L'aménagement hydroélectrique de Sounda sur le fleuve Kouilou-Niari au Moyen-Congo

The Sounda hydro-electric development on the Kouilou-Niari in the Middle Congo

PAR J. FRANCOU

INGÉNIEUR A ÉLECTRICITÉ DE FRANCE,
INSPECTION GÉNÉRALE POUR L'UNION FRANÇAISE ET L'ÉTRANGER

Intéressantes, en grande partie du fait de leur proximité relative (90 km) du port de Pointe-Noire, en bordure duquel les industries utilisatrices peuvent s'installer, les ressources hydro-électriques susceptibles d'être aménagées dans des conditions particulièrement avantageuses sur le cours inférieur du fleuve Kouilou-Niari au Moyen-Congo, ont fait l'objet d'une étude approfondie, conduite par E.D.F., et apparaissent maintenant comme considérables. L'avant-projet d'aménagement de Sounda comporte, à côté d'ouvrages ou de dispositions classiques (voûte mince en béton de 125 m de hauteur, évacuateur en saut de ski, usine au pied du barrage), certaines particularités dues à la nécessité de concilier au mieux l'étroitesse de la gorge et l'importance du débit régularisé (1 000 m³/s), notamment la méthode de coupure du fleuve, la conception et l'implantation des prises d'eau, la puissance unitaire des groupes et la disposition de ces groupes dans l'usine, qui méritent d'être signalées.

Because of their relative proximity (90 km) to the port of Pointe Noire, around which consumer industries could be set up, and because they can be developed under especially favourable conditions on the lower reaches of the Kouilou-Niari in the Middle Congo, E.D.F. made a detailed investigation of hydro-electric resources in that area which are now seen to be of considerable magnitude.

In addition to conventional features such as a 125 metre high thin arch concrete dam, a ski-jump spillway and a power house at the foot of the dam, the preliminary design for the development incorporates certain special features which result from the necessity of reconciling the narrowness of the gorge with the large discharge that has to be harnessed (1 000 m³/s). The main such features worthy of being mentioned are the method used to dam the river initially, the design and location of the intakes, the output of each generator and the arrangement of these generator units in the power house.

De considérables ressources en énergie hydraulique sont susceptibles d'être mises en œuvre dans des conditions particulièrement avantageuses sur le cours inférieur du fleuve Kouilou-Niari.

Les plus importantes d'entre elles sont localisées dans la gorge de Sounda, séparée du port de Pointe-Noire par une distance de 90 km seulement.

Le parti à tirer des possibilités d'aménage-

ment offertes par cette gorge paraissant de nature à justifier l'installation d'industries électro-chimiques et électro-métallurgiques à Pointe-Noire, l'Administration française a fait procéder par Electricité de France à l'étude complète de l'équipement du site de Sounda.

Commencée en juillet 1952 et menée de pair avec celle de l'ensemble industriel et portuaire, cette étude vient d'aboutir à un avant-projet détaillé.

I. — DONNÉES GÉNÉRALES

Hydrologie.

Le bassin versant du fleuve Kouilou-Niari s'étend sur 60 000 km². Situé entre les parallèles 2 et 5 de latitude sud, il appartient à la zone des « climats équatoriaux de transition », lesquels sont caractérisés par l'alternance de deux saisons de pluie (novembre/janvier, avril/juin) et de deux saisons sèches (février/mars, juillet/octobre), les unes et les autres de ces saisons étant d'inégale importance.

La précipitation moyenne interannuelle rapportée à l'ensemble du bassin versant ressort à 1 500 mm environ. L'humidité relative toujours très élevée et la nébulosité quasi constante limitent à moins de 1 200 mm par an l'évaporation mesurable sur un plan d'eau de grande étendue.

A Sounda, pour une surface drainée de 55 000 km², le débit moyen interannuel s'établit entre

900 et 1 000 m³/s. Les fluctuations saisonnières se situent entre un étiage de 250 m³/s (mi-octobre) et une crue de 3 000 à 4 000 m³/s (décembre ou avril).

Géologie.

Avant de se jeter dans l'océan Atlantique, le Kouilou-Niari traverse un petit massif montagneux côtier, le Mayombé. Il coupe une série de chaînons parallèles orientés du sud-est vers le nord-ouest. Sa vallée présente en conséquence des rétrécissements successifs dont le plus spectaculaire est précisément la gorge de Sounda (fig. 2).

Cette gorge entaille sur 1 800 m de longueur et sur 300 m de profondeur une crête culminant à l'altitude 400 environ. Elle résulte de l'usure pro-

FIG. 1
Carte de situation.

FIG. 2

Photographie de la gorge prise d'avion, en direction de l'amont.

gressive par le fleuve d'un massif de roches dures (quartzites et gneiss), disposé en couches régulières, et bordé, à l'entrée comme à la sortie du défilé, par des formations schisteuses beaucoup plus tendres.

Puissance et production de l'aménagement.

La présence d'un col situé en rive gauche à l'amont de la gorge, et certaines conséquences des submersions ne permettent pas de donner au barrage toute la hauteur qu'auraient permis de lui accorder l'étroitesse et la profondeur de la gorge, ainsi que la bonne qualité du rocher de fondation.

Cette hauteur a été limitée de telle façon que le niveau normal de retenue s'établisse à l'altitude

116,50. A cette altitude, le lac créé par le barrage s'étendra sur une surface de 1 600 km² et se développera sur une longueur de 270 km.

La capacité considérable de ce lac, 35 milliards de m³, permettra d'obtenir une régularisation très poussée des apports, et partant de turbiner à longueur d'années un débit quasi constant approximativement égal au module interannuel du fleuve.

C'est pourquoi les prévisions de production prennent en compte un débit turbinable permanent de 900 m³/s auquel correspond une hauteur de chute nette moyenne de 101,50 m. La puissance disponible aux bornes 63 kV du poste abaisseur de Pointe-Noire ressort ainsi à 800 000 kW et la production annuelle d'énergie livrable aux consommateurs, à 7 milliards de kWh.

II. — DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT. — GÉNIE CIVIL

Disposition générale des ouvrages.

De toutes les dispositions d'ouvrages que la topographie du site permet de concevoir, celles comportant une usine extérieure implantée juste au pied du barrage se sont révélées en fin de compte comme les plus avantageuses.

En effet, toutes les autres solutions : usines souterraines, usines installées au débouché aval de la gorge, exigent un système hydraulique relativement développé dont le projet et la réalisation soulèvent des difficultés techniques qu'aggravent l'importance même du débit équipé (1 200 m³/s au stade final) et les conditions de stabilité de marche des groupes en réseau séparé.

Bien entendu, l'implantation de l'usine à l'aval immédiat du barrage pose, elle aussi, certains problèmes. Le plus important est celui qu'entraîne l'exiguïté de la place disponible dans le sens transversal, à l'emplacement choisi.

Il a été possible de s'accommoder sans trop de difficulté d'une telle sujétion, grâce à l'adoption de puissances unitaires élevées, et à la disposition des groupes « en quinconce » sur deux axes parallèles. Il y sera revenu plus loin.

Cependant, le fractionnement de la puissance installée n'est pas fixé de façon définitive. Deux variantes sont encore en présence, qui s'accommodent de la même disposition générale des ouvrages et comportent :

— la première, six groupes de 218 MW,

— la deuxième, huit groupes de 156 MW,

l'un quelconque de ces groupes étant considéré, dans l'un et l'autre cas, comme une unité de réserve.

Il convient aussi de préciser que dans chacune des hypothèses de fractionnement considé-

rées, l'installation du dernier groupe n'interviendra qu'après la dérivation, dans le bassin du Kouilou, du cours supérieur d'un fleuve voisin : la Nyanga. Cette dérivation, qui n'a pas encore été étudiée d'une façon détaillée, fera l'objet d'une phase ultérieure de travaux. Sa productibilité viendra s'ajouter à celle qui vient d'être indiquée tout à l'heure, et qui s'entend donc pour le Kouilou seul, équipé de $(n - 1)$ groupes.

La description donnée ci-après correspond à la première hypothèse de fractionnement : usine à 6 groupes (fig. 3).

Les principaux ouvrages de génie civil : barrage, évacuateurs, prises d'eau, usine... sont rassemblés dans la première moitié du bief aval de la gorge. Leur exécution est subordonnée à celle de deux galeries de dérivation et de deux batardeaux.

Le seul ouvrage qui se trouve à l'écart du chantier principal est la digue à construire sur le col rive gauche pour l'exhausser de l'altitude 102 à l'altitude 125.

Ouvrages provisoires.

Les problèmes que posent la coupure du courant et la réalisation des batardeaux sont assez particuliers. La difficulté de ces deux opérations résulte non pas tellement de la violence du courant ou du volume des travaux, mais plutôt du fait qu'il faut obligatoirement les mener jusqu'à leur terme durant une seule grande saison sèche, c'est-à-dire entre un 1^{er} juin et un 15 octobre.

Avant de parler de la solution envisagée pour résoudre ces problèmes, il convient de dire quelques mots des galeries de dérivation projetées, qui mesureront l'une 375 m et l'autre 435 m de

FIG. 3

Plan d'ensemble de l'aménagement.

longueur. Ce sont des ouvrages de section importante (113 m^2); section circulaire, de diamètre intérieur 12 m, un revêtement de béton légèrement armé protégeant le rocher contre l'érosion.

La galerie la plus courte a son seuil d'entrée calé à la cote 1, et son radier dans la section de sortie à la cote —2, alors que le niveau du Kouilou à l'étiage s'établit aux environs de la cote 9. Cette galerie a donc été calée très bas de façon que la dénivellée artificielle à créer pour contraindre le fleuve à quitter son lit au moment de la coupure ne dépasse pas 2 m si le débit reste inférieur à $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

La galerie la plus longue a son seuil d'entrée calé à la cote 22; elle entre en service lorsque le débit à dériver devient supérieur à $1\,500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le débit évacué par ces dérivation peut atteindre $4\,000 \text{ m}^3/\text{s}$: le plan d'eau derrière le batarteau tendrait alors à la cote 48.

**

La méthode à suivre pour couper le courant n'est pas encore arrêtée définitivement. Toutefois,

celle préconisée par M. Coyne et qui consiste à basculer dans le courant un massif de béton de 45 m de hauteur environ, fait actuellement l'objet d'une étude approfondie.

La figure n° 4 donne une idée de la topographie et de la nature des rives à l'emplacement choisi pour la coupure, qui se trouve ici vu de l'amont. C'est sur la berge rive droite que serait fabriqué le bloc avant de le basculer.

Les dispositions représentées sur la figure 5 correspondent au stade actuel des études et des essais; leur mise au point définitive exigera certaines modifications, qui n'altéreront pas cependant le principe de l'opération.

On cherche d'une part à obturer presque complètement le lit du fleuve, et d'autre part à constituer un massif de fondation sur lequel la voûte-batardeau viendra s'insérer dans sa partie centrale.

Ceci conduit aux dimensions suivantes : hauteur 45 m, épaisseur (dans le sens amont aval) 18 m, plus grande largeur 21 m. Le volume de béton à mettre en œuvre atteint $11\,000 \text{ m}^3$, socle non compris, et la masse à basculer, quelque 28 000 tonnes.

FIG. 4

Emplacement
de la coupure
vue d'avion,
en direction
de Pavai.

FIG. 5

Le Laboratoire d'Hydraulique de Chatou a réalisé un modèle au 1/75^e à l'aide duquel ont été déterminées :

- 1° l'implantation, la cote d'arase et la forme du socle sur lequel le bloc sera édifié;
- 2° la position idéale de ce bloc, l'objectif étant d'obtenir :
 - d'une part une chute et une position finale aussi réitérables que possible,
 - d'autre part, une trajectoire telle qu'il ne se produise pas d'impact localisé prématuré susceptible de briser le bloc avant sa mise en place.

L'étude cinématique a été faite à l'aide d'une caméra permettant de prendre 2 000 images par seconde. Les résultats suivants tendent à se dégager des essais effectués jusqu'à ce jour :

- Le bloc tombe à coup sûr de la façon prévue à l'emplacement choisi pour une position de départ bien déterminée sur son socle et pour une forme particulière du « chemin de roulement » sur lequel sa face d'appui pivote et glisse pendant le basculement. Cette forme est donnée par un arrondi de rayon 2 mètres dont la génératrice est légèrement biaise par rapport à l'arête de la face d'appui;
- La rugosité plus ou moins grande du chemin de roulement n'exerce aucune influence notable sur les trajectoires;
- Si le socle est arasé à la cote 11,60, la face supérieure du bloc basculé passe par la position horizontale au moment même où la chute s'achève.

Ce dernier résultat présente un grand intérêt : en effet, si une telle coïncidence est réalisée, la face modelée vient épouser directement le lit, au terme d'une trajectoire continue, sans avoir au préalable heurté un point particulier de la berge rive gauche ou du fond.

Les essais vont être poursuivis en vue d'apporter au procédé de nouvelles améliorations. On cherchera d'une part à réduire le plus possible la brèche qui subsiste en rive droite après le basculement du bloc, brèche qu'il faudra bétonner à l'abri d'une enceinte de palplanches ou de coffrages glissants.

On s'efforcera d'autre part de retoucher les implantations de façon que toute la surface de fondation du socle soit située au-dessus du niveau d'étiage; si l'on y parvenait, l'exécution de cet ouvrage s'en trouverait considérablement facilitée.

D'autres essais permettront de vérifier si la vitesse du courant est susceptible d'influer sur la trajectoire, ce qui paraît peu probable, et de

déterminer comment la force vive du bloc est absorbée, partie par la masse liquide formant matelas amortisseur, partie par la couche d'éboulis de 2 à 4 mètres d'épaisseur qui recouvre le fond rocheux sur les deux tiers de la surface d'impact.

Enfin, le dispositif à utiliser pour amorcer le basculement sera mis au point également sur modèle réduit. Il semble que la meilleure façon de procéder à cet égard consiste à construire le bloc en maintenant une faible prépondérance du moment stabilisateur sur le moment de renversement. A l'instant choisi on pourra déséquilibrer l'ouvrage soit en lui donnant une impulsion par l'entremise de vérins par exemple, soit en dynamitant des étais.

**

Le batardeau amont est une voûte en béton; toute autre sorte d'ouvrage se trouve d'ailleurs exclue par la faible distance qui sépare l'entrée des galeries de dérivation du massif des prises d'eau. Le couronnement de cette voûte est arasé à la cote 50. Si la coupure est réalisée comme il vient d'être indiqué, l'ouvrage sera fondé sur le bloc basculé qui émergera à la cote 16. Si l'on procède d'une autre façon, si l'on choisit par exemple de couper le fleuve en réalisant le batardeau aval, la voûte descendra jusqu'au point le plus creux du thalweg, soit à la cote — 5 environ.

Le batardeau aval est un massif d'enrochements étanché par un rideau central de palplanches.

Barrage principal.

L'étroitesse de la vallée et la solidité du rocher sur chaque versant ont permis au Bureau André Coyne et Jean Bellier de porter le choix sur une voûte mince en béton. Pour remédier aux difficultés d'exécution inhérentes à la concentration des principaux ouvrages dans un espace restreint, cette voûte est désolidarisée complètement des prises d'eau, et séparée autant que faire se peut de l'usine.

Dans sa partie centrale, elle repose au niveau 15 sur un socle massif qui enrobe les conduites forcées jusqu'au mur amont de l'usine, et sert de fondation aux tours de prise d'eau. Côté rive droite, elle prend directement appui au rocher; côté rive gauche, l'appui se fait par l'intermédiaire de l'évacuateur de surface.

Arasé au niveau 123, son couronnement laisse subsister au-dessus de la retenue normale (cote 116,50) un creux de 6,5 m réservé à l'amortissement de la crue exceptionnelle : débit maximum 8 000 m³/s.

Le rayon du cercle d'implantation est de 155 m; les parements de la voûte sont des surfaces à rayons variables, et présentent dans certains profils des surplombs de l'ordre de plu-

FIG. 6

sieurs mètres. Vis-à-vis des proportions générales, les épaisseurs prévues sont relativement faibles : 3,60 m à la partie supérieure, 13 à 15 m au niveau du socle. Malgré cette finesse, la compression moyenne des arcs reste inférieure à 60 kg/cm^2 .

On voit donc qu'il s'agit d'un ouvrage dont la taille, aussi bien que les formes, n'ont rien d'exceptionnel.

Prises d'eau et conduites forcées (fig. 6).

Les diverses sections du système d'amenée atteignent par contre des dimensions inusitées. Pour une chute de cet ordre, le débit unitaire adopté est exceptionnel puisque, dans la solution décrite, il s'élève à $240 \text{ m}^3/\text{s}$, valeur rarement dépassée, si ce n'est pour équiper certaines chutes de faible hauteur au fil de l'eau.

L'impossibilité dans laquelle on se trouvera de vidanger la retenue dans un délai raisonnable conditionne dans une large mesure la disposition de l'ouvrage de prise proprement dit. Pour qu'un accident survenant à une vanne de garde soit rapidement réparable, il faut qu'on puisse obturer facilement le pertuis d'admission; cela conduit à caler le seuil de prise d'eau au plus haut niveau compatible avec une exploitation suffisante de la réserve, de façon que les éléments de batardeau constituant le système de bouchure soient à manœuvrer sous une charge modérée. Par ailleurs, la position élevée des grilles laisse à des « hommes-grenouilles » la possibilité d'éliminer des arbres morts flottant entre deux eaux jusqu'à venir s'échouer contre les barreaux.

L'avant-projet des ouvrages d'amenée tient compte de ces sujétions.

Les six prises d'eau reposent sur le socle gé-

néral, au pied amont de la voûte. Elles sont constituées essentiellement par des tours cylindriques jumelées de 108 m de hauteur et de 13 m de diamètre intérieur. Les pertuis d'admission, dont le seuil est calé au niveau 76,50, échancrent leur face amont sur une largeur de 10 m et une hauteur de 28 m. Ils sont équipés d'une grille métallique relevable prenant appui sur trois voiles en béton armé.

Logée dans la partie basse de la tour, la vanne de garde de la turbine obture un pertuis rectangulaire de 8 m de hauteur et 6 m de largeur. Elle est manœuvrée par un servo-moteur installé dans le puits, au-dessous du niveau 123.

Les conduites forcées sont horizontales : cette disposition permettra d'abrèger l'interruption de bétonnage nécessaire à leur mise en place et partant, de « sortir » rapidement le socle et la partie basse de la voûte.

Les exigences de la régulation imposent un diamètre intérieur de 7 m, auquel correspond une épaisseur de tôle de l'ordre de 50 mm.

Evacuateurs de crues.

L'aménagement comporte deux ouvrages d'évacuation :

- un déversoir de surface, en saut de ski, accolé à la falaise sur laquelle la voûte vient prendre appui en rive gauche;
- un évacuateur de fond installé après coup dans la dérivation haute.

Ces deux ouvrages sont de conception classique; leur capacité totale d'évacuation est limitée à $3\,300 \text{ m}^3/\text{s}$, bien que le débit de pointe de la crue exceptionnelle prise en considération atteigne $8\,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Une telle réduction est rendue possible par l'amortissement que procure la

FIG. 7

tranche supérieure de la retenue, entre les niveaux 116,50 et 122,20.

Usine.

Comme indiqué tout à l'heure, la possibilité de placer l'usine à l'aval immédiat du barrage résulte de l'adoption de puissances unitaires élevées, et de la disposition des groupes en quinconce sur deux files parallèles.

Une usine rectiligne équipée de 12 groupes de 100 MW alignés sur une seule file aurait une longueur de 250 m; avec 8 groupes de 156 MW, elle aurait encore 190 m; avec 6 groupes de 218 MW, elle n'en aurait plus que 160 environ. La disposition en quinconce permet encore de gagner sur l'encombrement transversal, puisque la longueur du bâtiment projeté n'est plus que de 118 m au niveau de la plateforme de montage.

Malgré tout, il faut encore encastrer l'usine

dans la rive droite, et le déroctage à réaliser s'étend jusqu'à l'aplomb de la courbe de niveau 45 du versant. Cet encastrement reste important, mais n'est plus prohibitif; il serait encore acceptable avec 8 groupes de 156 MW disposés en quinconce, mais il faudrait alors choisir une implantation en arc de cercle, et réduire considérablement la surface de la plateforme de montage.

La figure 7 montre la disposition des conduites forcées, des bâches et des aspirateurs au niveau le plus encombré de l'infrastructure.

A noter que la disposition en quinconce se traduit par un certain pincement des aspirateurs, qui ont une section de sortie de 8 m par 11 m presque aussi haute que large.

D'autre part, les aspirateurs des groupes amont ont une longueur surabondante pour les seuls besoins de la récupération d'énergie.

On s'est aperçu, en effet, au cours des essais sur modèle réduit, que si l'on voulait éviter d'importantes oscillations du plan d'eau aval, il fallait restituer le débit turbiné dans une section transversale du canyon commune à tous les groupes.

Les autres caractéristiques de l'usine n'appellent pas de commentaire particulier. L'infra-

structure, jusqu'au niveau de la plateforme de montage (cote 23,50) est réalisée en béton plus ou moins armé; la superstructure, qui s'élève jusqu'au niveau 43,50, est un bâtiment à ossature métallique dont la toiture-terrasse supporte l'appareillage et les travées haute tension du poste de départ.

III. — GROUPES TURBINES-ALTERNATEURS

Chaque groupe est autonome : comme on l'a vu tout à l'heure, la prise d'eau et la conduite forcée qui l'alimentent sont indépendantes des autres ouvrages d'aménée.

Une consultation très large faite auprès des constructeurs français et étrangers permet de dégager les principales caractéristiques des groupes.

TURBINES :

La turbine est du type Francis à axe vertical.

— Hauteur de chute nette....	101 m
— Débit nominal	240 m ³ /s
— Rendement sous 102 m à 85 % d'ouverture.....	93,2 %
— Puissance nominale.....	218 MW
— Vitesse de rotation.....	125 tr/min

Les dimensions et poids des éléments principaux, tels qu'ils découlent de la moyenne des renseignements fournis par les différents constructeurs, sont les suivants :

— Diamètre maximum de la bache	19 m
— Diamètre de la roue.....	5,60 m
— Poids de la roue.....	95 t
— Poids de l'arbre.....	70 t
— Charge sur le pivot.....	1 400 t

ALTERNATEURS :

— Puissance nominale.....	242 MVA
— Facteur de puissance nominale	0,9
— Tension nominale : de l'ordre de	15 kV
— Rendement pour $\cos \varphi = 0,9$ à 85 % de charge.....	98,4 %
— Moment d'inertie.....	50 000 t/m ²

Tels qu'ils découlent de la moyenne des renseignements fournis, les dimensions et poids sont :

— pour le stator :	
diamètre extérieur.....	12 m
poids	350 t
— pour le rotor :	
diamètre.....	10 m
poids	600 t

Problèmes de construction des groupes.

Étant donné les dimensions importantes des groupes, une enquête a été faite auprès des forges et fonderies pour voir si les moyens dont disposent les métallurgistes permettent l'exécution de pièces de cette taille.

Parallèlement à cette investigation, on s'est assuré chez les usiniers que le parc en machines-outils permettant d'usiner des pièces de grandes dimensions était également suffisant.

Ces deux enquêtes ont été favorables et aucune impossibilité n'apparaît.

Ces informations se sont trouvées confirmées par les propositions reçues des constructeurs, qui n'ont marqué aucune réticence pour la réalisation de groupes de cette importance.

D'autre part, il est à noter que des turbines de mêmes dimensions sont actuellement en cours de construction chez un constructeur nordique, et que, prises l'une après l'autre, des pièces aussi importantes ont déjà été exécutées pour divers aménagements.

En ce qui concerne la pivoterie, la charge sur celle-ci est d'environ 1 400 tonnes, soit de 10 % supérieure aux charges des pivots des aménagements du Rhin et du Rhône (Fessenheim, Châteauneuf).

La construction des alternateurs ne pose pas de problème spécial.

Les différentes enquêtes auxquelles il a été procédé ont, en outre, montré que la tendance générale était à l'augmentation de la puissance unitaire des groupes, et que des unités hydrauliques de 200 MW en 1964 s'inscrivaient dans l'évolution normale des grands équipements.

Problèmes de transport.

Les moyens de manutention existant au port de Pointe-Noire permettent de décharger des colis d'un poids maximum de 100 tonnes.

Or, le colis le plus lourd est constitué par la roue (95 t), ce qui dispense de renforcer les installations existantes.

Le transport par route de pièces de ce poids est devenu classique : malgré l'importance des groupes, le transport du matériel à pied d'œuvre ne pose donc pas de problèmes particuliers.

FIG. 8

Maquette (Pavillon de la France à l'Exposition de Bruxelles).

IV. — ÉVACUATION DE L'ÉNERGIE

Transformateurs.

Plusieurs types d'appareils ont été envisagés en fonction de la tension et du nombre des groupes. A chaque type correspond un schéma électrique différent.

Par exemple un transformateur triphasé de 242 MVA peut être associé en schéma-bloc à chaque alternateur.

Lignes.

Deux tensions de transport ont été étudiées : 380 kV et 220 kV. Cette dernière a finalement été retenue.

Cette tension nécessite la construction de deux lignes, équipées de deux conducteurs 595 mm² Alu-Acier par terre.

Pour pouvoir transporter toute la puissance, même en cas d'arrêt d'une des lignes, il faut prévoir une ligne supplémentaire de réserve.

Poste de Pointe-Noire.

L'énergie serait livrée aux utilisateurs à la tension de 63 kV. Une partie importante de l'énergie réactive nécessaire aux industriels serait fournie sur place par une batterie de condensateurs branchée en 63 kV.

V. — CONCLUSION

La réalisation de l'aménagement hydro-électrique de Sounda s'étalera sur six ou sept années de travaux dont deux au minimum seront consacrées à la mise au sec des fouilles.

Il y a lieu de tenir compte des difficultés inhérentes à la situation géographique du site, difficultés qui tendent toutes à renchérir le coût des travaux : éloignement des usines fabriquant le ciment et le matériel d'équipement, absence de main-d'œuvre qualifiée locale, cherté de la main-d'œuvre expatriée, etc.

L'entreprise est d'importance, puisqu'il faudra :
— extraire 900 000 m³ de déblais rocheux,

- mettre en place 850 000 m³ de remblais et 750 000 m³ de béton,
- usiner, transporter et monter 30 000 tonnes environ de matériel et d'appareillage.

Ces quantités donnent la mesure de l'ouvrage.

Toutefois, si on les rapporte à la puissance disponible : 800 000 kW, comme à la production annuelle : 7 milliards de kWh, et en dépit des difficultés signalées, elles classent l'ensemble hydro-électrique de Sounda parmi les plus économiques et les plus rentables des aménagements réalisés ou projetés dans le monde à l'heure actuelle.

DISCUSSION

Président : M. LIGOUZAT

M. le Président remercie M. FRANCOU et prie les personnes qui s'intéressent à la question de bien vouloir s'annoncer.

M. VARLET demande tout d'abord quel est le mode de calcul qui a été adopté pour le béton du barrage-voûte et qui a conduit à dire que l'on ne dépasserait pas un effort de compression de 60 kg/cm².

M. FREY (du Bureau d'Etudes Coyne et Bellier) explique que le calcul du barrage au stade d'avant-projet a été mené par les méthodes simples (formule du tube et voûtes actives) et sera complété lors de l'étude définitive. Cependant, l'ordre de grandeur des contraintes annoncé par M. FRANCOU, est dès maintenant, suffisamment approché.

M. VARLET a remarqué, d'autre part, sur le plan projeté, un col barré, c'est-à-dire qu'il y avait à cet endroit un barrage définitif que l'on n'utilisait pas comme évacuateur de crues, alors qu'il y avait des évacuateurs de surface au barrage lui-même; cette solution n'est pas toujours favorable et risque de conduire à un échec comme à Castelnau-Lassouts.

M. FRANCOU confirme que c'est au-devant de risques analogues que l'on serait allé en adoptant une telle solution. Il précise que le déversement par l'ouvrage du col rive gauche a été envisagé, mais qu'il a fallu rapidement y renoncer : le thalweg auquel on s'adresserait a un bassin versant pratiquement nul; son débit naturel est insignifiant, et la qualité du terrain ne permet pas d'y envisager le déversement des crues du Kouilou, même compte tenu de l'amortissement que procurera la tranche supérieure de la retenue.

M. VARLET demande encore une précision; quelle est la puissance de l'alternateur?

M. FRANCOU donne le chiffre de 242 MVA.

M. FRANCOU ayant indiqué que les pivots de l'usine de Sounda supporteront une charge de 1 400 t, supérieure à celle admise dans les usines du Rhône, M. DELATTRE fait observer que les groupes de l'usine André Blondel ont précisément été définis de manière que la charge des pivots, y compris la poussée hydraulique maximum, soit

de 1 400 t (contre 1 600 t à cette époque au Grand Coulee). Trois types différents de pivots sont utilisés à André Blondel, dont deux donnent satisfaction.

M. le Président remercie M. DELATTRE de la confirmation qu'il apporte sur les dispositions posées pour le Kouilou.

M. CHAMAYOU répond à la remarque de M. DELATTRE en précisant qu'en fait, les pivots mentionnés par M. FRANCOU seront chargés à 1 600 t, ce qui correspond bien à la surcharge de 10 % vis-à-vis du Rhône, annoncée dans la communication.

D'autre part, les pivots maxima connus sont ceux de Bratskaia, sur un affluent du Léniassi, qui sont annoncés par les Russes comme pouvant supporter une charge de 3 000 t.

Mais, comme le fait remarquer M. DELATTRE, ces pivots ne sont pas construits.

M. de MAUBLANC intervient ensuite pour exprimer ses sentiments de reconnaissance à l'équipe d'E.D.F. qui a mené ces études avec tant de compétence et tant de succès. L'équipe de départ a dû certainement avoir à faire beaucoup de reconnaissances sous la chaleur dans la forêt tropicale, difficile d'accès, et de ce fait, a eu beaucoup de mérite.

Quant au projet, la difficulté de la réalisation réside dans le fait qu'il s'agit d'une chute presque trop belle, en ce sens qu'elle se trouve seule dans un pays qui n'a pas encore l'électricité et à qui elle donne d'un seul coup 7 milliards de kWh à dépenser. En tout cas, l'isolement de cette très grosse chute obligera à l'étudier de très près et à ne prendre aucun risque dans les dispositions techniques qu'il faudra finalement adopter, tant pour le génie civil que pour les groupes. Il n'est pas pensable, en effet, qu'après avoir mis en service un groupe capable de 1 milliard 1/2 de kWh par an, avoir démarré l'industrie qui consommera cette énergie, on puisse l'arrêter même un jour.

M. le Président remercie M. de MAUBLANC de ses paroles flatteuses pour l'équipe d'E.D.F.

M. AUBERT fait ensuite une remarque qui touche l'ensemble du projet, à propos de l'utilisation maximum d'un cours d'eau :

« Par son ampleur même, le projet, dont les grandes lignes viennent de nous être exposées d'une manière si claire, est de nature, en cas de réalisation, à réagir profondément sur l'économie de toute la région avoisinante. Ces réactions doivent être supputées non seulement pour l'immédiat, mais aussi en envisageant des périodes plus lointaines, au cours desquelles cette portion de l'Afrique, actuellement peu peuplée, deviendra peut être le siège d'une activité beaucoup plus intense. Dans ces conditions, la question de l'utilisation, pour la navigation, d'un lac de 270 km de long présenterait un gros intérêt, le coût des transports étant, comme on le sait, un des principaux obstacles à la mise en valeur rapide des pays insuffisamment développés.

« Au surplus, l'idée progresse et tend à s'imposer partout dans le monde, que l'aménagement d'un cours d'eau à un point de vue exclusif (qu'il s'agisse de la production d'énergie, de la navigation ou de tout autre objet) correspond à un véritable gaspillage dont les conséquences peuvent être très fâcheuses. Il est vrai que si l'on met à part les deux brillantes exceptions que constituent la Compagnie Nationale du Rhône et la société allemande Rhin-Main-Danube, cette idée paraît assez difficile à acclimater en Europe. Il ne faut pas en conclure qu'elle n'est pas adaptée à l'Afrique.

« Dans l'hypothèse où le lac de Sounda deviendrait le siège d'une navigation importante, la question du raccordement à la mer devrait évidemment se poser. Or, il se trouve que ce même problème a été examiné pour le Konkouré et que le B.C.E.O.M. a étudié non seulement la navigation sur le bas-Konkouré, mais aussi le franchissement par les bateaux de la chute de Souapiti. Cette étude a montré qu'un exutoire de crues débouchant dans une galerie de dérivation provisoire pouvait, lorsqu'il s'agit d'un rocher de bonne qualité, moyennant un supplément de dépenses modeste, être transformé en un ouvrage à deux fins. Celui-ci serait utilisé peut-être seulement deux ou trois fois par siècle comme exutoire de crues, mais il servirait journalièrement comme écluses. Si paradoxal que la chose puisse paraître au premier abord, une écluse de 100 mètres environ de hauteur est parfaitement exploitable et rentable lorsque l'on dispose d'un débit considérable et que, par conséquent, le

prix du mètre cube d'eau consommé dans les éclusages est très faible.

« La remarque qui précède me conduit à demander s'il serait possible d'examiner dans quelle mesure on pourrait envisager de concilier les exigences de la production de l'énergie à Sounda avec l'intérêt qu'il y aurait à offrir des facilités à une navigation éventuelle.

Bien entendu, l'examen en question ne pourrait être envisagé que si l'on dispose encore du temps nécessaire. Au surplus, si l'opération dont je viens de parler était reconnue possible et intéressante, il faudrait que les frais correspondants puissent être pris en charge par la Puissance publique. »

M. le Président remercie M. AUBERT de ses suggestions et confirme que si le problème a été examiné par le Bureau Central des Etudes de la France d'Outre-Mer pour le Konkouré, la question est tout à fait vierge en ce qui concerne le Kouilou.

M. LAGLOIS rappelle qu'aux V^{es} Journées de l'Hydraulique de juin dernier, l'un des rapports présentés sur l'incidence de l'évolution de la technologie des turbines sur le génie civil des centrales a montré, sous forme de courbes établies pour chaque type de turbine, la variation du volume spécifique du génie civil d'une trawée de groupe, à savoir le rapport V/Q en fonction du débit unitaire du groupe Q .

Il serait intéressant de voir comment se placeraient, sur ces graphiques, le point figuratif des groupes du Kouilou, étant donné qu'il s'agit de groupes constituant une large extrapolation par rapport aux réalisations en turbines Francis existantes, tant en France, qu'à l'étranger (240 m³/s au lieu de 120 à 150) et d'en dégager, le cas échéant, l'incidence de la disposition en quinconce des groupes prévue sur le projet.

La même question s'appliquerait d'ailleurs aux groupes de Souapiti dont a parlé précédemment M. SIMON, compte tenu cependant du fait qu'il s'agit là d'une usine souterraine.

M. FRANCOU examinera la question.

M. le Président remercie toutes les personnes qui ont pris la parole et dont les interventions vont donner lieu à de nouvelles réflexions quant aux projets qui ont été exposés.