un avant-projet d'un aménagement partiel de ce site grandiose et apportent la con-

viction que ce problème mérite d'être fouillé. Il sied de rendre hommage, dès à présent, au général P. VAN DEUREN et au personnel du Syndicat d'Études du Bas-Congo (SYNEBA).

Cependant, une étude complète de ce site, même au stade d'avant-projet, exigeait, outre les travaux préliminaires nécessaires pour créer un accès au lieu même de l'étude ainsi que l'installation du personnel appelé à effectuer les travaux sur place :

- Des levés topographiques de l'ensemble du site, y compris celui du lit du fleuve aux abords des ouvrages ;
- Des observations limnimétriques s'étendant sur de nombreuses années aux points intéressant les diverses possibilités d'aménagement, soit partiel, soit intégral ;
- Une carte géologique de la région permettant de choisir des emplacements sûrs pour les ouvrages ;
- Des jaugeages du fleuve dont le débit n'est connu jusqu'ici qu'avec une certaine approximation.

Cette étude fut entreprise en 1952 par le Syndicat pour le Développement de l'Électrification du Bas-Congo (SYDELCO), groupant autour de l'État un certain nombre de sociétés privées s'intéressant au développement économique du Bas-Congo :

- La Société des Forces Hydro-électriques de Sanga ;
- La Société Coloniale d'Électricité (Colectric) ;
- Le Bureau d'Études Industrielles F. COURTOY ;
- La Société Électrobél ;
- La Société Électrorail ;
- La Société Traction et Électricité ;
- La Société Sofina.

Les éléments d'études recueillis sont, dès maintenant, suffisants pour susciter l'intérêt des milieux industriels et financiers, tant nationaux qu'internationaux.

c) GÉNÉRALITÉS.

La présente note a pour but d'exposer les résultats acquis jusqu'ici par la mission SYDELCO et son programme pour l'avenir immédiat, ainsi que de préciser les possibilités du site à la lumière de ce qu'on en connaît actuellement.

Bien que ne disposant pas d'éléments complets ni même ordonnés quant à l'aspect économique du problème, nous estimons cependant devoir émettre nos considérations à ce sujet, la réalisation d'Inga ne devant être envisagée que dans la mesure où elle présente un réel intérêt, tant du point de vue économique que du point de vue technique. La décision finale quant à cette réalisation est, par ailleurs, fonction de considérations politiques et financières qui ne sont pas de notre compétence.

Nous dirons, dès maintenant, un premier mot des esquisses d'aménagement. Elles résultent de la topographie des lieux et comprennent des aménagements partiels et un aménagement intégral.

L'aménagement intégral consiste :

— A dériver le fleuve immédiatement à l'amont du site en profitant des vallées (Grande Vallée et vallée de Sikila), barrage de ces vallées vers l'aval et passage du col en canal pour rejoindre la vallée de la Makongo et ensuite la vallée de la Bundi ;

— A situer la restitution au fleuve Congo vers l'embouchure de la Bundi, après un barrage de l'ordre de 100 m de haut, au pied duquel s'installeront les centrales.

Si cet aménagement est complété par un barrage de coupure sur le fleuve Congo, c'est tout le débit du fleuve qui peut passer entièrement dans la dérivation. Le niveau

amont serait remonté de 33 m (cote 190) et la dénivellation moyenne ainsi portée à 129 m.

Suivant la formule $P = 9,81 \times Q \times H$ kW

où P = puissance brute en kW,

Q = débit d'étiage (20.000 m³/s),

H = hauteur de chute brute en mètres (129 m),

on obtient donc à l'étiage au moins 25.000.000 kW de puissance brute.

Si l'ouvrage à l'entrée du fleuve ne comporte qu'une simple prise d'eau sans barrage du fleuve, la puissance brute disponible sera fonction du débit dérivé. Compte tenu de la hauteur de chute au stade « fil de l'eau » et pour 20 % du débit d'étiage, elle serait de 4 millions de kW.

Les projets d'aménagements partiels utilisent le même principe que le projet d'aménagement intégral, la dérivation du fleuve s'effectuant par les vallées qui le bordent, à savoir :

— Soit la Grande Vallée et la vallée de Sikila avec prise d'eau en amont, c'est-à-dire à Kianda, et restitution à l'aval de la vallée de Sikila au point appelé Fwamalo, avec une hauteur de chute de 12 m, ce qui représente, pour 5 % du débit d'étiage, une puissance brute de 117.000 kW ;

— Soit la vallée de Sikila seule avec prise d'eau en amont de cette vallée et restitution à Fwamalo, avec une hauteur de chute de 10 m (estimée), ce qui représente, pour un débit de 5 % de l'étiage, une puissance de 98.000 kW ;

— Soit la vallée Van Deuren, immédiatement en aval de la vallée de Sikila avec prise d'eau à Fwamalo et restitution à Shongo, d'où différence de niveau de 33 m, ce qui représente, sous un débit de 5 % de l'étiage, une puissance de 324.000 kW.

Un autre projet d'aménagement partiel consisterait à couper le saillant à son sommet à un endroit où les rapides du fleuve sont les plus importants, mais il présente le désavantage de ne pas pouvoir dériver le débit par des vallées existantes. Il faudrait donc pour cet aménagement partiel creuser des galeries.

II. ACTIVITÉS DE SYDELCO A INGA ET DONNÉES TECHNIQUES

a) ACTIVITÉS DE SYDELCO.

En 1952, SYDELCO affectait un crédit de 15 millions de francs à la création d'une station d'études à Inga.

Celle-ci groupait une équipe de trois agents européens et d'une soixantaine de Congolais et entreprenait de construire un camp semi-permanent et une voie d'accès carrossable de 20 km à partir de la route Matadi-Boma, une piste d'atterrissage pour avions légers, une station météorologique, un réseau de pistes donnant notamment accès aux 26 km de rives à explorer et aux 26 points d'observations limnimétriques échelonnés le long de la zone des rapides.

Simultanément étaient entrepris la pose, puis le nivellement d'une centaine de signaux repères destinés aux restitutions aériennes de toute la région intéressée et couvrant une superficie d'environ 200 km², en ordre principal à l'intérieur du saillant.

Le levé aérien d'ensemble a été effectué par l'Institut Géographique du Congo belge au cours de la saison sèche 1953 et les levés de détail furent poursuivis au cours de la saison sèche 1954.

La saison sèche 1955 sera consacrée aux levés du lit du fleuve en ses points accessibles et à la mise en service de limnigraphes.

Entre deux saisons sèches ont lieu les levés au sol nécessaires à la préparation ou au contrôle des levés aériens. Il faut, en effet, une grande abondance de levés au sol, étant donné que les galeries forestières des vallées masquent une partie du relief.

Quant aux relevés limnimétriques, ils ont débuté dès septembre 1953 et se poursuivent hebdomadairement sans interruption.

Enfin, un géologue est arrivé sur place en janvier 1955 et établit actuellement une carte géologique de surface, en vue de l'organisation d'une campagne de sondages aux emplacements proposés pour les ouvrages.

L'action de SYDELCO est appuyée par celle des services officiels :

— L'Institut Géographique du Congo belge, chargé des levés aériens et de leur restitution ;

— Le Service des Voies Navigables qui prête le concours de son matériel et de son personnel expérimenté pour le jaugeage du fleuve à Léopoldville et pour le levé du lit du fleuve à Inga ;

— Le Service Géologique, le Service Météorologique et le Service de l'Hygiène sont prêts à apporter leur aide à cette vaste étude d'intérêt national, dont l'orientation et l'ampleur appartiennent maintenant à M. le Ministre des Colonies.

Il faut noter, en effet, que SYDELCO, dont l'activité s'étend à tout le Bas-Congo, n'avait pas à son programme de mener l'étude complète d'Inga à son stade définitif.

En sa séance du 11 février 1955, son Conseil d'administration a proposé à M. le Ministre des Colonies de racheter les études déjà exécutées et d'assurer seul le financement de leur poursuite éventuelle, ce qui a été admis. Au stade actuel et, en ce qui concerne Inga, SYDELCO travaille donc à façon pour le compte du ministère des Colonies.

b) DONNÉES TECHNIQUES.

1) *Données topographiques.*

Nous disposons, dès maintenant, des documents suivants :

— Restitution aérophotogrammétrique au 1/10.000 avec courbes de niveau de 10 en 10 m de toute la région intéressée. La carte de la fig. 3 en constitue une réduction.

— Restitution aérophotogrammétrique au 1/5.000 avec courbes de niveau tous les 2,50 m des régions prévues pour la prise d'eau (Kianda-Sikila) et le canal de fuite (Kanza-Bundi) du projet de captage intégral. La même restitution existe pour la prise d'eau (Fwamalo) d'une solution de captage partiel (dérivation partielle du fleuve par la vallée Van Deuren).

La restitution au 1/2.000 de la vallée Van Deuren et de la région intéressant son aménagement, avec courbes de niveau de mètre en mètre, est en cours.

Le personnel de SYDELCO effectue actuellement une vingtaine de kilomètres de profils de contrôle, spécialement dans la région des centrales, et de levés en régions boisées.

Un gros problème reste à résoudre : c'est de lever le lit du fleuve en amont des rapides, en vue de l'étude de la prise d'eau et notamment de la cote du plafond du canal.

Vu le caractère tumultueux des rapides, ce travail n'est pas sans danger. Nous comptons utiliser l'écho-sondeur à ultra-sons en nous servant soit d'un hélicoptère du Gouvernement général, soit en établissant un va-et-vient au moyen d'une nacelle suspendue par un câble tendu entre deux pylônes de part et d'autre des rives. Le levé du lit du fleuve doit servir à l'étude sur modèle réduit des ouvrages de prises d'eau et de barrage.

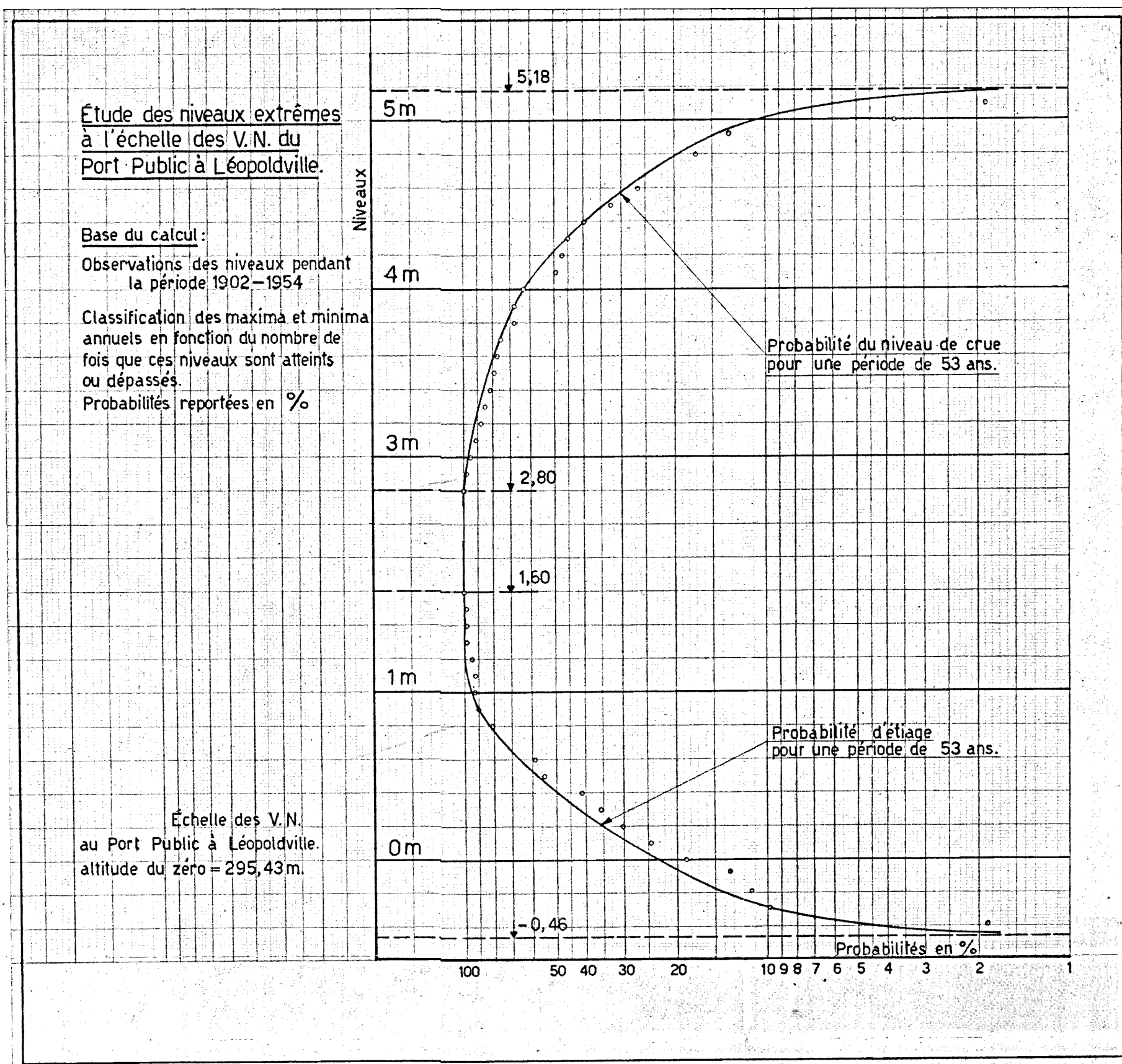


FIG. 4. — Probabilité des niveaux de crue et des niveaux d'étiage.

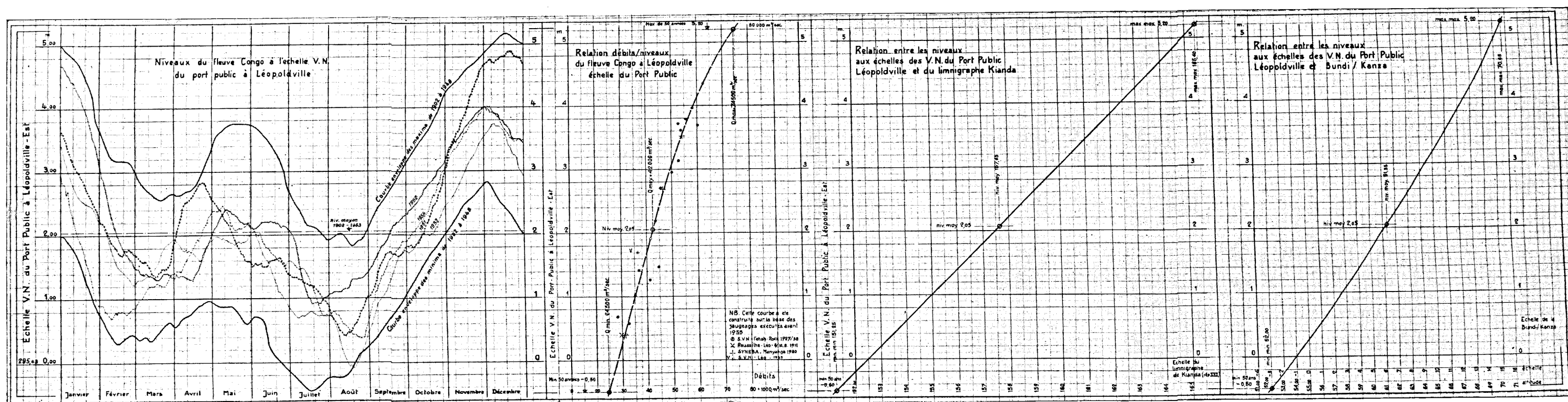


FIG. 5. — Données hydrologiques.

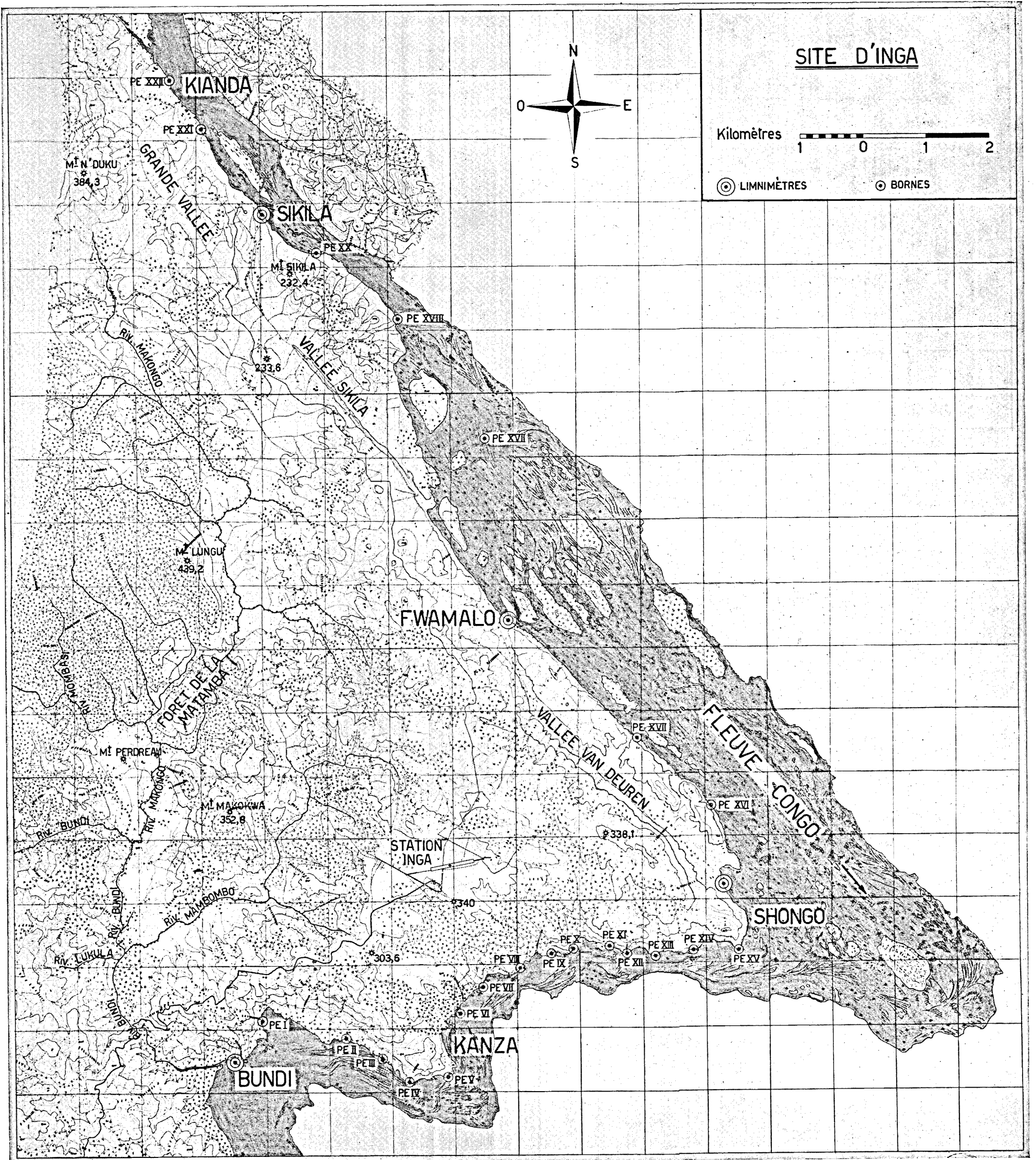


FIG. 3. — Site d'Inga.

2) *Données hydrographiques.*

Nous possédons les observations limnimétriques hebdomadaires depuis septembre 1953 jusque février 1955 en des points numérotés de I à XXII répartis depuis l'aval jusqu'à l'amont des rapides.

Nous disposons, en outre, de cinq levés des profils hydrauliques du fleuve aux différentes saisons, qui permettent d'obtenir par interpolation les variations du niveau du fleuve en un point quelconque situé entre Kianda et Bundi. Ces relevés se poursuivent sans interruption.

En attendant d'avoir un relevé expérimental des variations du niveau du fleuve à Inga s'étendant sur de nombreuses années, il est possible de supputer, dès maintenant, les niveaux caractéristiques en se basant sur les relevés effectués quotidiennement à Léopoldville depuis 53 ans, et en établissant une relation entre les indications des échelles d'Inga et de Léopoldville (fig. 5).

Le grand nombre d'observations recueillies à Léopoldville permet d'établir une courbe de fréquences des niveaux de crue et une courbe de fréquence des niveaux des basses eaux (fig. 4).

Par extrapolation de ces courbes, il a été possible de prévoir avec une approximation suffisante pour les avant-projets les niveaux des basses et hautes eaux extraordinaires en un point quelconque des rapides. En particulier, pour l'amont et pour l'aval des rapides d'Inga, ces niveaux caractéristiques sont les suivants :

Amont	hautes	eaux extraordinaires	165,40 m
	basses	»	151,25 m
	moyennes	»	157,65 m
Aval	hautes	eaux extraordinaires	70,65 m
	basses	»	52,00 m
	moyennes	»	61,35 m

La connaissance de ces niveaux caractéristiques est essentielle pour l'étude des prises d'eau et des canaux ou galeries de fuite.

Le relevé des niveaux va pouvoir s'organiser de façon permanente et se préciser par l'installation de limnigraphes.

Ces observations limnigraphiques, qui vont s'étendre au cours des années futures, seront utilisées pour l'exécution des plans définitifs.

De même, il sera établi à Léopoldville, par le Service des Voies Navigables, une courbe de niveau-débit au cours d'une suite de campagnes de jaugeages dont le résultat final sera de nous donner principalement, par extrapolation, le débit d'étiage sur lequel on pourra compter en stade final et le débit de crue millénaire qui doit servir au calcul des déversoirs.

3) *Données géologiques.*

Toute la région d'Inga appartient au système du Mayumbe, série de la Duizi. La direction générale des couches est N.N.W.-S.S.E. avec forte inclinaison vers l'W. La roche est formée d'amphibolites et calcaires, de schistes satinés, schistes passant au gneiss, schistes quartzitiques sériciteux, conglomérats. Une granitisation importante affecte ces roches.

Le métamorphisme est profond et la perméabilité de ces roches doit, d'une manière générale, être faible ou nulle. Il faut cependant se méfier des zones mylonitisées (roches vertes visibles à la Bundi). D'autre part, il faut tenir compte du réseau de diaclases très marqué en surface dont certaines sont fortement ouvertes. Il n'a pas encore été possible de déceler des failles caractéristiques, mais l'étude géologique pourra préciser si certaines diaclases importantes sont en fait des failles.

L'ancrage de certains ouvrages importants, comme le barrage de la Bundi, demandera une étude détaillée

du sous-sol. Le terrain est superficiellement très schisteux et altéré. Les flancs de la vallée ne sont pas stables.

Le géologue de la mission SYDELCO établit actuellement la carte géologique superficielle de la région. Celle-ci permettra d'établir le programme d'une étude géologique d'ensemble, éventuellement par des méthodes géophysiques pures (sismographiques, électriques ou gravimétriques), puis un programme de sondages en vue d'études détaillées aux emplacements choisis pour les ouvrages.

4) *Études en bureau.*

Ces études examineront les éléments déjà recueillis, établiront une série de projets apparaissant comme les plus favorables et orienteront en conséquence les études sur place, qui se développeront ainsi parallèlement aux études en bureau.

Le but final est d'arriver à réunir des données suffisantes pour dresser des avant-projets et des devis estimatifs pour différents types d'aménagements correspondant à différents échelons de puissance.

L'avancement des données recueillies sur place est tel qu'avec les moyens dont il dispose, le personnel SYDELCO ne sera plus en mesure, à bref délai, de donner une orientation aux études tant topographiques qu'hydrographiques et géologiques qui doivent se poursuivre sur place. Il faut donc envisager soit un renforcement, soit une réorganisation à cet effet.

III. CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

L'orientation des études et surtout leur orientation générale sont fonction, non seulement de données techniques, mais aussi de données économiques.

C'est ce dernier domaine que nous allons examiner.

C'est intentionnellement que nous adoptons pour cette partie de l'exposé l'intitulé « Considérations » : nous n'avons, en effet, que des indications incomplètes et imprécises.

Notons d'abord qu'à notre avis, Inga ne se justifie pas pour satisfaire les besoins normaux de la région. Nous limitons cette région aux quelques centaines de kilomètres autour d'Inga qu'il est possible d'atteindre par des lignes de grand transport suivant la technique actuelle. Nous considérons dans cette région du Bas-Congo, celle de l'Est, avec Léopoldville comme utilisateur principal, et celle de l'Ouest avec les centres de Matadi, Boma, la région du Mayumbe et la région côtière.

Les besoins du Bas-Congo est sont assurés, pour les 10 à 15 années qui vont suivre, par la centrale de Zongo I (42.000 kW) dont l'achèvement est en cours, et celle de Zongo II (\pm 80.000 kW) qui ferait suite à Zongo I et paraît la plus indiquée pour faire face aux besoins lorsque Zongo I sera entièrement utilisée.

Pendant cette période, nous estimons que les besoins normaux du Bas-Congo ouest, sans pouvoir être négligés, seront nettement inférieurs à ceux du Bas-Congo est. Bien qu'une centrale de quelques dizaines de milliers de kW apparaisse désirable à cet effet et comme un site convenant pour un équipement de cette importance ne se présente pas dans la zone du Bas-Congo ouest, nous pensons que, finalement, la solution consistera à y amener l'énergie de Zongo. Il n'est pas exclu toutefois qu'on puisse installer à Inga une puissance de cet ordre, mais cet aménagement partiel n'est pas à l'échelle du site ni, par conséquent, à celle de nos préoccupations actuelles.

Si l'évolution des besoins normaux continue après ces 10 à 15 ans à se présenter comme actuellement, c'est-à-dire avec une nette prédominance des besoins de l'Est par rapport à ceux de l'Ouest, il apparaît que

l'emplacement d'une centrale de l'ordre de quelques centaines de milliers de kW sera à rechercher dans l'Est pour éviter les longs transports et les pertes importantes qui grèveraient l'amenée d'une énergie venant, par exemple, du Bas-Congo ouest et, en particulier, de l'aménagement partiel d'Inga à cette nouvelle échelle.

Une solution à ce problème a, dès maintenant, été esquissée par un projet du regretté major E. DELVAUX, qui envisageait le captage des rapides du fleuve Congo, immédiatement en aval de Léopoldville.

C'est donc pour satisfaire d'autres besoins que les besoins normaux de la région qu'il faut chercher à justifier l'équipement d'Inga.

Par comparaison avec les besoins normaux, pour lesquels nous envisageons « beaucoup d'électricité à bon marché », nous adopterons comme formule pour ces autres besoins qui justifieraient Inga : « énergie électrique très abondante et à très bon marché ».

C'est vers l'électro-chimie et vers l'électro-métallurgie que nous nous tournons.

a) L'ÉLECTRO-CHIMIE.

Une grosse utilisation d'énergie paraît possible pour l'enrichissement de l'uranium brut et sa transformation en U235. Cette matière fissile est la base de l'énergie nucléaire, soit pour des fins militaires, soit pour des fins pacifiques.

Certains pays en posséderaient de grandes quantités au prix de grosses dépenses d'énergie électrique, soit hydro-électrique, soit même thermique. Les U. S. A. utilisent actuellement, à cet effet, quelque 40 milliards de kWh annuellement, ce qui représente, à raison de 7.000 heures d'utilisation, une puissance de l'ordre de 6 millions de kW. Nous relevons d'ailleurs qu'un contrat pour fourniture à un client unique — Usines de diffu-

sion gazeuse à Portsmouth (U. S. A) — a été conclu en 1952. Ce contrat porte sur la fourniture de 1.800.000 kW pendant 25 ans.

Sans négliger les besoins futurs des U. S. A., d'autres pays — et nous pensons à certains pays d'Europe occidentale et en particulier à la Belgique — ne devraient-ils pas disposer des moyens de produire l'énergie nucléaire surtout à des fins pacifiques ? Est-il, dès lors, illusoire de penser que l'uranium du Katanga et l'énergie d'Inga puissent servir à produire cet uranium 235, élément de base de l'énergie nucléaire ?

Nous laisserons de côté les autres aspects de l'électrochimie en tant que consommatrice de grosses quantités d'énergie électrique, sans oublier toutefois que la question des engrais et des produits synthétiques se posera de plus en plus, et nous passerons à

b) L'ÉLECTRO-MÉTALLURGIE.

Dans ce domaine aussi, nous nous bornerons à un seul aspect de la question : celui de la fabrication de l'aluminium.

D'une étude de la Banque de la Société Générale de Belgique, en date du 12 avril 1955, donnant les productions d'aluminium en 1954, nous tirons le tableau suivant :

	% du total	Tonnes/an	Milliards kWh/an pour 25.000 kWh/t	Millions de kW sous 6.000 h/an
États-Unis	46,43	1.300.000	32,5	5,41
Canada	17,86	500.000	12,5	2,09
U. R. S. S.	10,71	300.000	7,5	1,25
France	4,29	120.000	3,0	0,50
Divers	20,71	580.000	14,5	2,42
Total 1954	100,00	2.800.000	70,0 milliards kWh / an	11,67

L'accroissement de la production d'aluminium est en moyenne de 10 % par an depuis 1910. On en déduit que si cette tendance se maintient, la puissance nécessaire pour la production d'aluminium dans le monde sera, d'ici 10 ans, 2,7 fois plus grande qu'actuellement et deviendra donc 31.510.000 kW. Il faudra donc trouver dans le monde, d'ici 10 ans, pour l'industrie de l'aluminium seule, 19.840.000 kW.

Si chaque pays développe sa production d'aluminium dans la même proportion, les États-Unis auraient besoin, dans 10 ans, de 9.210.000 kW, et le Canada de 3.540.000 kW nouveaux.

Pour en revenir au Congo et au site d'Inga en particulier, notons toutefois que la matière première nécessaire à la fabrication de l'aluminium — c'est-à-dire la bauxite — n'y existe pas, du moins à l'état exploitable, compte tenu de la technique actuelle. Inga n'étant qu'à 150 km à vol d'oiseau de l'océan et la zone des usines pouvant se situer, pour le surplus, dans la région côtière, on pourrait amener cette matière première en utilisant uniquement les transports maritimes.

Une étude technique montrerait l'incidence, sur le prix de revient de l'aluminium, des frais de transport de la matière première d'une part et l'économie résultant d'une énergie électrique à très bon marché d'autre part.

A défaut de cette étude, notons que l'*Aluminium of Canada* transporte la bauxite de la Guyane hollandaise (Surinam) à ses installations de Kitimat, en Colombie britannique (Canada), sur la côte du Pacifique, soit un parcours de 12.000 km contre 8.000 km de la Guyane à Banana.

Nous devons pouvoir faire, à l'embouchure du fleuve Congo, ce qui se fait à Kitimat. Les conditions climatologiques, pour le surplus, n'y sont pas plus défavorables et probablement moins que celles des extensions prévues jusqu'à l'Alaska.

On objectera que les sources d'énergie électrique très abondantes et à très bon marché existent ailleurs et que les utilisateurs n'ont pas besoin de venir au Congo belge. Nous ne pensons pas que les sources d'énergie très abondante à l'échelle des besoins dont question ci-dessus, soient tellement répandues ; nulle part au monde on ne trouve, pour le surplus, une possibilité d'extension finale qui égale Inga.

L'énergie disponible à Kitimat est déjà en partie utilisée et ne dépasse pas 3 millions de kW. Quant aux U. S. A., dont la capacité maximum des réseaux d'énergie serait de l'ordre de 100 millions de kW, il y existe peu de ressources hydrauliques non développées et, par conséquent, à l'avenir, toute la nouvelle capacité de production doit se répartir sur des centrales thermiques ou nucléaires. Notons aussi que la France, pour économiser son énergie électrique pour des besoins plus normaux, envisage de transporter en Guinée sa fabrication d'aluminium.

Toutes ces considérations, malheureusement assez générales, nous amènent à la conclusion que, du point de vue économique, l'équipement du site d'Inga trouve sa justification. Nous esquisserons, dans un paragraphe suivant, l'aspect technique de l'aménagement qui permet d'espérer que, de ce côté également, la réalisation d'Inga est viable, c'est-à-dire qu'elle peut vraisemblablement être exécutée à un prix intéressant.

On ne terminera toutefois pas cette partie de l'exposé sans attirer l'attention sur l'évolution de la consommation d'électricité.

Rien que dans le domaine de la métallurgie de l'aluminium, nous avons vu que, d'ici 10 ans, 20 millions de kW seront nécessaires pour faire face à l'augmentation prévue.

Si Inga doit entrer en service à cette époque, nous ne disposons que d'une dizaine d'année pour réaliser les objectifs suivants :

1) Mener le projet au stade d'exécution (il faut compter un minimum de 3 ans) ;

2) Installer la centrale de démarrage nécessaire pour :

- Les travaux de la centrale à son premier stade ;
- L'équipement de la région en moyens de communication (installations portuaires, routes, etc...) ;
- La construction des usines et agglomérations.

Que cette centrale de démarrage, dont la puissance peut se situer aux environs de 50.000 kW, soit Zongo II ou un aménagement partiel d'Inga, une fois les études faites et les travaux décidés, il faut un minimum de 4 ans pour la réaliser.

Quant à l'exécution de la centrale d'Inga à son premier stade, cela ne demandera pas moins de 5 à 6 années. Les travaux d'équipement du pays (routes, installations portuaires, usines et agglomérations) peuvent être menés de pair avec ceux de la centrale.

L'ensemble de ces mesures prendra donc au moins 10 ans.

La conclusion actuelle est ainsi que les études, tant techniques qu'économiques, doivent être entamées ou poursuivies sans délai.

IV. ESQUISSE D'AMÉNAGEMENT

Des considérations qui précèdent, il découle que l'objectif final doit être l'aménagement intégral du site d'Inga.

Nous ne citerons donc que pour mémoire les études d'aménagement partiel établies par la mission SYNEBA. Notons que si les données ayant servi à l'établissement de ces études sont forcément moins complètes et peut-

être moins précises et moins exactes que celles dont nous disposons actuellement, les documents remis par cette mission correspondent sensiblement à ce que nous appelons le stade d'avant-projet, c'est-à-dire qu'ils sont, pour la solution partielle envisagée, beaucoup plus poussés que l'esquisse que nous allons faire d'un aménagement intégral.

Une des idées principales de cette esquisse est, vu le but final, de ne pas compromettre par les aménagements successifs la réalisation de l'aménagement intégral. En plus, permettre dans toute la mesure du possible l'utilisation au stade final des réalisations successives. Enfin, nous ne perdons pas de vue que le caractère exceptionnel du site ne permet d'escompter l'aménagement intégral que dans plusieurs décades. Nous essayons donc de ne pas obérer les premières réalisations du poids d'investissements qui pourraient être différés jusqu'à un stade ultérieur ou jusqu'au stade final.

Comme déjà dit, la solution intégrale comporte le barrage du fleuve et la dérivation de la totalité de son débit d'étiage via les vallées formant la corde de l'arc qu'il dessine à Inga.

Nous avons donc :

- En tête, le barrage du fleuve ;
- En bout, la digue de Bundi créant la hauteur de chute, et au pied de laquelle se situent les centrales.

Entre les deux, le canal d'amenée creusé en profitant des vallées : Grande Vallée, Sikila, Makongo, Bundi. Après les centrales, la restitution du fleuve.

a) LE BARRAGE SUR LE FLEUVE (fig. 6).

Vu le caractère impressionnant de ce travail, notre idée est de le reporter le plus tard possible dans l'aménagement. Il faut, à cet effet, pousser les prises d'eau pour

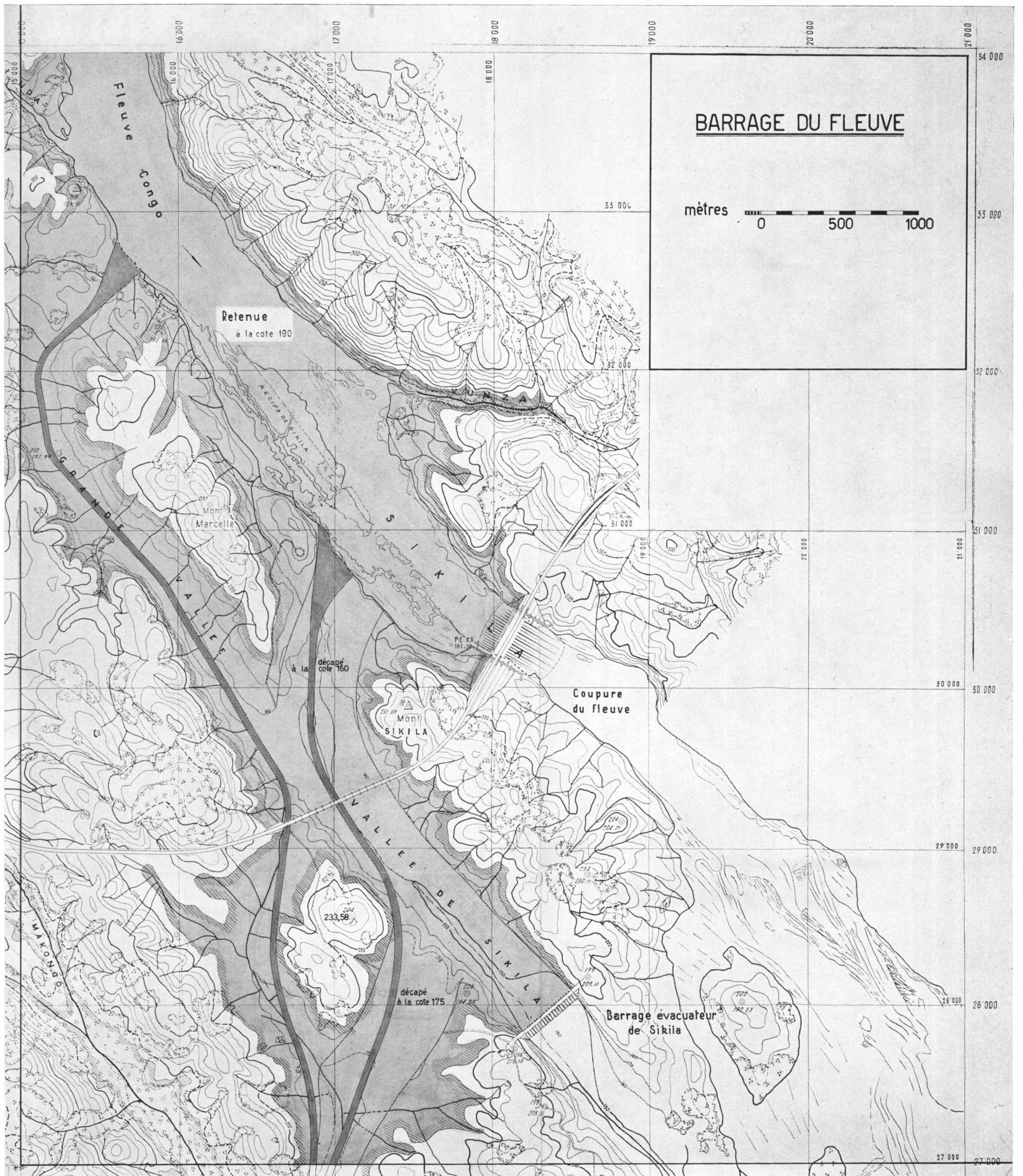


FIG. 6. — Barrage du fleuve et prise d'eau.



le « stade fil de l'eau » le plus loin possible dans le fleuve et donner au canal d'aménée une section permettant de laisser passer une grande partie du débit d'étiage.

Initialement, l'emplacement de la coupure du fleuve était prévu au droit des récifs de Sikila. Après examen de la question, cet emplacement ne paraît pas très favorable.

Le bénéfice du partage du lit du fleuve en deux bras perd de son intérêt lorsqu'on considère la qualité médiocre de la roche. En outre, le lit du fleuve est terriblement tourmenté et l'ancrage des matériaux de coupure pourrait présenter de grandes difficultés.

Par contre, la reconnaissance des berges, rive droite surtout, fait apparaître une roche nettement plus saine tant en amont qu'en aval des récifs de Sikila.

Le chenal de Kianda, et surtout le chenal resserré en aval des récifs de Sikila, semblent plus favorables pour y effectuer une coupure.

Il est évident qu'une étude géologique approfondie, ainsi qu'un levé poussé du lit du fleuve permettront de mieux juger la situation.

Dans l'état actuel, le meilleur emplacement pour exécuter la coupure semble être au droit du rétrécissement du lit du fleuve en aval des récifs de Sikila.

Il est très difficile d'imaginer l'allure du profil du fleuve, mais vu la largeur superficielle et l'estimation de sa vitesse — 4 à 6 m/s —, la profondeur moyenne doit être de l'ordre de 20 à 25 m.

Il est probable que nous nous trouverons devant un ou plusieurs sillons (thalwegs) allant jusqu'à 30 et même 50 m.

L'étude théorique et la réalisation de cette coupure posent évidemment des problèmes très complexes qui demanderont à être examinés, pour commencer, sur modèle réduit.

D'autre part, le choix de cet emplacement entraîne la nécessité d'évacuer les eaux du fleuve au fur et à mesure de l'exécution du batardeau-digue de coupure. A première vue, il sera possible de dériver les eaux du fleuve par la vallée de Sikila, équipée au préalable d'un barrage-vannes. Un emplacement favorable pour ce barrage-vannes a été reconnu, tant au point de vue topographique que géologique.

La retenue définitive semble pouvoir être fixée à une cote voisine de 185 à 190 m maximum et le couronnement de la coupure du fleuve pourrait être à la cote 200.

Notons ici que le barrage-coupure du fleuve apporte une solution au problème des liaisons ferroviaire et routière entre les deux rives du fleuve. Pour le surplus, ce point de passage se situe à un endroit et à une altitude paraissant bien appropriés pour un prolongement du chemin de fer du Bas-Congo jusqu'à l'océan.

b) LA PRISE D'EAU (fig. 6).

Deux emplacements sont possibles :

- Kianda, pour partir via la Grande Vallée, ou
- En aval de l'île Sikila pour rejoindre directement la crête de partage Sikila-Makongo.

Une prise d'eau en aval de l'île Sikila présente des difficultés dues à la nature du lit du fleuve qui est très tourmenté et à la nécessité de nettoyer et d'approfondir le chenal. Par contre, la prise d'eau à Kianda, quoique nécessitant un canal plus long d'environ 2 km, présente l'avantage d'être située dans une région à écoulement régulier et dans une zone où la roche semble de meilleure qualité qu'à Sikila.

A Kianda, la berge paraît avoir une pente suffisante et la profondeur du lit être telle qu'un captage sous-

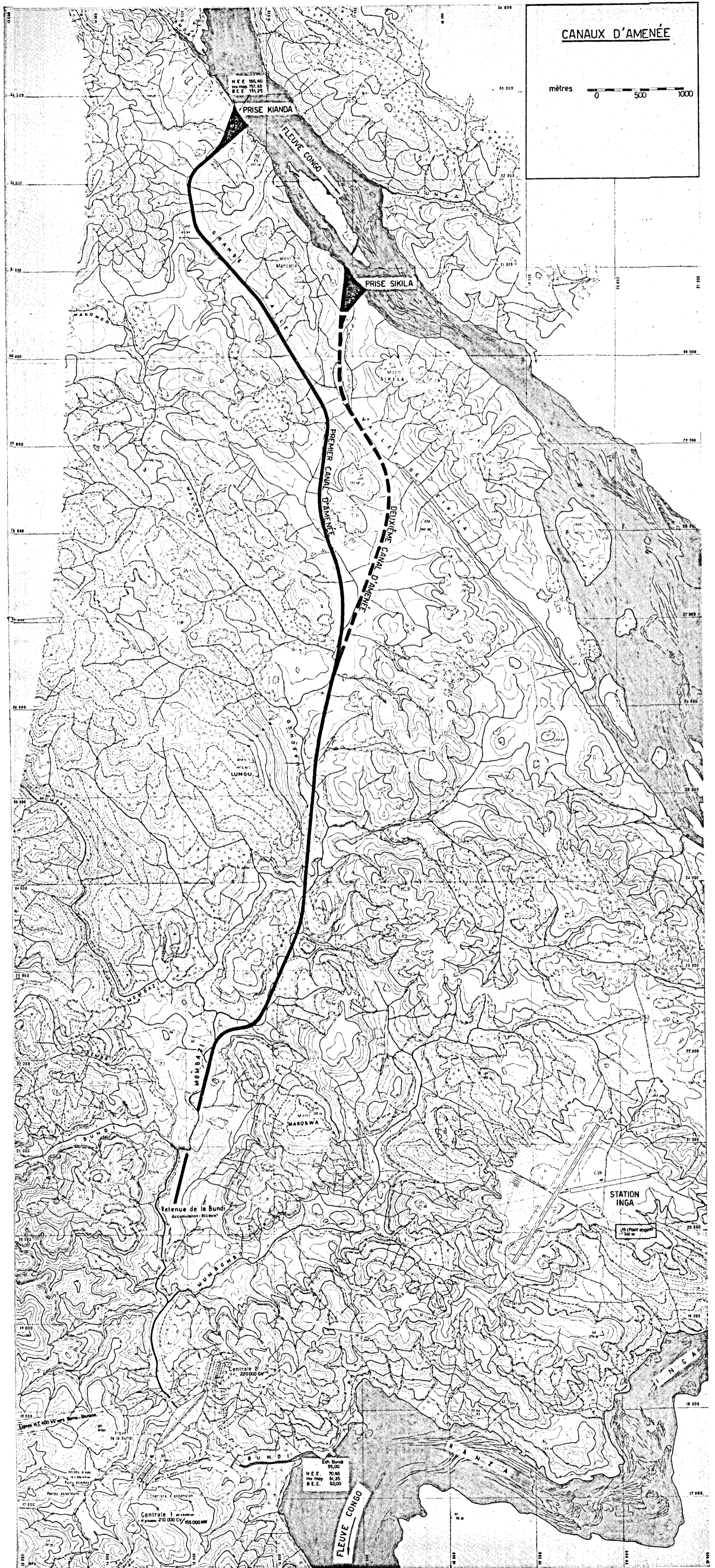


FIG. 7. — Canaux d'amenée.

fluvial avec seuil suffisamment abaissé soit possible avec une longueur de prise limitée. La prise d'eau peut rester ouverte, c'est-à-dire sans aucun appareillage, ni vannes, ni grilles.

Dans ce domaine, l'étude complète demandera l'établissement d'un modèle réduit pour juger de tous les aspects du problème et, en particulier, le débit de la prise, l'entraînement et la décantation des sables. A ce sujet, notons que des échantillons d'eau prélevés semblent révéler une présence infime de matières en suspension.

c) LE CANAL D'AMENÉE (fig. 7).

Une étude économique très serrée du canal doit être faite. Il faut, en effet, considérer que s'il peut être intéressant, au début, de se contenter d'un canal de faible section, les travaux d'élargissement et d'approfondissement ultérieurs seraient rendus difficiles et onéreux. Il faut noter, d'autre part, que si l'on veut faire d'emblée le canal à son profil définitif, on va charger les réalisations initiales d'investissements excessifs.

Cela étant, la longueur totale de la dérivation, depuis le captage à Kianda jusqu'à la digue de Bundi, sera de 16 km. Le canal proprement dit, c'est-à-dire la longueur où les excavations seront nécessaires, n'excédera pas 13 km. La profondeur maximum du canal se situera naturellement au passage du col séparant la vallée de Sikila de la vallée de Makongo.

Le tracé général devra s'adapter le plus possible au terrain pour limiter les cubes à excaver, mais devra tenir compte de la longueur supplémentaire, ainsi que des pertes de charges et risques d'engrèvement dus aux sinuosités.

D'après les constatations faites sur place, la presque totalité des excavations se situe en roche, l'épaisseur

d'alluvions ne paraissant pas dépasser 5 m. La roche semble saine à première vue et de bonne qualité sur tout le parcours.

Une vitesse maximum de 4 m/s a été envisagée.

Pour préciser l'idée de la progressivité des investissements dans le canal d'amenée, il serait, par exemple, intéressant de procéder comme suit : diviser le stade « fil de l'eau » en deux étapes : la première correspond à la prise d'eau à Kianda avec canal d'amenée capable d'un débit de l'ordre de 4.000 à 5.000 m³/s ; en deuxième étape, créer une prise d'eau à Sikila avec canal d'amenée d'une section permettant un débit du même ordre que le premier.

Les deux canaux d'amenée traversent le col (altitude approximative 170 m) entre la vallée de Sikila et la vallée de Makongo de part et d'autre du mamelon P. 204.

La partie du canal située en aval de l'endroit où convergent les deux canaux venant soit de Kianda, soit de Sikila, serait exécutée d'emblée au profil définitif. De cette façon, une réelle progressivité serait réalisée dans les excavations et dans le coût du canal, puisque les déblais les plus importants se situent vers l'amont où le canal serait donc divisé en deux parties qui s'exécuteraient successivement.

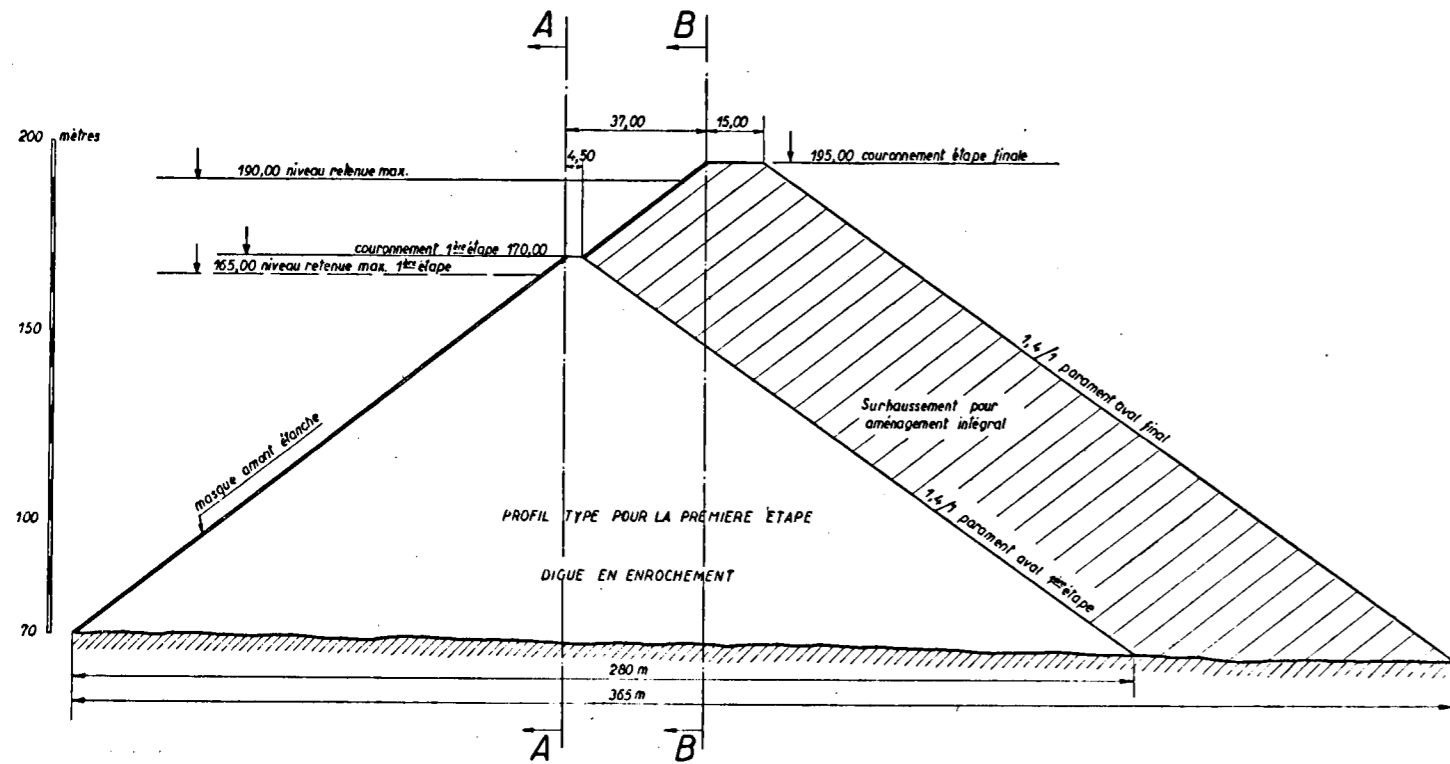
Une autre idée consisterait à réaliser la progressivité en doublant le canal de la première étape par un canal parallèle, puis en abattant la digue séparant les deux canaux.

La cote du plafond du canal est fonction des profils du lit du fleuve à l'endroit des prises d'eau. D'autre part, il est intéressant, pour une section donnée, d'avoir un profil profond plutôt que large, afin de limiter l'importance des excavations. Une cote de 120 à 125 pour le plafond du canal pourrait être envisagée.

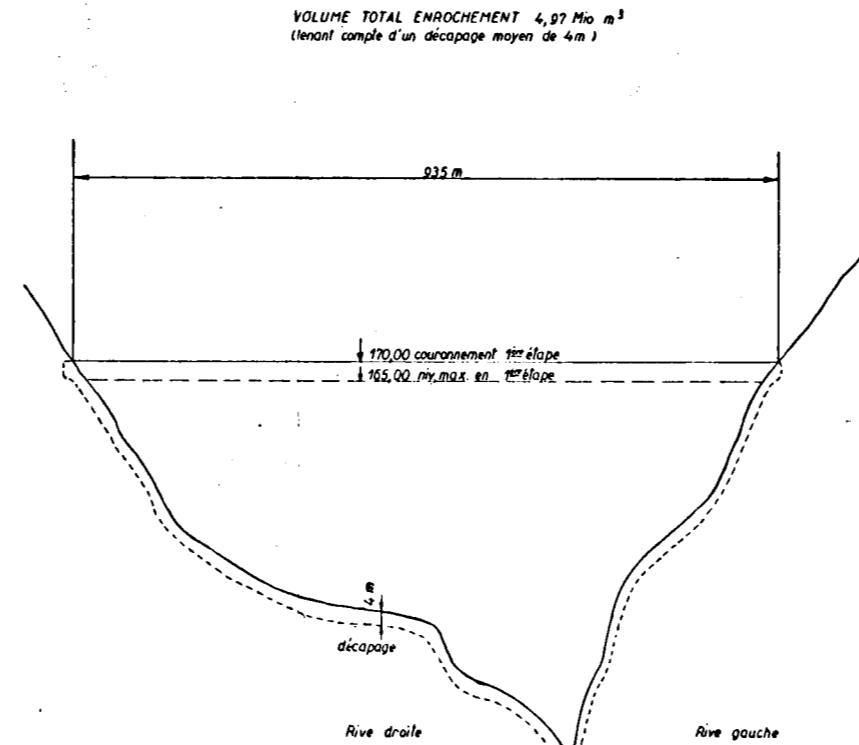
La pente du radier serait de l'ordre de 0,5 ‰.

En première étape du stade « fil de l'eau », une surélé-

Profil dans l'axe de la vallée



Profil suivant l'axe longitudinal A-A de la 1^{re} étape



Profil suivant l'axe longitudinal B-B

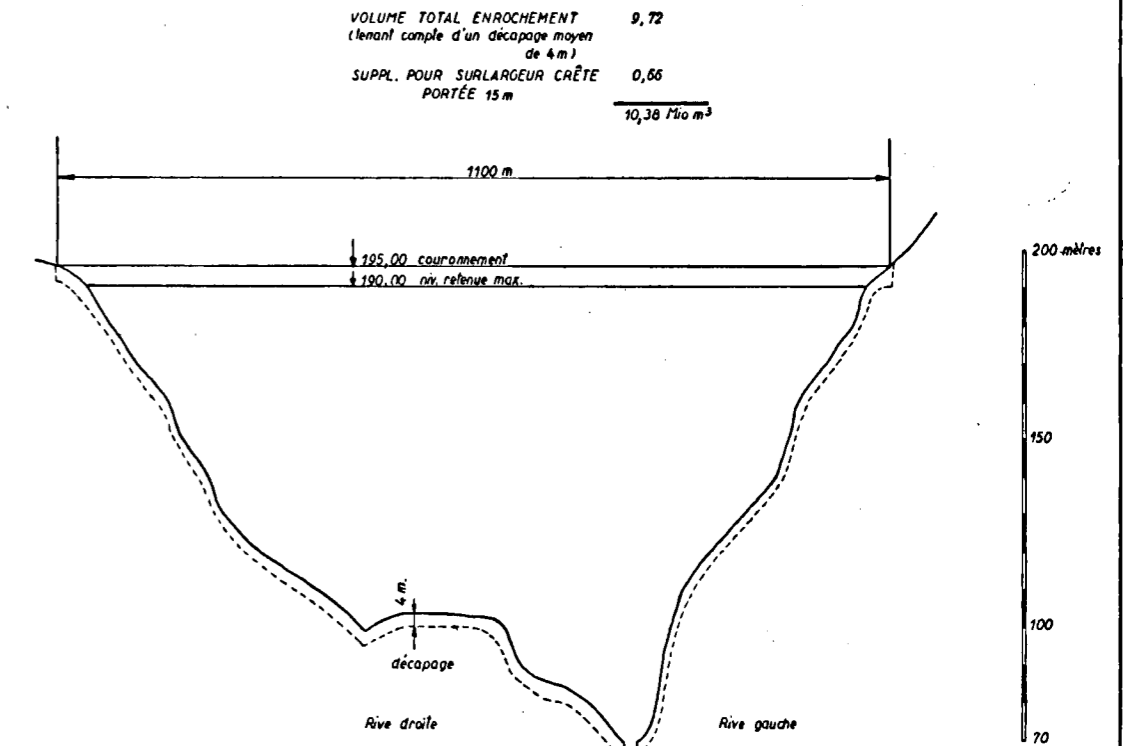


FIG. 8. — Barrage-retenu de la Bundi.

vation de 5 à 10 m de la berge gauche du canal d'amenée venant de Kianda doit être prévue sur une longueur d'environ 2 km dans la partie de ce canal située au début de la vallée de Sikila, pour éviter d'inonder cette vallée et d'avoir à la barrer.

En deuxième étape, une digue devrait être créée dans la vallée de Sikila. Cette digue servirait, en outre, de batardeau provisoire pour permettre de construire le barrage évacuateur des crues, indispensable au stade de l'aménagement intégral.

d) LE BARRAGE-RETENUE DE LA BUNDI (fig. 7 et 8).

L'ouvrage principal de la retenue au stade « fil de l'eau » reste la digue de la Bundi.

L'emplacement de cette digue, du moins en rive gauche, est imposé par la topographie, mais devra être confirmé par l'étude géologique. L'appui rive gauche serait l'extrémité ouest de la crête d'Inga. Le barrage aurait ainsi une longueur de 1.000 à 1.200 m.

La forme de la vallée, de même que la nature du sol, conseillent de choisir un barrage du type « digue en enrochement avec noyau étanche ».

C'est la solution la plus sûre et de beaucoup la plus économique, par suite de la possibilité d'utiliser les produits d'excavation et, en ordre principal, ceux du canal d'amenée.

Le couronnement se trouverait à la cote finale 195.

En premier stade, il pourrait n'atteindre que la cote 170.

Ce processus permettra de faire une économie notable particulièrement intéressante pour l'aménagement de la première étape.

e) LES CENTRALES (fig. 10).

La question de l'implantation des centrales n'est pas facile à résoudre. A titre indicatif, si l'on tient compte que la puissance par groupe ne pourrait être augmentée au-delà de certaines limites — disons 150.000 kW — et en comptant 20 m d'entre-axe entre les groupes, nous arriverions, en stade initial, à une longueur développée de centrale de plus de 500 m pour 4 millions kW et, en stade final, à une longueur totale de 3 km pour 20 millions kW.

La place disponible pour implanter ces centrales est relativement restreinte. Sur la rive droite de la Bundi, la distance depuis la digue et le terrain qui la prolonge jusqu'à la rive du fleuve devient rapidement prohibitive. Ce sont donc les emplacements sur la rive gauche de la Bundi avec restitution au pied des rapides de Kanza qui sont à retenir pour la presque totalité. Comme ils se trouvent difficilement en bordure du fleuve à cause du manque de place sur les rives, on est conduit à envisager des centrales en caverne sous la crête menant du barrage vers Inga. Vu la qualité douteuse de la roche sur le versant sud de la crête d'Inga, il semble recommandable techniquement et économiquement d'encastrier le plus possible les centrales dans la montagne et d'avoir ainsi des canaux de fuite en galerie sous pression.

Les prises d'eau, traitées sous forme de tour, pour leur permettre de fonctionner aussi bien en première étape qu'au stade final (voir fig. 9), seraient alignées sur le versant de la vallée de la Mumbombo. Nous disposons là d'environ 2,5 km, ce qui est toutefois insuffisant en stade final.

On pourrait ainsi être amené à envisager de remplacer la digue en enrochement prévue à la Bundi, par un barrage en béton permettant d'y incorporer une partie des centrales.

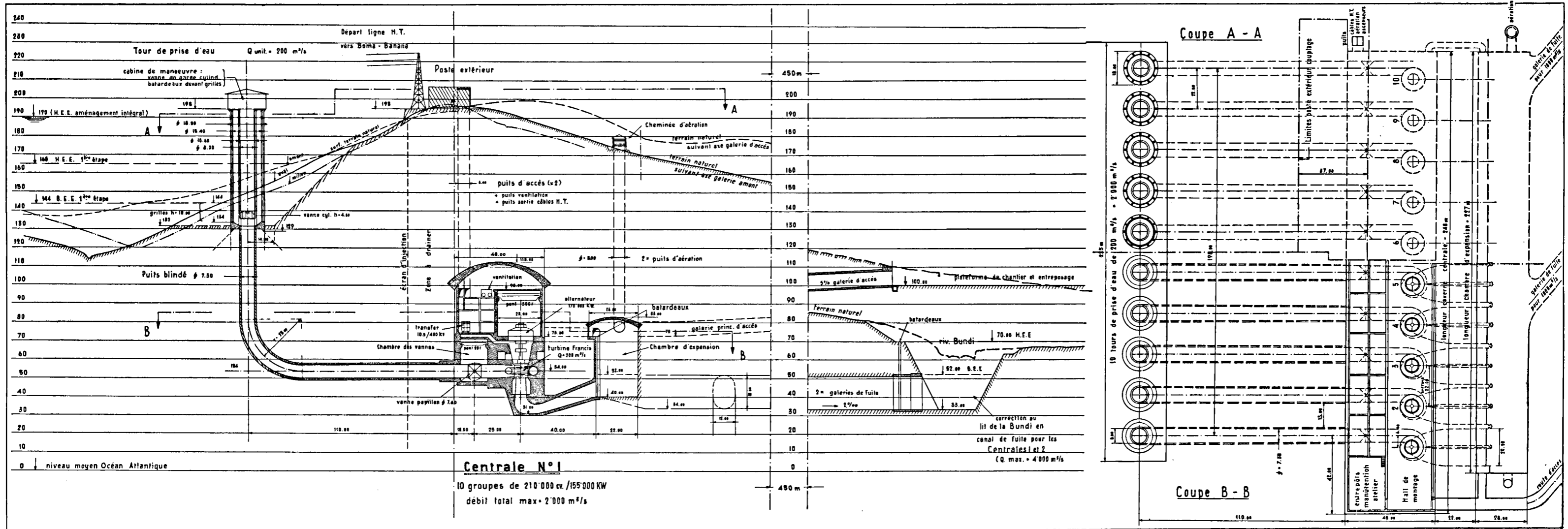


FIG. 9. — Coupe et plan d'une centrale.

L'augmentation du coût de cette solution de barrage serait à compenser par une diminution sur le coût des centrales. A première vue, cette solution ne paraît pas la meilleure, vu les investissements supplémentaires susceptibles de grever les réalisations du premier stade, et nous sommes donc partisan de l'idée de maintenir le barrage en enrochement en étudiant plus à fond le problème de l'emplacement des centrales.

L'emplacement des centrales sera déterminé notamment par les conditions suivantes :

— La structure géologique (résistance mécanique, perméabilité, stabilité de la roche, etc...);

— Elles ne peuvent se trouver sous la retenue pour des raisons d'étanchéité;

— Elles ne peuvent s'en écarter trop pour éviter l'allongement des galeries d'amenée ou la construction de cheminées d'équilibre coûteuses;

— Le respect des conditions précédentes entraîne l'allongement de l'ouvrage de restitution. Pour diminuer le volume d'excavation, il y aura avantage à le concevoir sous la forme de galeries sous pression.

Pour des raisons hydro-mécaniques, une chambre d'expansion ou des cheminées d'équilibre devraient être intercalées sur ces galeries de restitution.

Le niveau de restitution pose un problème technique et économique. L'amplitude des variations des plans d'eau dans le coude de Kanza atteint environ 18 m. L'utilisation maximum de la chute brute disponible demande de faire fonctionner les turbines en contre-pression. Ceci amènera des frais supplémentaires d'aménagement et d'équipement pour mettre les alternateurs à l'abri des plus hautes eaux. Une étude économique permettra de préciser jusqu'à quel point le supplément d'énergie produite compensera les frais d'aménagement et d'équipement.

Notons, dès maintenant, que l'adoption d'un niveau de restitution élevé (voisin des H. E. aval) amène une diminution de la puissance due à une hauteur de chute moindre. Cette diminution sera surtout sensible pendant la période au fil de l'eau où les niveaux amont varient également (de 165 à 157 m).

Au stade final, au contraire, c'est-à-dire après l'exécution de la coupure du fleuve, le niveau amont reste pratiquement constant (185 à 190 m) ; à ce stade, la restitution à un niveau très bas (celui des B. E. aval) ne donnerait donc un supplément de puissance dû à une hauteur de chute maximum que pendant la période des basses eaux.

Cette considération semble indiquer de ne faire la restitution à un niveau très bas que pendant le stade « fil de l'eau ». C'est ce qui est esquissé aux fig. 7 et 8.

Les premières centrales restituent l'eau turbinée à la Bundi, dont le lit aura été amené sensiblement au niveau des B. E. aval. Ceci est relativement aisé en maintenant à son embouchure dans le fleuve un bouchon rocheux qu'on ferait sauter à la fin des travaux d'approfondissement du lit de la rivière.

Une fois le barrage réalisé, la restitution pourrait se faire à un niveau relativement élevé (voisin des H. E. aval). Pour le surplus, elle se fait non plus dans la Bundi, mais dans le fleuve. Si on voulait, dans ce cas, la réaliser à un niveau très bas (B. E. aval), on serait amené à des travaux difficiles et onéreux, puisque les galeries déboucheraient dans le fleuve à une vingtaine de mètres en dessous du niveau des hautes eaux.

La fig. 11 donne une esquisse d'ensemble au stade de l'aménagement intégral.

* * *

On comprendra qu'il n'est pas possible actuellement

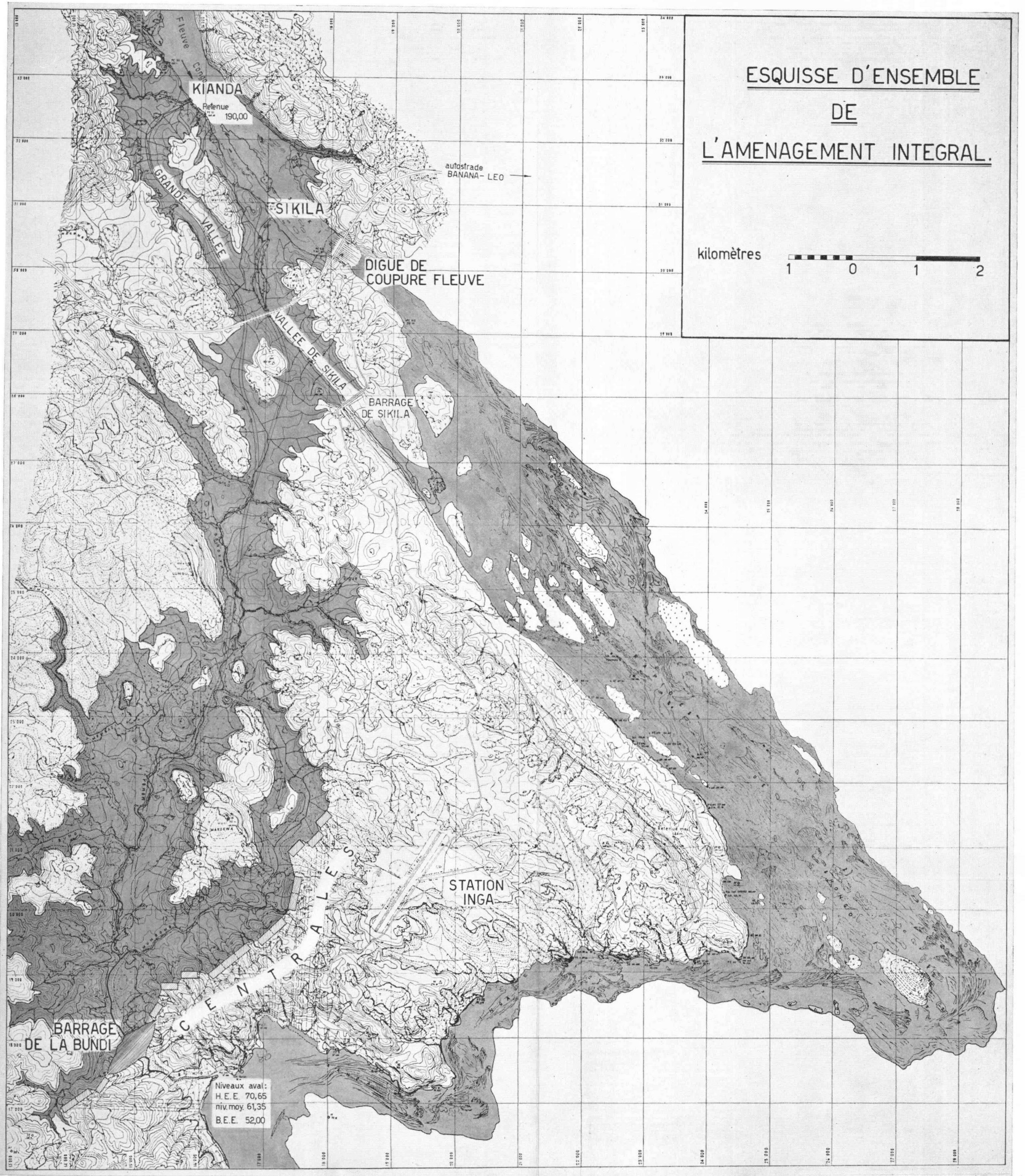


FIG. 11. — Esquisse d'ensemble de l'aménagement intégral.



de faire une évaluation des volumes des différents travaux, ni de leur coût.

Tout ce que nous pouvons dire, c'est que les volumes de travaux des ouvrages principaux (canal, barrage de retenue à Bundi et barrage de coupure du fleuve Congo) se chiffreront par dizaines de millions de mètres cubes.

Quant au coût des travaux, c'est par dizaines de milliards de francs qu'il faudra compter. Ne perdons cependant pas de vue qu'une réelle progressivité sera possible tant dans les investissements que dans les aménagements.

V. CONCLUSIONS

1) Les aspects politique et financier de la question qui nous occupe posent des problèmes de base préalables à toute réalisation. Ils ne sont pas de notre compétence.

2) En ce qui nous concerne, nous voyons que, dans les domaines technique et économique, beaucoup reste à faire.

Dans le domaine technique, il faut compléter les études sur place et, en particulier, amener l'étude géologique et l'étude hydrographique au niveau de l'étude topographique. Les études en bureau ne sont qu'à l'état d'ébauche.

Il faut y affecter des moyens autrement importants que les moyens actuels. Nous pourrions ainsi préciser la valeur technique du projet d'Inga.

Dans le domaine économique, l'inventaire et la synthèse des ressources et des besoins en électricité doivent être mis sur pied tant pour l'avenir que pour le présent. Ceci fixera la valeur économique du projet d'Inga.

Toutefois, de nos données et de nos considérations, tout incomplètes ou imprécises qu'elles sont, il res-

sort que nous sommes au stade où l'idée de la viabilité de ce projet grandiose ne peut plus être rejetée.

Il a été établi que, compte tenu de tout ce qui reste à faire, il s'écoulera au moins dix ans avant la réalisation du projet et que nos études tant économiques que techniques doivent être poursuivies sans désespérer.

3) Nous avons les moyens de mener les études à bonne fin sans rien hypothéquer. Ne rien faire, ou même travailler sans confiance ou sans enthousiasme, c'est abdiquer.

* * *

Je remercie le personnel de SYDELCO dont le travail et la compétence m'ont permis d'élaborer la présente note.

Bruxelles, 24 juin 1955.

TABLE DES FIGURES

1. Région du Bas-Congo	2
2. Profil du fleuve Congo entre Banana et Léopoldville	2
3. Site d'Inga	10
4. Probabilité des niveaux de crue et des niveaux d'étiage	10
5. Données hydrologiques	10
6. Barrage du fleuve et prise d'eau	20
7. Canaux d'amenée	22
8. Barrage-retenu de la Bundi	24
9. Coupe et plan d'une centrale	26
10. Centrales	26
11. Esquisse d'ensemble de l'aménagement intégral	28

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction	3
<i>a)</i> Description générale du site	3
<i>b)</i> Historique	4
<i>c)</i> Généralités	6
II. Activités de SYDELCO et données techniques	8
<i>a)</i> Activités de SYDELCO	8
<i>b)</i> Données techniques	10
III. Considérations économiques	13
<i>a)</i> L'électro-chimie	15
<i>b)</i> L'électro-métallurgie	16
IV. Esquisse d'aménagement	19
<i>a)</i> Le barrage sur le fleuve	20
<i>b)</i> La prise d'eau	22
<i>c)</i> Le canal d'amenée	23
<i>d)</i> Le barrage-retenu de la Bundi	25
<i>e)</i> Les centrales	26
V. Conclusions	29
Table des figures	31



