

11246

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME

SUR LA BIA

A5) LIGNE HAUTE-TENSION

Mai 1953

LIGNE HAUTE-TENSION

Le tracé envisagé suit dans toute la mesure du possible les routes ABIDJAN - GRAND-BASSAM, GRAND-BASSAM - ABOISSO, ABOISSO - AYAME. La proximité de la route facilite la construction de la ligne et surtout son entretien. Par ailleurs, le tracé des routes est assez direct; par rapport à la ligne droite, il n'entraîne pas une augmentation de longueur prohibitive. Enfin, l'importance des abattages déjà effectués au voisinage de la route réduit le volume des travaux qui resteront à entreprendre au moment de la construction de la ligne. Au voisinage de la centrale, la ligne haute-tension suivra évidemment la future route d'accès (voir carte annexée). Suivant ce tracé, la longueur de la ligne est de 125 km. environ.

I - CONDITIONS de REALISATION

Les conditions générales de réalisation de cette ligne, telles qu'elles résultent des reconnaissances, seraient les suivantes :

- Section AYAME - ABOISSO : 16 km.

Terrain assez accidenté

Végétation assez dense : forêt dégradée

Fondations bonnes : argile latéritique stable
avec nombreux blocs de granite.

Fondation : sable

Si l'on considère que, lorsqu'un aménagement hydraulique assure l'alimentation d'un réseau se développant progressivement, l'incidence économique des pertes d'énergie est secondaire, la capacité de transport d'une ligne longue est pratiquement limitée par les chutes de tension qu'elle provoque. Cette dernière en absence de moyen de réglage autre que les régulateurs de tension des alternateurs, doit être limitée à environ 15 %.

Si cette chute de tension varie peu avec la section des conducteurs, elle croît malheureusement très rapidement en fonction de l'énergie réactive transportée, ce qui ne permet pas de définir avec précision la capacité de transport correspondant aux différents échelons de tension.

Nous les donnons cependant à titre indicatif pour les tensions 60 et 90 kV dans le tableau suivant. Il a été établi suivant les hypothèses suivantes :

- longueur de la ligne 125 km.
- Section des conducteurs 228 mm² alu
- Tension au départ $U_n + 10 \%$
- Chute de tension 15 %
- Cos ϕ à l'arrivée 0,86 ($\phi = 0,67$)

Tension nominale	Puissance active : à l'arrivée	Pertes : actives	Cos ϕ : au départ
60.000 V	11.500 kW	9 %	0,85
90.000 V	24.000 kW	8,4 %	0,8

section alu 184,7
R = 0,14
Lw = 0,14

On peut tirer de ce tableau les conclusions suivantes :

- Une ligne dont la tension de service serait de 60.000 V admettrait approximativement comme capacité limite de transport 11.500 kW à l'arrivée, soit sensiblement 12.000 kW au départ, puissance correspondante au premier stade.
- Une ligne 90.000 V, nettement plus coûteuse surtout en ce qui concerne les postes d'arrivée et de départ, serait certainement mal utilisée pour ce premier stade.

La solution proposée consisterait à réaliser en première étape une ligne à 60.000 V.

Dès que la puissance nécessaire à l'alimentation en énergie d'ABIDJAN dépasserait 12.000 kW, une seconde ligne 60.000 V serait réalisée en même temps que l'installation du second groupe.

Le doublement des lignes accroîtrait nettement la sécurité, ce qui serait d'autant plus nécessaire que si la centrale thermique peut constituer un secours suffisant dans le cas de la fourniture de 12.000 kW, ce secours serait beaucoup trop faible pour des puissances supérieures.

La solution proposée réserve l'avenir raisonnablement sans conduire, en première étape, à des investissements trop lourds. Elle permet d'envisager l'augmentation de la sécurité du transport à une époque où l'importance de la consommation la justifiera.

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA
=====

A3) ETUDES GEOLOGIQUES

I - RAPPORTS GEOLOGIQUES

4°) RAPPORT GEOLOGIQUE COMPLEMENTAIRE
par Monsieur E. ROCH

Mai 1953

4° - RAPPORT GEOLOGIQUE COMPLEMENTAIRE
SUR LE SITE D'AYAME SUR LA BIA (COTE D'IVOIRE)

par Monsieur Edouard ROCH
chargé de conférences à la Sorbonne
Tournée d'Avril 1953

Ma deuxième mission dans le bassin de la BIA a commencé sur le terrain, le samedi 11 Avril 1953, en compagnie de MM. J. RODIER, Ingénieur en Chef et P. MESME, topographe. Elle a été interrompue du mardi 14 au jeudi 16 Avril inclus pour une visite à ABIDJAN où nous avons laissé M. RODIER, puis la mission a repris jusqu'au 29 Avril avec la collaboration de M. P. MESME qui m'a alors ramené à ABIDJAN.

Les quatre points sur lesquels ont porté mes investigations sont :

I - Le nouvel emplacement prévu pour l'ouvrage, ou point "B" :

- a) l'assise du barrage
- b) les appuis rive droite et rive gauche

II - La recherche d'une carrière susceptible de fournir le matériau d'enrochement

III - Le comportement de la terre argileuse latéritique dont on usera pour la construction de la digue

IV - Existe-t-il d'autres emplacements de barrage entre les points "A" et "B" ? (voir plan joint).

En terminant, nous examinerons un programme de sondages.

I - Le nouvel emplacement de l'ouvrage, ou point "B"

Le plan de la retenue IVO 3840 appelle "A" un emplacement qui avait été jugé possible en 1952 mais que l'on a abandonné depuis.

Nous appellerons "B" l'emplacement que nous venons d'étudier en détail. "C" désignera celui qui a fait l'objet de mon rapport du 4 Mai 1952 et qui est matérialisé par la borne E.d.F.C. Enfin, je parlerai à l'occasion de la carrière, de la Cascade ou point "D" à 40 minutes de marche en aval du point "C".

Le point "B"

a) L'assise du barrage

Nous appelons point "B" un seuil rocheux en aval duquel la BIA s'étrangle en rapides et en petites cascades. En amont de celles-ci, se trouve une partie évasée que l'on appelle l'Entonnoir et, plus en amont encore, une zone plate.

Suivant le cours de la rivière, la roche affleure d'une façon continue sur 100 m à compter des cascades et en amont de celles-ci; la largeur maxima atteinte par la roche en place semble voisine de 100 m aussi. Mais les mesures précises apparaîtront sur le plan au 1/1.000 que M. MESME est en train de lever et pour l'établissement duquel il fait largement débroussailler le seuil et ses abords.

Du point de vue purement pétrographique, certaines des roches observées ont la structure grenue, de sorte qu'on les détermine, à l'échelle de l'échantillon tout au moins, granodiorites et diorites; d'autres, de grain fin, ressemblent à des ophites; d'autres encore semblent être des rhyolites. Plus rarement, certaines montrent une orientation des éléments qui conduit à les appeler amphibolites.

Aux environs du point "B", il en est parmi ces roches qui sont alignées suivant la direction N 20° E, oblique par conséquent au cours de la rivière.

Je pense que ce comportement résulte de ce que certaines d'entre elles sont des coulées d'anciennes laves, d'autres sont d'anciens sédiments transformés en schistes cristallins montrant encore la direction des strates originelles et le pendage. Les schistes cristallins semblent ainsi conservés au sein des roches grenues à la manière de grandes enclaves.

Quoiqu'il en soit des proportions de ces différentes roches entre elles, le fait qu'il y ait eu, à l'origine, des coulées de lave et sans doute aussi des bancs de roches sédimentaires, explique le débit naturel des roches de la BIA en blocs irréguliers, anguleux et non en boules.

Dans l'ensemble, toutes ces roches résistent mieux à la décomposition et à l'érosion que les vrais granites. Telle semble être une des raisons pour lesquelles le point "B" marque un seuil dans la vallée.

Je suppose aussi que la crête adoucie marquée rive droite sur les différents plans E.D.F. (notamment IVO 3799) qui participera à l'appui de l'ouvrage, corres-

pond effectivement à une barre de roches amphiboliques demeurées en relief au dessus des autres. M. MESME et moi croyons en effet que la crête s'allonge suivant la même orientation N 20° E que le banc d'amphibolite affleurant dans une île. Nous attendons que le plan au 1/1.000 confirme notre observation.

Ce plan représentera exactement les affleurements de la roche en place.

Nous avons déterminé celle-ci grâce à l'un des critères ci-après et M. MESME les a très bien compris :

- 1) la roche en place, seule, fournit de grands affleurements continus visibles;
- 2) seule, elle peut présenter une direction constante sur plusieurs dizaines de mètres;
- 3) dans les cas litigieux, le fait que la roche soit sculptée par des marmites d'érosion ou que sa surface soit ornée de profondes canelures permet de la supposer en place, ou tout au moins qu'il s'agit de très gros blocs immobiles depuis très longtemps.

La roche en place est saine, homogène, mais néanmoins fissurée (ou diaclasée) parfois sur une longueur de plusieurs dizaines de mètres; c'est ce que montre la berge gauche du point "B" où suivant celle-ci, on constate

une direction parallèle à la rivière sur près de 100 m surtout à partir des cascades et en aval.

D'autre part, nous nous souvenons que les cahiers de sondages de la campagne de 1952 ont révélé que la roche est fissurée sur 5 à 6 m de profondeur.

Sous ces réserves, la roche du point "B" fournira une excellente assise pour l'ouvrage projeté.

b) Les appuis

Dans tout le pays d'AYAME, la roche en place n'est visible que dans le lit de la BIA. Ailleurs, elle demeure dissimulée sous un manteau argileux d'où sortent au hasard des blocs de diverses tailles. Je me suis assuré des affleurements rocheux en levant les berges de la rivière entre les points "A" et "B" (nous y reviendrons).

La seule exception à la règle ci-dessus concerne le ruisseau de la rive gauche que nous pouvons appeler le ruisseau T.L.20 (plan de la retenue IVO 3840). D'abord à 300 m du confluent, près de 76,2, une barre large de 200 m est formée de "bancs" d'une roche type des diorites finement grenues, orientées NE-SW, à pendage SE. Puis, après la grande courbe que dessine le ruisseau en amont du point ci-dessus, on atteint une série de petits abrupts d'où l'eau tombe en cascades sur une dénivelée

de 7 m. L'affleurement se prolonge sur 80 m environ avec une largeur visible de 15 m. Ici encore, la roche a toute l'apparence d'une diorite.

1°) La rive droite

La crête esquissée sur le plan IVO 3799 est actuellement réétudiée par M. MESME. Si, comme nous l'avons énoncé déjà, elle correspond à une barre de roches dures, on peut s'attendre à ce que, suivant l'axe du mouvement de terrain, la couverture argileuse soit moins épaisse qu'ailleurs. En tous cas, on ne voit pas pour quelle raison elle dépasserait les 15 ou 18 m de puissance moyenne constatée par les sondages de la campagne 1952.

Je ferai cependant une réserve en ce qui concerne le pied de la crête.

En effet, le resserrement de la BIA au point "B" dans l'entonnoir d'abord, puis dans l'étroit goulot où s'engouffre la majeure partie des eaux, enfin les petites cascades démontrent que la rivière occupe ici un secteur jeune et que son cours est surimposé comme disent les géographes. On peut donc envisager qu'autrefois la rivière passait en tout ou partie ailleurs. Je ne crois pas à l'existence d'un ancien lit rive gauche, car la roche en place se voit jusqu'au pied de la pente argileuse. Mais je pense volontiers à un ancien chenal rive droite ayant eu son origine à l'endroit où aujourd'hui

un ruisseau conflue avec la BIA (petit pont 30 m en aval de T.33). Si mon hypothèse est exacte, l'ancien cours suivrait au pied de la crête cette zone aujourd'hui encombrée de blocs anguleux qui s'étend de part et d'autre de la voie de 0,60 m. C'est en vue de vérifier cette hypothèse que nous demandons les sondages 1 et 2 dont j'ai fixé moi-même les emplacements avec de grands piquets.

Pour en terminer avec la rive droite, j'ajoute que l'exploration de la galerie du point "C" m'amène à douter de la présence de la roche en place au fond de celle-ci. M. WATRELOT, du Bureau Minier, m'y a accompagné avec des manoeuvres. Nous estimons que la galerie a été arrêtée contre une banquette rocheuse de 3 m x 0,60 m qui semble être un bloc. Au-dessus, dans l'argile, se tiennent de petits blocs indiscutables.

On ne doit pas s'étonner de la présence de blocs énormes noyés dans l'argile latéritique : le plus volumineux que je connaisse est celui de la tranchée de la route d'AYAME à ANUAGNAN, quelques centaines de mètres avant d'arriver à ce village. C'est un granite mesurant 4 m x 3 au moins. On se souviendra de ces dimensions au moment d'esquisser le programme de sondages.

2°) L'appui rive gauche

Avec MM. RODIER et DALMAIS, nous avons proposé deux variantes de la digue en ce qui concerne l'appui rive gauche.

a) Ayant franchi la rivière à son point le plus étroit, un premier tracé que nous appellerons SUD escaladera franchement la crête argileuse de la rive gauche en passant par : 63.71 - 69.17 - 74.4 - 77.88. Il dépassera la cote 78, puis obliquera vers le NE, passera ainsi vers 78.6 - 79.4 et filera vers l'Est.

b) Un second tracé, dit NORD, partant de la rive droite aura un cheminement plus long sur le lit rocheux de la rivière. Il sera moins coudé que le précédent tracé et abordera le relief argileux dans la zone où les courbes 70, 74, 78 et 80 sont les plus serrées. Alors l'assise du barrage suivra à peu près la direction des bancs de la roche, ce qui me paraît préférable que de les couper.

Pour l'heure présente, il est difficile de prendre parti en faveur de l'un ou de l'autre tracé. Il convient d'ailleurs d'attendre le lever précis de M. MESME qui portera d'une façon claire l'extension réelle des affleurements rocheux. Toutefois, le géologue considérerait avec faveur le tracé NORD qui, à ses yeux, offre l'avantage de demeurer plus longtemps que l'autre sur la roche du lit. En conséquence, se trouve notablement

réduite l'extension de la zone occupée par les formations argileuses de couverture. D'autre part, en ce qui concerne le tracé SUD, il ne faudrait pas être victime de l'illusion fournie par les courbes de niveau - par la pente - que l'on escaladera et qui semble permettre une économie du matériau d'enrochement ou de celui de la digue. N'oublions pas la couverture argileuse qu'il faudra décaper, les travaux qu'il faudra entreprendre pour atteindre la roche en place.

Pour la rive gauche comme pour la rive droite, il est impossible d'apprécier à quelques mètres près la profondeur à laquelle se tient la roche en place.

Remarque

Je demande que les sondages de reconnaissance des appuis descendent à 6 m au-dessous de ce que l'on considèrera au premier abord comme étant la roche en place. Il serait en effet regrettable de confondre de très gros blocs avec cette dernière.

Résumant ce qui concerne le point "B", je dirai que ce dernier présente sur le point "C" les avantages suivants :

- a) les affleurements de la roche en place se suivent d'une façon ininterrompue d'une rive à l'autre;
- b) en choisissant "B", on évite le poto-poto, obstacle au projet "C".

Concernant le point "B", on peut hésiter entre les deux tracés. Celui que nous appelons NORD paraît préférable à SUD parce qu'il demeurera plus longtemps sur la roche en place.

II - La recherche d'une carrière

D'après M. RODIER, un bon emplacement de carrière devrait permettre l'ouverture d'un front d'environ 100 m sur 30 m de hauteur. Nous n'avons jamais observé d'affleurements qui se rapprochent des conditions ci-dessus.

a) La Cascade

Evoquons d'abord le lieu dit la Cascade, ou point "D", à 4 kilomètres environ en aval du point "C", dans le lit de la BIA. Il y a bien, sur la rive droite, au niveau de la rivière toutefois, une zone susceptible de fournir un front de taille de 80 m mais sur 6 m seulement de hauteur. La roche m'est apparue comme une diorite à assez gros grain, ne contenant pas de quartz dans les échantillons que j'ai examinés. En surface, la roche est diaclasée, les fissures sont disposées dans n'importe quel sens et découpent ainsi le matériau en blocs irréguliers. Pour le début tout au moins, cette disposition faciliterait l'extraction de la pierre. A un autre point de vue, on se trouve ici littéralement sur le chemin de fer de la S.A.B. c'est-à-dire qu'il serait aisé d'aménager une voie d'évacuation du matériau.

L'objection à l'ouverture d'une carrière au point "D" réside dans la médiocre hauteur du front, hauteur qui sera diminuée encore lorsque, aux époques de crues, le pied de la carrière sera inondé. Enfin, il n'est pas dit que l'on trouve toujours les 6 m parce qu'un marigot débouche près de la Cascade.

b) Un peu sur les indications de M. ROUGERIE, je me suis rendu dans le massif du BOKA N'KPRI à 8,500 km d'AYAME par la piste et à 8 km du point "B" en ligne droite. Déjà ces distances paraissent prohibitives. Néanmoins, comme il existe une piste, si les conditions/^{de gisement} avaient été parfaites, on aurait pu examiner la question. Il existe, certes, des pentes assez raides qui laissent soupçonner la dolérite ou l'ophite, à faible profondeur sous l'argile, mais je n'ai pas vu de paroi rocheuse nue. A priori cet emplacement de carrière ne pourrait être envisagé qu'après rejet de tous les autres.

c) Pour des raisons identiques, j'écarte la région de DIEMFESSO. Cependant, au voisinage du col, soit à environ 2 km de DIEMFESSO, les pentes de la colline se raidissent et laissent apercevoir de nombreux blocs de granodiorite à quartz arrondi, disséminés dans une argile rouge (plantation de JEAN). La dénivelée atteint 40 m. Au delà du col, donc à moins de 1 km de DIEMFESSO, les faits se présentent un peu plus favorablement. Ici passe une barre d'ophite, ou de dolérite, lardée de filons de quartz formant un relief encore légèrement plus accusé.

que le précédent. Je crois qu'il s'agit de la même bande de "roches vertes" que celle qui traverse la BIA au point "B". De ce dernier, on est éloigné à vol d'oiseau de 5 à 6 km, distance qui paraît acceptable si l'on consent à construire une voie d'accès depuis la carrière jusqu'au point "B" : ce sera fort onéreux.

d) A 1,400 km d'AYAME, sur la piste d'ANUAGNAN, on aborde une sorte de plateau (cotes 110-103 du plan IVO 3840) qui domine la BIA d'environ 40 m. La pente est raide et parsemée de nombreux blocs de granite. Dans la forêt, comme toujours, on ne voit pas grand'chose, mais la constitution de la colline se discerne mieux à 500 m du point précédent, le long de la piste. La tranchée de cette dernière montre beaucoup de blocs de granite dispersés au sein d'une argile gravilloneuse.

e) Le granite se prolonge en aval d'AYAME dans les collines qui bordent la rive gauche. Certaines montrent des pentes assez raides. Vers 105.9, c'est-à-dire de toutes façons au-dessus du point "A" (voir IVO 3840) il y a des blocs de granite : l'un d'eux mesure environ 4 m x 3 et semble sculpté par les eaux. On pourrait examiner ici la question de la carrière au même titre qu'à d).

f) J'ai exploré, en amont du bac d'AYAME, en suivant la route de la S.A.B. et retenu comme possible une sorte d'amphithéâtre naturel à 2 km à gauche de la piste, en direction du bac (voir IVO 3840). L'ouverture de

l'amphithéâtre est d'environ 200 m avec 20 m de dénivellée. Les conditions topographiques sont donc réalisées, mais ici moins qu'ailleurs encore, la roche n'apparaît. Je n'ai en effet constaté le long des pentes que des débris de filons de quartz et des blocs de cuirasse latéritique mêlés à l'argile. Il n'existe peut-être pas de roches dures en profondeur, mais des schistes si l'on en croit M. ROUGERIE (1). D'ailleurs il est probable que s'il y avait eu la moindre tête de roche dure en affleurement dans ce secteur, il y aurait longtemps que les agents de la S.A.B. auraient ouvert une carrière pour l'empierrement de leur route.

g) Voici maintenant quelque chose de plus satisfaisant (voir l'esquisse ci-contre et IVO 3840). En suivant la route d'AYAME à ABOISSO, à 2 km du bac, en se rapprochant par conséquent du point "B" dont on est distant de 2,400 km à vol d'oiseau, on a gravi une assez forte pente jusqu'à la cote 125. A l'Est, il y a l'entaille assez abrupte d'un ravin. L'exploration m'a montré, sortant de l'argile, de nombreux blocs de diorite quartzique fine (roche verte), mais il y a aussi du vrai granite (roche grise). Les blocs sont anguleux, abondants sur les pentes et dans le lit du ravin affluent du ruisseau de

(1) Croquis géologique au 1/400.000 dans Etudes morphologiques du bassin français de la BIA. "Etudes éburnéennes" 1951. I.F.A.N.

N'GANKRO (village proche d'AYAME). C'est donc, à partir de la route, en descendant dans le ravin, puis en remontant de l'autre côté que les conditions topographiques jointes à l'abondance de blocs sont les meilleures. En revanche, une fois atteint le sommet de la crête et au delà la retombée sur la BIA, la pente de la colline est moins forte et, en conséquence, les blocs de roches sont en petit nombre.

Si l'on choisit cet emplacement comme carrière, l'évacuation du matériau se fera facilement par une route que l'on substituera aux rails de la S.A.B.

h) Si l'on renonçait à l'ouverture d'une carrière à l'un des endroits énumérés précédemment, je conseillerai tout simplement le point "C" c'est-à-dire l'emplacement prévu pour le barrage en 1952, qui est distant du point "B" de 400 m environ et à l'aval de ce dernier. Il y a là, notamment sur la rive droite, une zone de topographie moyennement accusée qui monte à 30 m au-dessus de la BIA et qui a fait l'objet d'une campagne de sondages. Ceux-ci ont révélé la roche en place à 18 m en moyenne sous l'argile. On éprouvera donc le moins de surprises possibles en ce qui concerne l'allure de la roche en place. On tirera d'abord de la carrière l'argile nécessaire à la construction de la digue, puis le cube d'enrochement désiré. J'insiste sur la situation offerte par la rive droite où court déjà une voie ferrée.

En définitive, j'ai la conviction que le problème de la carrière est lié à la topographie. Plus la pente est raide, plus il y a de chances de trouver la roche à faible profondeur. Entre deux emplacements de topographie identique, la distance de la carrière à l'ouvrage devra être prise en considération, le transport de la pierre intervenant alors pour une part importante : c'est une question de prix de revient.

Si l'on excepte le point "C" déjà exploré et lorsqu'on se sera déterminé en faveur d'un emplacement, il faudra prévoir une campagne de sondages.

III - Le comportement de la terre argileuse relativement aux appuis et à la construction de la digue.

L'édification de cette dernière exigera un cube considérable d'argile, mais ce qui précède montre qu'on le trouvera aisément à la carrière même, avant que son front n'atteigne la roche en place.

Je me suis principalement préoccupé de la tenue de l'argile, craignant qu'au contact avec l'eau de la rivière, elle ne foire. On sait qu'elle est d'origine latéritique, élaborée sur place aux dépens des roches du substratum. C'est ainsi qu'elle est quartzeuse lorsqu'elle couvre le granite : elle est alors marbrée de rouge et de jaune. Au contraire, sa coloration est d'un rouge-

orangé uniforme au-dessus de roches telles que les diorites-ophites ou les amphibolites, comme c'est le cas au point "B".

Pour bien observer l'argile, j'ai visité les puits ou galeries qui l'entament :

A la tranchée de la voie de la S.A.B., en aval du point "C" et aux puits de prospection de l'or d'AHINTA creusés avant 1914 (voir mon rapport du 4 Mai 1952), j'ajoute maintenant la galerie du point "C". On l'a creusée l'année dernière, horizontalement, et elle mesure environ 15 m de longueur. Elle n'a pratiquement pas été boisée et pourtant la terre tient d'une façon très satisfaisante : les éboulements sont insignifiants.

Les travaux de reconnaissance de l'A.F.E.M.A., près de la frontière de Gold Coast montrent qu'à ANIURI, un puits a traversé l'argile latéritique rouge marbrée de jaune sur 25 m. La terre a très bien tenu, sans boisage important, jusqu'au niveau hydrostatique.

Près du puits, une galerie traverse de part en part un mouvement de terrain sous une épaisseur moyenne de 15 m d'argile panachée qui n'a pratiquement pas bougé depuis 5 ans.

Les techniciens du BUMIFOM et notamment M. WATRELOT qui connaît tous les puits et ouvrages de la

région, estiment que dans aucune argile en France on n'aurait constaté un si bon comportement.

Les observations que j'ai faites aux alentours de BAMAKO confirment cette opinion : la tranchée du chemin de fer de KATT taillée voici de nombreuses années, entame les formations latéritiques sur 10 m environ; ses parois sont presque verticales et elles tiennent bien dans l'ensemble hormis toutefois des pans qui sont près de s'écrouler superficiellement.

Les considérations ci-dessus sont nettement encourageantes en ce qui concerne l'argile considérée comme matériau de la digue. Je crois que lorsqu'elle aura été compactée, elle résistera bien à l'eau de la BIA.

Néanmoins, il conviendra de faire analyser l'argile et c'est pourquoi j'ai prélevé huit caisses, numérotées de 1 à 8, de cette terre prise de 2 m en 2 m dans la galerie du point "C". La terre de la caisse 1 à l'entrée, celle de la caisse 8 au fond.

Une seule réserve : il faudra attirer l'attention des sondeurs sur la présence, très éventuelle, de niveaux d'argile kaolinique avec la roche en place. D'après M. MOLLY, géologue principal du BUMIFOM en Côte d'Ivoire, la présence de cette terre pourrait provoquer des glissements de la masse.

Je ne redoute d'ailleurs pas cette éventualité car l'argile kaolitique ne se forme qu'à partir du vrai granite et non des roches du type de la diorite. Du granite, on passe insensiblement à l'argile bariolée par l'intermédiaire d'une arène de couleur claire, tandis que la diorite est recouverte sans transition par l'argile latéritique rouge-saumon.

Pour en terminer avec la couverture terreuse dissimulant la roche en place, je mentionnerai rapidement l'existence, sur l'appui rive gauche du point "B" notamment, vers les cotes 77-80, d'un replat constitué par un peu de gravillon latéritique et par un sable à cailloux roulés de quartz. Ce replat se suit sur une certaine distance en amont.

Je doute que l'on puisse découvrir une véritable sablière dans le pays d'AYAME, sauf peut-être près d'ANUANUAN. S'il est besoin, il faudra étudier la question.

IV - Existe-t-il d'autres emplacements possibles pour un barrage entre les points "A" et "B" (voir le plan IVO 3840 ci-joint)

C'est la question que je me suis posée après avoir descendu l'une et l'autre rive. Remarquons que je ne disposais comme "fond topographique" que du plan de la retenue qui n'est pas un document toujours très adéquat

pour le but que je poursuivais. D'autre part, l'absence de pirogue susceptible de descendre les rapides, les hautes eaux et la végétation abondante m'ont empêché d'atteindre certaines îles ainsi que la "série d'îlots"

a) Rive gauche

En aval du point "A" on suit, au niveau de l'eau, une étroite bande de roches en place qui en "I" m'ont paru être des amphibolites ou des quartzites amphibolites, bref des roches en bancs qui sont à peu près verticaux et orientés NNW-SSE. L'affleurement se suit sur 400 m et ne pénètre pas à l'intérieur des terres. En face, il y a deux îles au moins où affleure la roche. Une troisième île avec rochers apparents, que je n'ai pas touchée, se trouve en aval des précédentes. Après un voile de terre sur 250 m, on trouve à nouveau la roche en "2"; c'est alors une diorite de grain moyen qui détermine dans le lit de la rivière une série de rapides : la roche est en place je crois. Elle traverse d'une façon continue la BIA et atteint la rive droite à T.65. Le seuil ainsi créé aurait une largeur approximative de 100 m. En "3", j'ai marqué, après un faible hiatus, un nouvel affleurement rocheux de 500 m à peu près qui fait face au grand coude 71.7 de la rive droite. Après quoi, en aval, il n'y a plus que de l'argile jusqu'au point "B".

b) Rive droite

Affleurement de diorite en place, en aval du point "A" sur 450 m faisant face à l'affleurement "I" de la rive gauche. Je crois à l'existence d'un seuil rocheux continu à cet endroit d'autant que les îles de la rivière montrent, avons-nous vu, elles aussi de la roche en place.

Puis, roche en place probable dans une île en face de 72.7 (il s'agit de la troisième île mentionnée plus haut). Seuil rocheux à T.65 passant sans interruption à l'affleurement "2" de la rive gauche. Au grand coude de la rivière (71.7), se montre une roche dioritique fine dont les "bancs" verticaux sont orientés NW-SE.

Enfin, un dernier seuil unit à peu près la rive droite à la pointe amont de la "Série d'Îlots". L'affleurement rocheux se poursuit rive droite jusqu'à T.50. Il consiste en bancs d'amphibolite (?) orientés NW-SE, direction identique à celle de "I" rive gauche. Après quoi, rien n'a été vu avant le point "B". Ainsi donc, nous pouvons envisager, entre "A" et "B" trois barres rocheuses respectivement désignées par 1, 2 et 3 sur la rive gauche. Le "2" m'a semblé particulièrement net. Il conviendrait de revoir "1" et "3" en profitant d'une période de basses eaux et en utilisant une pirogue.

J'ignore si les conditions topographiques offertes par les berges sont satisfaisantes.

Le programme de sondages

Au début de la mission de 1953 et avec MM. RODIER et DALMAIS, nous avons porté sommairement sur la plan de la zone du barrage (IVO 3799) l'emplacement de 14 sondages numérotés de 1 à 15, le n° 10 restant à déterminer.

Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 jalonnent provisoirement (en attendant le plan précis de M. MESME) l'emplacement de l'ouvrage au point "B", en tenant compte des deux variantes évoquées précédemment.

Je proposerai 10 un peu en amont, à l'extrémité de l'Ile de terre que je situerai facilement sur le plan de M. MESME, dans l'espoir que la roche en place est proche de la surface.

Je souhaiterai également que l'on explore avec 11, 12, 13, 14, 15 une zone en amont de la zone C.

En estimant à 20 m la profondeur moyenne de chacun des sondages, nous aurions ainsi 300 m et, comme on avait proposé 500 m pour la campagne de 1953, il semblerait que les prévisions fussent larges. Toutefois, comme j'insiste sur la nécessité d'atteindre avec certitude la roche en place qu'il ne faudra pas confondre avec de gros blocs, je demande que l'on descende de 6 m encore dans la roche lorsqu'on croira avoir atteint celle-ci. Prévoyons donc des sondages de 26 m en moyenne.

Lorsque nous aurons le plan de M. MESME, nous préciserons le nombre des sondages et leurs emplacements; peut-être en demanderons-nous en supplément.

Envisageons en plus six sondages à l'endroit que l'on aura choisi pour l'emplacement de la carrière, par exemple à l'endroit appelé "g" (page 15) qui semble réaliser les conditions les plus favorables. Ces sondages espacés de 15 m en 15 m devront descendre de 6 m aussi dans la roche en place; je leur suppose une profondeur identique aux sondages précédents.

Avec ce supplément, nous arrivons ainsi exactement au chiffre de 500 m. qui avait été envisagé. Néanmoins au cours de la campagne de sondage, les résultats auxquels on aura abouti exigeront peut-être un supplément. C'est pourquoi le chiffre de 700 m., à titre de prévision, nous semblerait plus convenable.

A PARIS, le 20 Mai 1953

Edouard ROCH
Chargé de conférences à
la Sorbonne.

ELECTRICITE DE FRANCE

Service des Etudes d'Outre-Mer

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA

A3) ETUDES GEOLOGIQUES

I - RAPPORTS GEOLOGIQUES

2°) RAPPORT PRELIMINAIRE par Monsieur Edouard ROCH.

Mai 1953

2° - RAPPORT GEOLOGIQUE PRELIMINAIRE
SUR LE SITE D'AYAME SUR LA BIA (COTE D'IVOIRE)

-:-:-:-:-:-:-:-

par Monsieur Edouard ROCH
chargé de conférences à la Sorbonne
Tournée de Février 1952.

Les 28 & 29 Février 1952, j'ai d'abord visité le site du futur barrage de 30m. (cote 62 à 92), puis une partie du trajet de la conduite forcée, enfin l'emplacement projeté de la centrale.

La vallée de la BIA en aval d'AYAME fournit au géologue peu d'éléments de décision.

Hormis le lit de la rivière où affleure la roche en place, on ne voit rien d'autre qu'un manteau de produits latéritiques, emballant des blocs de toutes tailles et des replats alluvionnaires. Telle est d'ailleurs la règle dans le pays.

La carte géologique publiée par la Direction des Mines (feuille d'Abidjan-Est au 1/500.000°) et le mémoire de M. Gabriel ROUGERIE (Etude morphologique du Bassin Français de la BIA et des régions littorales de la lagune ABY : Etudes éburnéennes 1951) montrent

que la région entière correspond à un grand massif antécambrien de granite, de granodiorite et de diorite et de diorite quartzite, c'est-à-dire à un grand massif de roches assez largement cristallisées, traversé par des pointements de gabbros et d'ophites et par des filons de dolérites, roches finement cristallisées, vert foncé. Il est possible que d'autres types de roches aient échappé jusqu'ici aux investigations, ce qui est excusable en raison de la couverture latéritique et du manteau végétal.

Les échantillons que j'ai rapportés ont été déterminés par M^{me} JEREMINE.

- à 1.500m. en amont du site, granodiorite, non en place;
- au site lui-même, ophite en place;
- à rive gauche, cote 70 (cuvette de poto-poto) : diorite quartzite, non en place;
- emplacement de la centrale (1) : gneiss plagioclasiq^{ue} et, un peu en amont, à la cascade spectaculaire : gabbros, tous deux en place;
- rive droite de la BIA, un peu en amont du bac : granite clair en place.

(1) Emplacement de la centrale telle qu'elle a été prévue en 1949, correspondant à la centrale aval dans le projet actuel.

1°) Emplacement du barrage.

A) Le lit de la rivière et la rive droite :

Dans le lit de la BIA, on trouve de l'ophite en place, puis des blocs.

L'érosion a sculpté la roche in situ en masses arrondies, creusées de "marmites" et coupées de fentes, ou diaclases, plus ou moins verticales; les unes comme les autres sont plus ou moins cimentées et comblées par un conglomérat actuel, à ciment ferrugineux. D'après MM. RODIER & COUTURE, les diaclases s'aligneraient suivant une direction qui serait 70° Est, à compter du Nord magnétique; elles seraient donc perpendiculaires au cours de la rivière.

Quant aux blocs arrondis de roches non en place qui encombrement le lit, je les crois surtout en relation avec le complexe latéritique. Pour une faible part seulement, j'admets qu'il s'agit de cailloux roulés et un peu transportés par la BIA. En effet, les formations latéritiques empâtent tous les reliefs. C'est ce que montre, mal d'ailleurs, un couloir défriché à l'aplomb de l'appui de rive droite, qui, sur 25m. environ, conduit à une banquette d'alluvions. On voit alors que l'argile latéritique enrobe des blocs, tandis que des fragments de croûte, descendus de plus haut, sont éparpillés çà et là. Or, il est certain qu'à la longue, les

eaux de ruissellement délayent l'argile et l'entraînent. Ainsi les blocs déchaussés glissent-ils jusqu'à la rivière. Ces derniers sont donc moins des alluvions grossières que des laissés-pour-compte.

B) La rive gauche :

Vers 20-25m., nous avons trouvé des cailloux roulés de quartz et du sable plaqués sur la latérite : il s'agit évidemment d'un replat symétrique de celui de la rive droite. Puis, à la cote 70, se tient une partie plate, véritable col, de 500m. de long environ (ancien lit de la BIA ?), qui est tapissé de poto-poto. Un sondage, en train au moment de notre visite, avait traversé :

- 0,10m. d'humus;
- 0,15 m. de sable argileux avec gravillons anguleux de quartz;
- 2 m. au moins d'argile fine, bleutée, renfermant quelques quartz roulés gros comme des dragées.

Je sais que, depuis fin Février, on a trouvé l'argile latéritique à une faible profondeur, mais qu'on n'a pas atteint la roche en place. A la périphérie du col, l'argile emballe des blocs de diorite quartzique largement cristallisée et de diorite fine.

eaux de ruissellement délayent l'argile et l'entraînent. Ainsi les blocs déchaussés glissent-ils jusqu'à la rivière. Ces derniers sont donc moins des alluvions grossières que des laissés-pour-compte.

B) La rive gauche :

Vers 20-25m., nous avons trouvé des cailloux roulés de quartz et du sable plaqués sur la latérite il s'agit évidemment d'un replat symétrique de celui de la rive droite. Puis, à la cote 70, se tient une partie plate, véritable col, de 500m. de long environ (ancien lit de la BIA ?), qui est tapissé de poto-poto. Un sondage, en train au moment de notre visite, avait traversé :

- 0,10m. d'humus;
- 0,15 m. de sable argileux avec gravillons anguleux de quartz;
- 2 m. au moins d'argile fine, bleutée, renfermant quelques quartz roulés gros comme des dragées.

Je sais que, depuis fin Février, on a trouvé l'argile latéritique à une faible profondeur, mais qu'on n'a pas atteint la roche en place. A la périphérie du col, l'argile emballe des blocs de diorite quartzique largement cristallisée et de diorite fine.

Les plus importantes questions qui se posent maintenant concernent la tenue de l'argile latéritique, son imperméabilité et son épaisseur .

a) La tenue de l'argile :

Elle semble bonne si l'on considère d'abord la tranchée de DECAUVILLE taillée en aval du site du barrage. Elle semble bonne aussi lorsqu'on examine les puits d'AHINTA. Près de ce village, situé entre ABOISSO et AYAME, des chercheurs d'or ont, m'a-t-on dit, travaillé juste avant la guerre de 1914. Ils ont ainsi dégagé des filons de quartz demeurés intacts au sein de l'argile panachée, rose et blanche et ils ont poussé jusqu'à 13m. environ, c'est-à-dire au niveau aquifère déterminé par le marigot proche. Depuis 40 ans, les parois des puits sont demeurées pratiquement verticales.

b) La perméabilité de l'argile :

Le fait que les puits aient été arrêtés au niveau de la rivière prouve la perméabilité. En cet endroit, il est certain que l'argile a été élaborée aux dépens d'une roche granitique et c'est pourquoi elle contient du sable. Mais on observe aussi que le marigot roule une certaine quantité de sable dont l'origine semble double : une partie serait due au lessivage de l'argile, une autre serait empruntée aux alluvions anciennes, car il en existe sans doute des placages disséminés çà et là. Comme à l'accoutumée, le lit de la rivière montre des blocs de roches anciennes.

D'après M. KLEBER, géologue du Bureau Minier, les argiles provenant d'ophites ou de dolérites, roches sans quartz, ne sont pas perméables où bien le sont peu. Ce sera probablement le cas au barrage, où j'ai vu seulement l'ophite dans le lit de la BIA.

c) L'épaisseur du manteau latéritique :

Ni la carte géologique, ni le mémoire de M. ROUGERIE n'envisagent la puissance approximative de l'argile. Nous remarquons simplement que les puits d'AHINTA ont atteint 13m. sans rencontrer le Socle. Aussi, en accord, avec MM. COUTURE & KLEBER, je pense qu'une épaisseur de 20m. ne serait pas exagérée, au moins en ce qui concerne les parties relativement élevées du relief; elle pourrait être moindre aux flancs des vallées (KLEBER) .

Par ce qui précède, on voit que les appuis du barrage sont préoccupants puisqu'ils nécessiteraient de gros travaux avant que soit atteinte la roche.

2°) La galerie en charge. (1)

Sans avoir suivi tout le tracé projeté, j'ai cependant remonté le marigot de la rive droite que doit franchir la conduite, un peu en aval du point où la tête du ruisseau se divise en deux branches. Près de cet endroit à la cote 65 (qui est, à 3 m. près, celle du pied du barrage), la roche en place affleure à nouveau. Mais partout ailleurs, comme à l'accoutumée, il n'y a que l'argile latéritique et de-ci, de-là, des blocs et du sable avec des cailloux roulés.

Le franchissement du ruisseau se fera-t-il par dessus ou par dessous ? Je n'ai pas qualité pour le choix, tout en pensant qu'il y aurait avantage à ce qu'il se fasse au dessus du ruisseau parce que, comme nous venons de le voir, le Socle est proche; or il me semble qu'une canalisation enterrée dans le rocher serait fort onéreuse.

3°) L'emplacement de la Centrale.

Dans le lit de la BIA, le gneiss affleure largement. Les fondations de l'ouvrage, en raison de la

(1) Elle n'existe que dans le projet A.O.F. 1949. Elle a été supprimée dans le projet actuel à la suite des observations des géologues.

proximité du Socle, ne paraissent pas poser de problème.

Programme de sondages :

Une campagne de sondages est indispensable, ne fut-ce que pour réunir les premiers éléments d'un profil de la roche en place sous un manteau latéritique dont on ignore l'épaisseur. (Voir ci-joint, une interprétation du profil du barrage).

Le programme exige :

- à l'emplacement du barrage :
 - rive droite : trois sondages :
 - à la cote 100
 - à la cote 86 (changement de pente)
 - à la hauteur du DECAUVILLE
 - rive gauche : deux sondages :
 - à la cote 100, extrémité de la digue;
 - vers les cotes 73-87, au point A ancien.
- en aval du site dans la tranchée du DECAUVILLE où la latérite semble être d'une bonne tenue;
- à l'emplacement prévu pour le franchissement du marigot par la conduite forcée;
- à l'aval, à mi-chemin entre le marigot et la centrale. Selon les résultats obtenus, le tracé de la conduite pourrait être modifié;
- dernier sondage vers la centrale, à l'emplacement de la cheminée d'équilibre;

Ce programme minimum pourrait, sans grands frais supplémentaires, être doublé. Tel est, d'ailleurs, l'avis de M. le Directeur des Travaux Publics d'ABIDJAN.

4°) La carrière.

Si le barrage doit être édifié, pour partie au moins en enrochement, il faudra ouvrir des carrières. D'après nos observations, les perspectives sont peu encourageantes.

On voit bien tout près du bac d'AYAME, des bosses rocheuses à peine esquissées dans le relief. En deux points très rapprochés l'un de l'autre, des grattages révèlent le granite. La découverte de celui qui est le plus en ., au confluent, montre un granite clair (à structure micrographique) se présentant^{avec} deux variétés, l'une claire et l'autre sombre, un peu bleutée. Le passage est rapide de la roche saine à une argile panachée rouge et blanche renfermant des noyaux pierreux.

Au second point, en face du bac, il faut descendre pour trouver le granite enfoui sous 5m. d'argile sableuse, rose et blanche découpée en masses arrondies, ou mieux, serties par des trainées de sels de fer soulignant les contours des anciens blocs.

Ces ^{deux} gisements de granite ne peuvent fournir le matériau d'enrochement.

Je mets mon espoir dans la découverte de bandes ou de filons de roches basiques telles que les ophites ou les dolérites qui, plus dures que le granite, font saillie dans le relief et sont déjà un peu ~~adagées~~ de la latérite. Certains sont identifiés : tel le BOKA K'PRI porté à la fois sur le 1.500.000° et sur la carte géologique du mémoire de M. ROUGERIE et figuré aussi planche B. Il est situé, il est vrai, assez loin du barrage. D'autres bandes, en aval d'AYAME, sont coupées par la BIA. Peut-être M. COUTURE^{en}/découvrira-t-il de mieux situées. Il y arrivera sans doute en explorant les cotes atteignant ou dépassant 100m., et sur ses indications, il sera bon de fouiller immédiatement pour vérifier ses pronostics.

A PARIS, le 4 Mai 1952

Edouard ROCH

Chargé de Conférences à la Sorbonne.

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME

SUR LA BIA

A3) ETUDES GEOLOGIQUES

I - RAPPORTS GEOLOGIQUES

3°) COMPTE-RENDU GEOLOGIQUE PROVISOIRE

par Monsieur R. COUTURE

Mai 1953

R E F E R E N C E S

=====

- Feuille ABIDJAN-E de la carte géologique de reconnaissance à l'échelle du 1/500.000° (Direction des Mines de l'Afrique Occidentale Française 1951).
- Edition provisoire de la carte au 1/200.000° BINGERVILLE du Service Géographique de l'A.O.F.
- Documents du Bureau Minier de la France d'Outre-Mer
- Hydrologie et captage des eaux souterraines en Côte d'Ivoire par J. PRUNET -(Bulletin N° II, Direction des Mines de l'A.O.F. 1949).
- Contribution à l'étude des granites birrimiens dans le Précambrien de l'Afrique Occidentale Française par L. BODIN (Bulletin N° I2, Direction des Mines de l'A.O.F. 1951.)
- Etude morphologique du bassin français de la BIA et des régions littorales de la lagune ABY, par G. ROUGERIE (Etudes éburnéennes II, Institut Français d'Afrique Noire, 1951).
- Tournée avec M. Edouard ROCH, chargé de cours en Sorbonne et géologue de l'E.D.F. les 29 Février et 1er et 2 Mars 1952 à AYAME.
- Plans et renseignements oraux de l'E.D.F.
- Instructions de détail de M. le Directeur des Mines de l'A.O.F.
- Observations sur le terrain du 27 Février au 2 Mars et du 8 Mars au 23 Mars 1952.

INTRODUCTION

=====

Le barrage en projet sur la RIA, en aval d'AYAME, se situe en basse Côte d'Ivoire à environ 150 km. à l'Est d'ABIDJAN et à moins de 20 km. au Nord d'ABOISSO.

Quelques caractéristiques :

- Module moyen annuel..... 50
- Débit d'étiage..... 2 à 3 m³/sec.
- Débit de crue, soit..... 300 m³/sec.
- Cote de la retenue..... 92
- Cote de la BIA au barrage..... 62
- Cote de l'affleurement rocheux à l'usine 37,5
- Longueur de la conduite de mise en charge, un peu plus de 2 km.

L'ouvrage serait constitué :

- d'un barrage poids de 350 m. appuyé sur rive droite et prolongé d'une digue, sans doute en enrochement, de plus de 600 m.

Les travaux topographiques en cours laissaient prévoir en fin Mars, une superficie du bassin de retenue à la cote 92 de plus de 100 km².

Travaux de reconnaissance :

L'ensemble du bassin de retenue était, en Mars 1952, en cours de levé topographique. Les environs du barrage avaient déjà été levés lors d'une précédente campagne de l'E.D.F. et on y commençait des travaux de reconnaissance:

- traçage de galeries forestières permettant de circuler et de compléter le levé déjà fait;
- fonçage d'un petit puits sur sommet rive droite;
- attaque d'une galerie sur rive droite, à la cote 66, à l'appui du barrage;
- fonçage d'un petit puits entre digue et barrage, à la cote 85;
- sondages à main dans le flat au niveau 70, dans le poto-poto à l'aplomb de la digue.

Lors de sa visite avec M. Edouard ROCH, M. MIGNY, avec M. RODIER, définissait une campagne préliminaire de sondages :

I - Le long du barrage

- sur rive droite à la cote..... 100
- " " " " 85
- " " " " 66
- entre digue et barrage, à la cote..... 85, sur l'ancien point A5
- pour la digue, à la cote..... 70, dans le poto-poto
- et sur appui rive gauche, à la cote..... 100

II- Le long du tracé de la conduite de mise en charge à l'aplomb du marigot.

G E O L O G I E

L'ensemble de la région, jusqu'aux environs d'ABOISSO, à moins de 20 km. en aval d'AYAME, est formé de roches cristallines et métamorphiques, granodiorites, granites, granites à amphiboles, schistes et schistes amphiboliques. Toutes ces roches sont imperméables mais ont été latéritisées sur une plus ou moins grande hauteur.

GRANODIORITES

Le barrage et la ligne de séparation des eaux du bassin de retenue et des bassins voisins, aux environs du barrage, se trouvent sur un massif de granodiorites. Cette roche, examinée à l'oeil nu ou à la loupe, paraît être semblable à celle de KOCORANDUM du massif d'ABOISSO au Sud, décrite par L. BODIN (Contribution à l'étude des granites birrimiens dans le précambrien de l'A.O.F., bulletin n° 12, Direction des Mines de l'A.O.F., p. 54); c'est, dit-il, pour la granodiorite de KOCORANDUM "une roche gris-verdâtre, à grain moyen, à feldspaths bien individualisés". Ce qui peut être dit pour la granodiorite du barrage.

Cette granodiorite, comme les granodiorites du même type, est compacte, c'est-à-dire que les minéraux n'y sont pas arrangés suivant une direction ou un plan privilégié; homogène, c'est-à-dire qu'elle reste assez identique à elle-même en tout point. Parmi les blocs examinés en surface ont été observés cependant, surtout parmi ceux du monticule au Nord-Ouest de la digue, des blocs d'une roche sans quartz apparent, plus sombre, sans orientation, qui ressemblait à un gabbro (roche verte mal digérée, ségrégation basique ?). Avec M. Edouard ROCH, au voisinage de l'appui rive gauche de la digue, nous avons observé des blocs d'une roche riche en quartz, où l'arrangement des minéraux définissait une orientation bien visible (lambeau mal digéré).

La granodiorite du barrage, roche pourtant compacte et homogène a tendance à se diaclaser suivant des plans qui se coupent d'après quelques mesures prises avec MM. Edouard ROCH et RODIER, suivant une horizontale qui, du Nord géographique, fait vers l'Est un angle de 60°. En fait cette tendance à se diaclaser, pas toujours bien nette,

a peu d'importance, si ce n'est d'expliquer la formation des blocs que l'on trouve en surface. On peut se demander si cette tendance n'est pas due à des tensions internes produites par des différences de température de la roche en surface. Il se peut que des différences de température puissent contribuer à la formation de ces diaclases, mais le fait, observé dans une zone assez restreinte, que leurs plans se coupent suivant une direction assez constante, montre qu'elles ne sont pas dues seulement à des causes extérieures. La formation des blocs est en effet normale sous la latérite, au voisinage de la roche saine et elle peut être comparée à l'altération bien connue, dite en pain de sucre, des dolérites, roches aussi compactes et homogènes, sous la latérite.

Les blocs sont petits, de moins d'un mètre cube en général, ce qui fait penser que la roche saine n'est pas diaclasée au-delà de 3 à 4 m. Leur présence serait normale sous la latérite au voisinage de la roche saine. Ils seraient assez rares au milieu de la latérite, mais relativement abondants en surface où ils se trouvent concentrés par le décapage continu de la latérite.

On trouve, encaissés par les granodiorites, des filons et filonnets de quartz assez rares (des échantillons prélevés donnent un résidu - Or ? - après broyage et lavage au mercure). Ces filons se conservent dans la latérite, mais il se peut qu'ils soient assez altérés et perméables au niveau où la granodiorite est intacte.

On ne peut imaginer meilleure roche que la granodiorite en question pour ancrer, par des tirants, un ouvrage.

GRANITE ORDINAIRE ORIENTE

A l'emplacement de l'usine affleure un granite ordinaire orienté. Le contact entre granodiorites plus récentes et granite orienté doit être assez net. Je ne l'ai pas encore repéré entre le barrage et l'usine.

LES LATÉRITES

Il est, en général, admis que la latérite est couramment plus épaisse sur les schistes que sur le granite, qu'elle est moins conséquente sur les roches éruptives basiques et qu'elle est d'autant plus perméable qu'elle provient d'une roche plus quartzeuse. Au voisinage du barrage, donc, la latérite, provenant des granodiorites, serait moins perméable et moins conséquente que si elle provenait de granites.

La latérite est toujours un peu perméable et c'est dans ses horizons inférieurs qu'elle est le plus perméable.

La hauteur de la latérite est jusqu'ici inconnue au voisinage du barrage. Il faut sans doute penser qu'il y a 15 à 20 m. de latérite, là où l'érosion ne l'a pas décapée. Pour le granite, la hauteur des terrains d'altération semble plus faible à cause de la présence de blocs en surface. Il n'en est pas de même pour les granodiorites du barrage. En effet, les blocs rocheux semblent résister longtemps au milieu de la latérite et surtout en surface. La présence de quelques cailloux, bien petits d'ailleurs, de granodiorite, sur la latérite, au sommet rive droite, laissait prévoir que la roche saine pouvait se trouver sous une faible épaisseur de terrains d'altération. En fait, à 4 m. de profondeur, la latérite examinée paraissait devoir se poursuivre sans changement et sans qu'il y ait, au voisinage de cette profondeur de cailloux ou de blocs de granodiorite (diamètre du puits : 1 m.)

LE BASSIN DE RETENUE

=====

Ce bassin, constitué de roches cristallines, est imperméable en profondeur. C'est seulement à travers la latérite qu'il peut y avoir des pertes.

Mais sa ligne de séparation avec les bassins voisins est encore mal définie et il est difficile de la suivre sur le terrain sans travaux topographiques préalables. En effet, on se trouve dans une zone de forêt, où il est difficile de circuler et où on ne peut, le plus souvent, apprécier la topographie que sur un élément circulaire de 10 m. de rayon.

Ce sont les cols qui doivent être soigneusement étudiés. Si, - comme le laissent penser la nature de la roche mère et les pluies retenues dans les puits de reconnaissance en fonçage - la latérite est assez peu perméable, la mise en eau de la retenue apporterait peu d'augmentation du débit des bassins voisins et une érosion régressive par leurs eaux est moins à craindre.

Deux cas peuvent se présenter :

Le rocher imperméable dépasse la cote 92

Après mise en eau, il y a déformation de la nappe phréatique, pas de perte pour la retenue, mais une plus grande quantité des eaux de pluie infiltrées se rend dans le bassin voisin au lieu d'alimenter la retenue. En fait, quelque soit l'augmentation, sans doute insensible, du débit du bassin voisin, l'érosion régressive des eaux ne peut que décaper la roche intacte sans inconvénients puisqu'elle dépasse la cote 92.

Le rocher imperméable n'atteint pas partout la cote 92.

On peut craindre l'érosion régressive des eaux qui s'écoulent dans les bassins voisins, d'autant plus qu'il peut y avoir une augmentation assez sensible du débit de ces eaux.

Avant la mise en eau de la retenue :

- le niveau de la nappe phréatique est bien supérieur à la cote 92 : augmentation insensible du débit du bassin voisin, par déformation de la nappe phréatique après mise en eau;

- le niveau de la nappe phréatique est voisin de la cote 92 : après mise en eau, cette nappe se déforme et dépasse la cote 92. Il n'y a pas de perte pour la retenue, mais une plus grande quantité des eaux de pluie infiltrées se rend dans le bassin voisin au lieu d'alimenter la retenue (Planche IV);
- la nappe phréatique s'abaisse au-dessous de la cote 92 à certaines époques : il peut y avoir perte si, après mise en eau, elle reste, à certaines époques, inférieures à la cote 92.

Dans ces trois cas, où la roche intacte n'atteint pas, en certains points, la cote de la retenue, l'érosion régressive des eaux est très dangereuse. En effet, si cette érosion s'amorce, le débit, vers le bassin voisin de la retenue augmente, parce que l'écoulement de l'eau vers ce bassin devient plus facile; la nappe phréatique se déforme et le phénomène tend à s'amplifier. Cette érosion régressive est d'autant plus dangereuse que la latérite est plus perméable dans ses horizons inférieurs, dans la zone d'attaque de la roche où les produits d'altération forment un ensemble sans beaucoup de cohésion.

Mais la latérite est assez peu perméable et la probabilité d'une action régressive notable des eaux s'écoulant dans les bassins voisins est assez faible. Il peut se présenter, suivant la topographie, des cas assez défavorables, qu'il sera sans doute nécessaire, après étude sur le terrain, de mieux connaître par des sondages ou par des puits montrant :

- le niveau de la nappe phréatique
- la profondeur de la roche intacte

permettant des essais de perméabilité et de se rendre compte de la déformation de la nappe après mise en eau de la retenue ou après injection d'un écran d'étanchéité.

On peut déjà avoir un ordre de grandeur de la perméabilité des horizons inférieurs de la latérite, dans une zone d'ailleurs un peu particulière. Les sondages à main exécutés dans la zone du poto-poto où est prévue la construction de la digue en enrochements, montraient sous 50 cm. de sable très perméable, puis sous 3,5 m. d'argile vert-bleuté imperméable, une nappe emprisonnée dans une argile grossière provenant de l'altération incomplète, sur place, de la roche sous-jacente (granodiorite). Avec une vitesse d'avancement de 50 cm. par heure dans un forage tubé, à partir de son orifice sur 1,50 m., l'eau venant de ce niveau un peu perméable n'arrivait pas à remonter le sondage.

Travail à la cuiller qui, avec l'argile remontée, formait un peu bouchon et entraînait rarement un peu d'eau : il se produisait alors un vide sous le bouchon qui ne permettait pas de remonter l'outil. Le lendemain l'eau de la nappe emprisonnée s'écoulait par le haut du tubage, au-dessus du niveau de l'eau des sables superficiels (saison sèche). La partie inférieure de la latérite serait analogue à cette argile grossière un peu perméable.

EXISTENCE d'un COL à 5 km. à l'EST-NORD-EST du BARRAGE
DEPASSANT de MOINS d'UN METRE la COTE 92

Ce col a été reconnu alors que sa cote n'était pas encore déterminée par des travaux topographiques. On observe en son voisinage, fait assez exceptionnel, des affleurements et la hauteur des terrains d'altération en ce col est sans doute assez faible. Mais on le met mal en évidence sur le terrain où on s'attend à le voir encaissé. On y arrive du bassin de retenue par une pente très faible au Nord et on en descend par une pente assez faible. Il est parcouru par une voie ferrée de 60 cm. Il ne semble pas jusqu'ici, avec une reconnaissance qui définissait mal son emplacement, qu'il soit nécessaire de faire des travaux considérables pour éviter des fuites à travers ce col.

On peut penser, si la hauteur des terrains d'altération est vraiment très faible, à y établir un déversoir en béton qui libérerait le barrage en cas de fortes crues et permettrait d'envisager une réduction de sa partie en béton.

En CONCLUSION.

La latérite ne paraît pas trop perméable et, mieux décapée sur les cols, y serait moins conséquente. Assez rares sont les points où l'on devra faire un écran pour assurer l'étanchéité et éviter un captage de la retenue à part au col ci-dessus. Mais on ne peut trop insister sur la nécessité des travaux topographiques et de reconnaissance pour découvrir les endroits les plus défavorables.

L ' O U V R A G E

Il est prévu un barrage poids de 350 m., appuyé sur rive droite, prolongé d'une digue sans doute en enrochements de plus de 600 m.

Partout, sous une épaisseur plus ou moins grande de produits d'altération et d'alluvions superficielles très peu conséquentes, existe le massif intact de granodiorite. On ne peut fixer pour le moment, exactement l'importance des terrains d'altération.

APPUI RIVE DROITE

Le sommet sur rive droite au-dessus du niveau II5 présente en surface des débris ferrugineux d'une ancienne cuirasse latéritique et quelques cailloux de granodiorite. Ce qui pouvait laisser penser que la roche saine sous la latérite un peu découpée pouvait se trouver à faible profondeur. En fait, un puits, déjà à 4 m. avant fin Mars, montrait une latérite un peu rocheuse puis plus tendre. Alors homogène, elle paraissait devoir se poursuivre sans changement. Soit 15 à 20 m. la distance probable de la roche saine de la surface.

A la cote 100 : cette cote se trouve en surface au-dessus plus plat d'une ligne de changement de pente. Distance probable de la roche saine, sans être pessimiste et sans beaucoup d'arguments : 20 m.

A la cote 66 : c'est celle de la voie où a été commencé une galerie de reconnaissance qui trouvait déjà avec de nombreux blocs, des produits d'altération qui ressemblaient à une arène granitique, au bout de 3 à 4 m. mais qui n'était pas encore parvenue à la nappe phréatique. Il se peut que cette galerie rencontre la roche saine à 15 m.

Un sondage à l'entrée de la galerie avec les affleurements qui sont aperçus dans le lit de la BIA, rencontrerait la roche saine, sans doute, un peu au-dessous de la cote 60.

Le lit de la BIA : on y observe quelques affleurements, en même temps que de nombreux blocs de granodiorite qui,

comme le montrait M. Edouard ROCH, ont été dégagés de la latérite et laissés à peu près sur place.

LA ZONE A POTO-POTO .

L'étude de cette zone est la plus intéressante parce qu'il y a été exécutés des sondages à main, qui n'ont pas d'ailleurs atteint le rocher imperméable.

Voici la coupe d'un sondage :

- 10 cm. de débris végétaux
- 50 cm. de sable très perméable avec gravier roulé
- 3,5 à 4 m. d'argile vert-bleuté plastique, imperméable
- 3 à 4 m. d'argile jaune grossière perméable débutant par une venue d'eau.

Le sommet de l'argile vert-bleuté correspond au bed-rock altéré. Le sable, avec un peu de gravier roulé qui ne paraît pas former une couche dans le sable, représente les seules alluvions. L'argile vert-bleuté est la transformation sans déplacement de la granodiorite du dessous, ainsi bien entendu que l'argile jaune. La sonde rencontre quelquefois des cailloux ou de petits blocs non remontés. Ce sont sans doute des résidus de filons de quartz ou moins probablement de petits blocs de granodiorite.

Sable :

Quatre prélèvements jusqu'à l'argile vert-bleuté dans ce sable, avec une tarière qui éliminait sans doute un peu de gravier, passés à travers des tamis à mailles carrées, ont donné en volume :

- | | | |
|---|-------|-----------------|
| - 20 cailloux (quartz) supérieurs à 1 cm., soit.. | 30 | cm ³ |
| - du 6 à 10 mm..... | 35 | " |
| - du 4 à 6 mm..... | 40 | " |
| - du 2 à 4 mm..... | 275 | " |
| - du 1 à 2 mm..... | 2.600 | " |
| - inférieur à 1 mm..... | 7.500 | " |

Argile entraîné lors du tamisage, dont une grande partie était prise au bed-rock.....non dosée

Ce sable est aurifère, montrant de petites pépites.....non dosé

La nappe captive :

Elle se trouve sous l'argile vert-bleuté imperméable. Rendue libre, elle s'élève jusqu'au voisinage du niveau 70. Elle n'est pas alimentée par les eaux de la BIA en amont qui, en saison sèche, ne dépasse pas le niveau 65. Elle ne s'écoule peut-être pas non plus vers la BIA, en amont, dont elle est séparée au Nord et à l'Ouest par un monticule continu qui ne descend pas au-dessous de 75 m. Elle peut s'écouler vers le Sud-Est, où elle ne serait libérée qu'à grande distance (plus de 1 km.) avec un écoulement difficile à travers l'argile jaune où elle se trouve, en fait, pas très perméable. Elle est alimentée par les eaux infiltrées sur les versants latéritiques autour du poto-poto.

Il aurait été intéressant d'étudier par sondages à main la hauteur de la surface libre de cette nappe captive dont on aurait pu déduire le sens probable d'écoulement. Mais, ce n'est que vers la fin de ceux-ci, pas toujours tubés, que l'on s'est aperçu que la nappe, sous l'argile vert-bleuté imperméable, était légèrement artésienne.

L'argile vert-bleuté :

Elle est plastique et imperméable. On y relève des plages blanches d'argile de 1 mm. qui ont conservé la forme rectangulaire des feldspaths des granodiorites dont elles proviennent.

L'argile jaune :

Moins évoluée, elle correspond à l'altération moins poussée de la roche en-dessous; au fur et à mesure qu'on s'y enfonce, on remarque que les feldspaths sont de moins en moins altérés et gardent de plus en plus de dureté et que ce niveau argileux conserve un peu de la structure d'une granodiorite. Ce qui permet d'espérer que la roche saine peut ne pas se trouver trop éloignée au-dessous du niveau 60; les sondages n'ont pas dépassé le niveau 62.

Formation de la zone à poto-poto :

Cette zone est séparée de la BIA, en amont et à l'Ouest, par un monticule qui dépasse partout 75 m. Du gravier se trouve au-dessus du niveau 85, ancienne abondance au Nord-Ouest, en amont du poto-poto. La BIA a coulé au-dessus du poto-poto et même a submergé totalement la butte entre poto-poto et BIA, mais n'a pas donné au poto-poto son allure actuelle. Cette zone à poto-poto

correspond sans doute à un bras mort de la BIA et qui se trouvait à un niveau bien supérieur au niveau 70 actuel qui, toujours humide, par érosion régressive commandée par son niveau de base à la BIA, a entraîné l'argile superficielle au voisinage et au-dessus du niveau 70 sans trop déplacer le sable et gravier alluvionnaire qui s'y trouvaient auparavant, ni celui provenant de la décomposition des granodiorites.

Le poto-poto au Sud de la butte entre digue et barrage (cote 70) a une couche de sable d'au moins 40 cm. et se serait formé de la même façon. L'argile superficielle aurait été entraîné dans cette zone drainée toujours humide et où la végétation abondante joue sans doute un rôle en retenant le sable par ses racines et en donnant par décomposition du CO₂ qui, dissous par l'eau, empêcherait, comme dans les pays tempérés (Cf. RAGUIN, Gites Minéraux), la transformation de l'argile vert-bleuté entraînable en argile latéritique.

LA BUTTE ENTRE DIGUE ET BARRAGE

Sur cette butte et sur la crête au Nord-Ouest du potopoto, on trouve très superficiellement du gravier roulé et aussi des blocs de granodiorite. Ces blocs n'ont pas été apportés, mais sont des témoins de la roche qui se trouve en-dessous. Entre ces blocs et cette roche n'existent que des produits d'altération formés sur place.

Un puits foncé au plus haut point de la butte, à l'aplomb du barrage, montrait :

- en surface : un peu de gravier roulé
- 2 m. de latérite un peu rocheuse
- puis une argile latéritique rouge, homogène qui paraissait peu perméable et qui semblait devoir se poursuivre sans changement en profondeur (profondeur du puits : 3m.)

La roche saine se trouve à une profondeur inconnue, sans doute pourtant à un niveau supérieur à celui de la BIA.

APPUI RIVE GAUCHE DE LA DIGUE

Comme pour la butte entre digue et barrage, on y observe un peu de gravier, bien au-dessus du niveau 85. La latérite ne doit pas manquer d'être identique à celle de la butte et le rocher imperméable peut difficilement monter, sous cette latérite, à la cote 92.

EN DEFINITIVE :

Les alluvions sont très superficielles : 50 cm. de sable dans le poto-poto et un peu de gravier, à peine quelques centimètres en surface sur la butte entre digue et barrage et sur l'appui rive gauche de la digue. On trouve de ce gravier bien au-dessus du niveau 85.

Les terrains d'altération sont au contraire très conséquents. Il se peut que la roche saine se trouve dans le lit de la BIA et sous le poto-poto, un peu au-dessous seulement du niveau 60, qu'elle s'élève peut-être jusqu'au voisinage du niveau 70 sous la butte entre digue et barrage et atteigne la cote 95 sous le sommet rive droite, pour ne parvenir que très péniblement à la cote 92 à l'appui rive gauche de la digue.

L'OUVRAGE :

L'appui rive droite de la partie en béton de l'ouvrage se trouverait assez reculé par suite de l'épaisseur probablement assez considérable de la latérite.

Sauf pour réaliser un meilleur appui sur rive droite de la partie en béton, il ne semble pas qu'on ait intérêt à ne pas donner une forme rectiligne à l'ensemble et si l'on veut établir un écran d'étanchéité à travers les terrains d'altération de la butte et du poto-poto, la tranchée serait, en travers de la butte, moins conséquente, en donnant à l'ensemble une forme rectiligne et en conservant les mêmes appuis rive droite et rive gauche. La digue en enrochements se trouverait alors à peine en amont de la butte sur laquelle elle s'appuierait. Il est sans doute en effet nécessaire de descendre à travers la butte, malgré son étendue, un écran d'étanchéité jusqu'au rocher imperméable.

L'ouverture d'une tranchée dans les terrains d'altération de la butte n'apparaît pas trop difficile, en effet :

- latérite un peu rocheuse dans les parties supérieures
- argile latéritique compacte
- mais terrain perméable et beaucoup moins cohérent (mais pas plastique) au voisinage de la roche saine.

On peut penser rabattre la nappe phréatique de la butte pour exécuter cette tranchée :

- en aval de la tranchée par des galeries qui pourraient être ensuite conservées;
- en amont, par des galeries, des puits ou des sondages

L'alimentation de cette nappe est très limitée et avec la zone de poto-poto, le bassin de réception est de l'ordre du km². Avec une hauteur d'eau infiltrée de 1 m. par an, on aurait à drainer une moyenne annuelle de 40 l/sec., soit à évacuer 100 l/sec. avec l'eau de ruissellement pour assécher le poto-poto et la butte si la roche saine sous la butte, comme il est probable, s'élève au-dessus du niveau de la BIA.

On a donc intérêt à reconnaître, comme il est prévu, le niveau de cette roche saine sous la butte, mais aussi sous la crête Nord-Ouest du poto-poto avant d'entreprendre des travaux dans le poto-poto.

GALERIE DE MISE EN CHARGE

Sa section serait de 25 m² et son entrée au voisinage du niveau 70. A l'usine, à moins de 2 km., de cette prise d'eau, affleure un granite ordinaire orienté au voisinage du niveau 37. Entré barrage et usine coule un marigot sur rive droite de la BIA, au voisinage du niveau 65 et des zones à poto-poto se trouvent au voisinage de ce niveau.

S'il est possible de faire monter la galerie de mise en charge de 10 à 20 m. ou plus à son arrivée à l'usine, on peut l'enfoncer dans du rocher imperméable en lui donnant un tracé presque rectiligne. Elle se trouverait alors assez profonde dans la masse rocheuse, granodiorite et granite ordinaire orienté, qui ont de belles propriétés mécaniques et qui n'auraient besoin d'être revêtus que pour faciliter l'écoulement de l'eau malgré l'augmentation de pression sur une galerie qui serait placée plus haut, soit par exemple :

- entrée de la galerie au niveau 70
- descendre avec une pente de 30° au niveau 30
- descendre avec une légère pente au niveau 15
(pression statique : $9,2 - 1,5 = 7,7 \text{ kg/cm}^2$)
- remonter à l'usine avec une pente de 30°

Des sondages seraient nécessaires de façon à placer la galerie qui ne serait pas tout-à-fait rectiligne, partout à au moins 15 m. du toit sans doute irrégulier de la roche saine. Lors de son traçage, il n'y aurait pas de venues d'eau.

Mais si l'on ne peut faire remonter la galerie à son arrivée à l'usine, on est obligé de suivre à peu près le tracé plus long déjà envisagé qui paraît avec 15 à 20 m. au moins de terrains d'altération, se trouver bien voisin du toit de la roche saine et qui devrait être armé, sans doute, sur de grandes longueurs.

Mais le granite ordinaire orienté peut contenir de petits lambeaux mal digérés de roches métamorphiques qui ont, sans doute, des qualités mécaniques suffisantes mais peuvent être très altérables et il est important de définir l'extension de ce granite pour ensuite rechercher ces petits lambeaux éventuels mais très peu probables et

que, s'ils existent, il est bien difficile de repérer par des observations en surface.

Enfin, au voisinage du contact des granodiorites plus récentes (barrage) et du granite ordinaire orienté (usine) les tensions internes peuvent être plus fortes et peut-être par suite la hauteur des terrains d'altération plus élevée.

MATERIAUX DE CONSTRUCTION

ARGILE :

L'argile vert-bleuté du poto-poto peut sans doute convenir à la confection d'un écran d'étanchéité. La quantité nécessaire peut exister dans le poto-poto étendu :

- hauteur moyenne de la digue, soit 35 m.
- épaisseur de l'écran que je choisis
arbitrairement 10 m.
- longueur de la digue 700 m.
- volume de l'écran d'étanchéité 245.000 m³

Avec une hauteur de 3 m. d'argile, dont une hauteur plus grande a été reconnue seulement à l'aplomb de la digue, il faudrait exploiter le poto-poto sur $(245.000/3)$, 82.000 m², soit une longueur de 820 m. et une largeur de 100 m. Il est, en même temps, indispensable d'éliminer cette argile imperméable à l'aval de l'écran d'étanchéité sous l'ouvrage pour éviter les sous-pressions.

SABLE :

Quelques trous, creusés à la matchette et à la main, ont toujours montré plus de 50 cm. de sable dans le poto-poto qui, avec une superficie de plus de 200.000 m² donnerait plus de 100.000 m³ de sable peu argileux facile à lever.

BITUME :

Au bord de la lagune ABY existe, à 50 km. par eau d'ABOISSO, le gisement de bitume d'EBOINDA, qui n'est plus exploité. Ce bitume, qui imbibe des sables pourrait être utilisé tel quel.

CARRIERES :

Il faut de grandes quantités de produits. En effet, si la digue est de section triangulaire et fait :

- 700 m. de longueur
- 35 m. de hauteur moyenne
- 70 m. à la base

elle aurait un volume de $\frac{1}{2}700 \times 35 \times 70$, soit presque 900.000 m³ (sans déduire le volume occupé par la butte) et il faut aussi des matériaux de carrières pour la construction de la partie en béton.

On trouve des blocs de granodiorite au-dessus de la latérite, au voisinage du barrage. Ces blocs sont particulièrement abondants sur les flancs Nord du marigot qui descend sur rive droite de la BIA en aval du barrage. Ils ne montrent pas que la masse rocheuse se trouve à faible profondeur. Cependant, dans un petit thalweg à 700 m. de l'appui rive gauche du barrage, on observe un affleurement au voisinage du niveau 80. Il est sans doute possible de trouver assez haut en altitude et à l'Est peut-être aussi bien qu'à l'Ouest et à 1 ou 2 km. de l'ouvrage, des endroits où les granodiorites pourraient être exploitées sous un front d'abattage de 30 m. de hauteur utile, surmontée seulement de 5 à 10 m. de terrains d'altération.

RECHERCHES

QUELQUES REMARQUES SUR LES DIFFICULTES PROBABLES D'EXECUTION DES SONDAGES ENVISAGES

- Les premiers mètres : latérite assez compacte, à peine rocheuse, pas bien perméable; pas de perte d'eau notable.

- Puis argile latéritique plus plastique, assez imperméable, qui pourrait être extraite par poinçonnage. Il ne serait sans doute pas nécessaire jusqu'ici de tuber.

- Les derniers mètres : zone d'attaque de la roche. Produits d'altération avec moins de cohésion et plus perméables. Il faudra peut-être tuber, mais présence probable de blocs qui devront sans doute être passés en rotation.

- La roche saine : elle est assez peu quartzeuse et peut-être usée en rotation. Il faut sans doute la reconnaître sur quelques mètres, soit 5 m. pour mettre en évidence la présence éventuelle de fissures ou de gros blocs.

Profondeur probable des sondages :

- en 100 sur rive droite	25 m.
- 85 " " "	25 m.
- 66 " " "	10 m.
- 85 entre digue et barrage	25 m.
- 70 sur le poto-poto	15 à 20 m.
- 100 sur rive gauche	25 m.

Il serait intéressant, bien entendu, de profiter de ces sondages pour se faire une idée de l'ordre de grandeur de la perméabilité des différents niveaux de la latérite.

FUTURES RECHERCHES

=====

Si, après la campagne préliminaire de sondages, la construction du barrage est envisagée :

- avec les résultats de ces sondages
- avec de nouvelles observations en surface

pourra être proposé un programme de recherches systématiques.

Il reste tout d'abord, par des recherches et travaux en surface :

- à définir l'extension du sable et du poto-poto
- la limite granite ordinaire orienté et granodiorite
- la présence possible, mais très peu probable, de petits lambeaux métamorphiques dans le granite orienté
- à trouver des points de carrières sans doute pas trop éloignés de l'ouvrage.

ABIDJAN, le 7 Mai 1952

R. COUTURE

Service des Etudes d'Outre-Mer

— • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — • — •

A3) ETUDES GEOLOGIQUES

I - RAPPORTS GEOLOGIQUES

1°) CONCLUSIONS des RAPPORTS

Mai 1953

I - RAPPORTS GEOLOGIQUES

1°) CONCLUSION PRATIQUE à TIRER de ces RAPPORTS

-:-

L'aménagement d'un ouvrage tel que le barrage de régularisation d'AYAME nécessite des études géologiques approfondies, compte-tenu de l'importance des ouvrages et des difficultés d'observation directe résultant du recouvrement par le manteau tertiaire.

Les problèmes géologiques à résoudre étaient les suivants :

- 1°) Conditions de fondation des ouvrages : stabilité
- 2°) Etanchéité des terrains de fondation des ouvrages
- 3°) Etanchéité du réservoir de régularisation
- 4°) Matériaux utilisables : enrochements et terres

Les études effectuées au début de 1952 étaient basées sur le schéma d'aménagement mis au point en 1949 comportant :

- un barrage régularisateur (implanté dans la zone C)
- une galerie en charge, prolongée par une conduite forcée
- la centrale située nettement à l'aval de la série des chutes d'AYAME.

M. Edouard ROCH, chargé de conférences à la Sorbonne, avait été chargé par l'ELECTRICITE DE FRANCE, avec l'accord de la Direction Générale des Travaux Publics en A.O.F. de visiter les divers emplacements d'ouvrages prévus dans le projet décrit ci-dessus et d'étudier les problèmes géologiques s'y rapportant. A la suite d'une première visite, il devait donner un premier aperçu des conditions géologiques, dans la mesure où la couverture de produits de décomposition pouvait le permettre, et définir un premier programme de sondages.

La visite des ouvrages a été faite les 28 et 29 Février 1952. On trouvera le rapport préliminaire dans le présent sous-dossier.

Les conclusions à tirer de ce rapport sont les suivantes :

- 1°) Le lit de la rivière présente à la fois des masses rocheuses en place offrant de bonnes conditions de fondation et des ensembles de blocs non en place. Les sondages ont pour objet de mettre en évidence un seuil continu de roche en place que l'on rechercherait d'abord sur

l'axe envisagé en 1949, légèrement à l'aval de l'axe C sur une petite île couverte de buissons.

2°) Les appuis disparaissent sous un manteau latéritique qu'il y a tout lieu de croire assez épais; les produits de décomposition présentent une bonne tenue au point de vue stabilité, mais l'étanchéité est douteuse.

3°) Le poto-poto, sur la rive gauche, ne se présente que sous une faible épaisseur, ce qui est rassurant au point de vue stabilité, mais la roche en place est située à une épaisseur inconnue sous l'argile latéritique sur lequel repose le poto-poto, ce qui peut conduire à l'exécution d'un dispositif d'étanchéité coûteux.

4°) Galerie en charge.

Elle serait certainement très coûteuse par suite de l'épaisseur d'altération obligeant soit à creuser la galerie en mauvais terrain, soit à l'enterrer profondément, ce qui nécessiterait des fenêtres longues et inclinées et un revêtement sérieux tenant compte de la charge. C'est là un des facteurs qui ont conduit à abandonner le projet de 1949.

5°) La centrale

Aucune difficulté.

6°) Les carrières d'enrochement

On doit prévoir, à priori une épaisseur de couverture importante. Les enrochements seront relativement coûteux.

7°) Terres

L'expérience acquise au cours de l'étude de barrages analogues en pays de décomposition latéritique, indique que l'argile de la vallée de la BIA doit pouvoir être utilisée pour constituer un noyau étanche. Cependant l'hétérogénéité impose des essais de terre.

Il était convenu qu'après la visite de M. ROCH, M.R. COUTURE, ingénieur géologue au Service des Mines, devait rester sur place quelques semaines pour effectuer des études complémentaires au site du barrage, suivre les travaux de reconnaissances géologiques, étudier la retenue et poursuivre les recherches de carrières.

On trouvera dans le présent sous-dossier le compte-rendu de M. COUTURE.

On en déduira :

1°) que l'épaisseur d'altération des roches constituant les appuis du barrage est de 15 à 20 m. (confirmé par les sondages) ;

2°) que le fond de la cuvette est constitué de roches cristallines imperméables. Ces roches sont recouvertes de produits de décomposition qui peuvent dans certains cas présenter une légère perméabilité. Au cas où le niveau de la retenue serait assez voisin de la crête d'un col de faible épaisseur, il y aurait peut-être lieu de craindre des phénomènes d'érosion régressive. Une attention toute particulière devra donc être apportée dans la recherche de ces cols au cours du lever de la retenue et si les dispositions signalées ci-dessus étaient rencontrées, il y aurait lieu de prendre des mesures de protection appropriées au moment de l'exécution. (En dehors de la zone du barrage un tel emplacement a été trouvé à DIENFESSO).

3°) que l'étude détaillée de la zone de poto-poto confirme les premières indications données par M. ROCH.

4°) que les recherches assez poussées de M. COUTURE dans un rayon de 2 à 3 Km. autour de la zone du barrage pour trouver un emplacement de carrière avec faible couverture, n'ont donné lieu à aucun résultat.

Les premières études géologiques ont conduit à un changement complet dans les dispositions du projet : la galerie en charge présentant à priori beaucoup d'aléas et de graves difficultés de réalisation, il a été prévu un aménagement en deux parties :

1- un barrage-usine à l'emplacement du barrage de régularisation à prévoir en première étape;

2-un aménagement plus à l'aval comportant une simple prise d'eau, une courte dérivation, une conduite forcée, une centrale.

Il résulte qu'après Avril 1952 les recherches ont porté essentiellement sur le barrage.

Les sondages ont confirmé les vues des géologues et ont révélé en plus que la surface du bed-rock dans le lit de la rivière était assez tourmentée, nécessitant une exploration par sondage plus serrée qu'on ne l'avait envisagée et conduisant à éliminer le premier axe d'étude au centre de la zone C. Cet axe était au point de vue topographique le meilleur. Deux autres axes, légèrement moins avantageux, semblaient possibles aux extrémités amont et aval de la zone C.

Dans ces conditions, il n'était plus évident que la zone C présentait les conditions optima et il a été décidé, en accord avec la Direction Générale des Travaux Publics de procéder à une seconde étude géologique du site. Au cours de cette seconde étude le géologue devait compléter les recherches dans les parties les plus intéressantes de la zone C, étudier une série d'emplacements dans la zone amont : A1 et B, faire un dernier examen des possibilités de carrière, et enfin définir un programme de sondage complémentaire.

Monsieur Edouard ROCH a visité à nouveau le site d'AYAME du 11 au 29 Avril, on trouvera le rapport géologique complémentaire dans le présent sous-dossier.

- 1°) Les conclusions de ce rapport sont les suivantes
L'axe C (voir schéma ci-joint) est caractérisé par un seuil rocheux continu barrant la BIA, seuil dont la longueur dans le sens de l'écoulement est de l'ordre de 100 m. La roche est saine, homogène, fissurée en surface. Elle fournirait une excellente assise pour l'ouvrage projeté.
- 2°) Les appuis disparaissent sous le manteau latéritique, sauf dans le lit d'un ruisseau à l'amont de l'appui rive gauche. Il est possible que la crête constituant l'appui rive droite corresponde à une barre de roches dures et que par conséquent, la couverture argileuse y soit moins épaisse qu'ailleurs, mais un ancien chenal de la rivière recoupant le pied de cette crête ne paraît pas impossible. C'est pourquoi deux sondages seront implantés dans cette zone.
- 3°) Dans la zone située à l'aval de l'emplacement A, 3 seuils rocheux ont été observés dont l'un au moins (A2) traverse la rivière sans aucune solution de continuité offrant des garanties sérieuses pour les fondations d'un ouvrage en béton.
Les appuis disparaissent comme portant ailleurs sous le manteau latéritique.

- 4°) En ce qui concerne la carrière, aucun affleurement correspondant à un front de taille de 100 m. de long sur 30 m. de haut n'a été découvert.

Les affleurements au voisinage de la cascade (point D) signalés par M. COUTURE, correspondent à un front de taille beaucoup trop restreint, l'exploitation serait difficile en période de crue.

Le massif montagneux de BOKA NKPRI à 8 Km.500 d'AYAME ne laisse voir aucune paroi nue. De même de la région de DIENFESSO.

Aux environs d'AYAME existent un certain nombre de zones à pente raide couvertes de blocs où l'on peut espérer trouver un emplacement de carrière avec assez faible découverte. (sur la route d'AYAME à ANUAGNAN, sur la route d'AYAME à ABOISSO, à 2 Km.400 en ligne droite du barrage. Des sondages seraient utiles à ces deux emplacements.

La solution la meilleure consisterait probablement à exploiter le granit du voisinage du barrage, par exemple dans les pentes rives droites, vers l'axe C, Les terres provenant de la découverte pourraient probablement être utilisées pour constituer le noyau de la digue. C'est ce que préciseront les essais de terre.

- 5°) Il semble à première vue que l'argile latéritique une fois compactée constituerait un bon matériau pour le noyau de la digue, c'est ce que préciseront les essais de terre en cours et ceux qui devront être effectués sur les échantillons recueillis lors de la dernière tournée.

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA.

-:-

A3) ETUDES GEOLOGIQUES

II - PUIITS, SONDAGES A MAIN, GALERIE.
=====

Mai 1953.

ELECTRICITE DE FRANCE
SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA

A₃) ETUDES GEOLOGIQUES

IV ESSAIS DE TERRE.

MAI 1953.

ELECTRICITE DE FRANCE
SERVICE DES ETUDES D'OUTRE-MER

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA

A₃) ETUDES GEOLOGIQUES

IV ESSAIS DE TERRE.

MAI 1953.

— : — : — : — : — : — : — :

les échantillons 1 et 2 dans le puits P₁,
rive droite,

(voir plan IVO 3.799) - Sous-dossier A₃,
pièce N°3.

Les essais sur ces échantillons n'ont pas donné lieu à tous les résultats escomptés, la présence de gros graviers dans le matériau étudié, sa nature friable, interdisent les essais de perméabilité sur échantillon intact et gênent les essais de cisaillement. On trouvera ci-joint, le compte-rendu des essais effectués au Centre expérimental de recherches du Bâtiment et des Travaux Publics.

On peut préciser qu'il s'agit d'un matériau très argileux, ce qui tendrait à interdire son emploi pour la réalisation de digues en terre homogène. Par contre, il doit être imperméable après compactage, ce qui permettrait de l'utiliser pour constituer un écran ou un noyau d'étanchéité, d'autant plus que la mise en place paraît facile (voir les limites d'ATTERBERG), malgré la forte teneur en argile. Il serait nécessaire en saison sèche, d'arroser ce matériau avant compactage.

Il n'est pas possible actuellement de préciser la résistance ou cisaillement. Des prélèvements d'argile remaniée ont été faits en Mai 1953. Leur étude permettra de préciser ce point.

Pour apprécier le degré de perméabilité du matériau en place, des essais d'eau systématiques devraient être effectués dans le recouvrement latéritique, lors de la prochaine campagne de sondages.

LABORATOIRES DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

12, RUE BRANCON, PARIS (XV)

Limites d'ATTERBERG

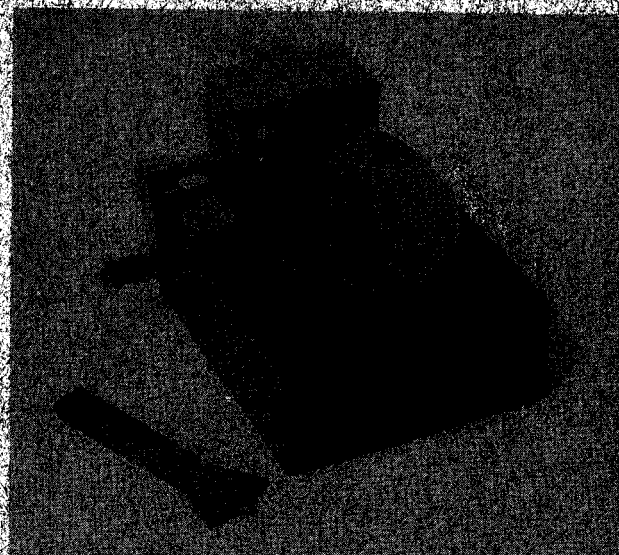
Ce sont les teneurs en eau correspondant à des états physiques bien déterminés du matériau.

La limite de liquidité L.L. est la teneur en eau au-dessus de laquelle le matériau se comporte comme un semi-liquide et s'écoule sous son propre poids.

La limite de plasticité L.P. est la teneur en eau au-dessus de laquelle le matériau ne subit plus de déformations plastiques et devient friable.

L'indice de plasticité I.P. est la différence entre ces deux limites. Il caractérise le domaine de comportement plastique du matériau.

Les limites d'ATTERBERG sont déterminées sur la fraction du matériau de dimensions inférieures à 0,5 mm.



Limite de retrait

C'est la teneur en eau au-dessus de laquelle le matériau se dessèche sans diminuer de volume.

Limite de saturation

C'est la teneur en eau à partir de laquelle l'eau ne pénètre plus dans le matériau et n'augmente ni celui-ci, ni celui-ci, ni celui-ci.

**LABORATOIRES
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS**

12, RUE BRASSERON, PARIS (XV)

Coefficient de perméabilité

Le coefficient de perméabilité K , défini par la loi de DARGY, est le rapport du débit au produit de la section par le gradient hydraulique. Il a les dimensions d'une vitesse.

La mesure est effectuée à l'aide du perméamètre classique de TENZAGRI, par écoulement de l'eau à travers l'échantillon de section S . Avec un débit Q sous un gradient hydraulique i , on a : $Q = K \cdot i \cdot S$.



SECRET

SUR LA BIA.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

Mai 1953

ETUDE DE LA COTE DE RESTITUTION.

En vue de déterminer la cote de restitution de la Centrale pour les différentes valeurs du débit turbiné, une échelle a été mise en service en Mai 1952, sur la rive droite, à proximité immédiate du repère RW7.

Sa position se justifiait parfaitement : on pensait alors implanter le barrage au milieu de la zone C et la cote donnée par l'échelle était sensiblement égale à celle correspondant à l'emplacement exact de la restitution; la correction ne risquait pas d'introduire d'erreur sensible. Par ailleurs, l'échelle ne risquait pas d'être emportée par la crue ce qui n'aurait pas été le cas à l'emplacement correspondant exactement à la restitution.

On trouvera ci-contre :

- le tableau des relevés de cette échelle
- la courbe donnant la cote de cette échelle en fonction du débit.

Elle a été établie par points en partant des débits journaliers à l'échelle d'Ayamé située à l'amont. La dispersion provient principalement du fait que les relevés aux deux échelles n'ont pas été faits à des heures correspondantes (même heure qu'à Ayamé, plus le temps de parcours).

Les résultats des sondages dans le lit de la BIA, ont conduit à abandonner le premier tracé du barrage. Dans ces conditions, le meilleur emplacement de cette zone était constitué par le seuil situé à l'extrémité amont de cette zone. En outre, il n'était pas absolument évident que l'emplacement le plus favorable était situé dans cette zone C.

L'axe B plus à l'amont et les axes A₁, A₂ et A₃ ne seront plus éliminés à priori.

Or, les relevés de l'échelle dite "du barrage" étaient absolument insuffisants pour fixer la cote de restitution vers l'extrémité amont de la zone C.

Deux profils de la ligne d'eau relevés dans la zone C, l'un le 30 Avril 1952 en basses eaux (débit 275 m³/s.); l'autre le 30 Juin 1952, en hautes eaux (débit 17 m³/sec), donnent des indications très utiles.

Les profils relevés en 1949 sont presque entièrement inutilisables. En effet, les débits aux dates correspondantes sont ou inconnus par suite de l'abandon de l'échelle à partir du 1er Novembre, ou mal déterminés, l'échelle n'étant manifestement pas lue tous les jours (or, les variations de débit de la BIA sont très rapides). Un point peut être cependant utilisé en moyennes eaux vers l'extrémité amont de la zone C.

Il a donc été possible de tracer pour la partie amont de cette zone une courbe approximative donnant la cote de restitution en fonction du débit (voir ci-contre).

Pour l'axe B et les axes A2 et A3, un profil en long a été levé le 22 mai 1953 (débit 14 m³/sec.).

Des levés de cote d'eaux effectués en Juillet 1952 pour la mise au point du plan de la retenue, ont permis de tracer la ligne d'eau pour les hautes eaux : 290 m³/sec. et même pour le débit 148 m³/sec. vers les axes A2, A3.

On a adopté pour les chiffres des débits ceux qui ont été relevés à Ayamé où les observations fréquemment contrôlées ont été effectuées beaucoup plus consciencieusement qu'à Aboisso. Pour les points les plus importants, la concordance entre les débits à Ayamé et à Aboisso est satisfaisante.

A titre de vérification, on a comparé les différences de niveau pour différents points entre basses eaux et hautes eaux.

On trouve pour les points suivants :

Echelle dite du barrage
RN7 = H 290 - H 20 = 1,77 m.

Immédiatement à l'aval
des rapides C (seuil amont) = H 270 - H 17 = 2,29 m.

Point T 34 = H 290 - H 36 = 0,47 m.
(Le débit total se partage entre deux bras à peu près indépendants. - Le bras du point T 34 est tout à fait secondaire).

Point T 47 = H 290 - H 20 = 0,92 m.
(Lit relativement large).

Point T 57 = H 290 - H 36 = 0,97 m.
(Lit relativement large).

Point T 61 = H 290 - H 36 = 1,25 m.
(Le lit se resserre).

L'amplitude des variations de niveau correspond bien aux dimensions des sections de contrôle immédiatement à l'aval du point considéré.

Par exemple, à l'échelle du barrage, l'amplitude est relativement forte; l'échelle est pourtant dans une section large, mais la configuration du lit est telle que le niveau est commandé par le verrou étroit situé immédiatement à l'aval.

Au contraire, à l'amont du point B, la section très large et à forte pente, entraîne une faible amplitude. Ce phénomène est d'ailleurs exagéré par un ensemble d'îlots qui isolent pratiquement le bras de la rive droite où ont été pris les cotes, du bras rive gauche, lequel, en crue, absorbe presque tout le débit. La différence de niveau entre les deux bras est d'ailleurs relativement forte surtout en crue.

Les conditions de l'écoulement sont différentes vers A₂ et A₃ où le rideau d'îlots est mince, peu continu, de sorte que tout se passe comme si on avait à faire à une section unique, assez resserrée d'ailleurs ainsi que le montre l'importance de l'amplitude et les profils en travers A₂, A₃.

Des calculs d'écoulement ont permis de vérifier vers A₂-A₃ le tracé des profils des lignes d'eau.

Ils ont donné des valeurs de coefficients de GANGUILLET, KUTTER et de STRICKLER très vraisemblables : respectivement 1 et 0,6.

Le lit parsemé de gros blocs est extrêmement irrégulier.

Le plan donne le profil des diverses lignes d'eau ainsi reconstituées. Les courbes ci-jointes donnent approximativement pour les profils A₂ et A₃, les cotes de restitution pour les divers débits.

Pour les axes A₂ et A₃, les parties basses de la courbe sont assez précises, pour 300 m³/sec., la précision est de l'ordre de

A03
LA BIA

ECHELLE DU BARRAGE

RELEVÉ DES HAUTEURS D'EAU

Dates	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
1				228		
2		268	364			339
3				240	208	
4						343
6			340			340
7			326			
8				265		
9			297		244	
12					260	
13				238		324
14			292			344
16	209	341			242	
18				193		331
19			310			
20	225	336			250	
21	231	319				
22	242				330	
23			295	205		325
24					405	
25	237					354
26	226		271			
27	190			190		
28					350	337
29	208		247			
30	234	354		182		
31	251					

Nivellement de l'échelle :

Le zéro de l'échelle est à la cote 59,16 mètres.

A03
LA BIA

AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA BIA

COTE D'IVOIRE

Relevé des hauteurs d'eau

MOIS DE NOVEMBRE 1952

Echelle d'Ayamé		Echelle d'Aboisso		Echelle du Barrage
Jours	7h.	18h.	7h.	
1	212	205	305	
2	200	199	310	
3	199	198	295	
4	196	209	290	
5	209	206	295	327
6	206	205	300	
7	202	219	300	
8	216	213	295	
9	217	203	295	
10	208	195	290	
11	198	188	275	
12	192	180	255	
13	185	172	245	
14	176	168	240	
15	170	167	240	299
16	163	174	235	
17	166	178	230	297
18	178	172	230	305
19	178	164	225	301
20	168	158	225	
21	162	150	225	292
22	145	139	220	282
23	135	120	210	269
24	125	110	215	257
25	112	112	Le lecteur n'a pas fait son travail	
26	108	106		
27	106	106		
28	106	106		
29	108	106		
30	106	106		

AO3
LA BIA

AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DE LA BIA

COTE D'IVOIRE

Relevé des hauteurs d'Eau

MOIS DE DECEMBRE 1952

Echelle d'AYAME			Echelle d'Aboisso		Echelle du barrage
Jours	7h.	18h.	7h.		
1	100	97	165		
2	92	96	160		
3	92	94	165		225
4	94	96	175		223
5	99	96	155		
6	99	100	155		227
7	100	102	155		230
8	106	107	165		238
9	105	103	150		234
10	108	104	150		238
11	100	96	145		
12	95	93	135		224
13	92	92	130		220
14	86	84	120		
15	86	86	120		
16	86	86	115		
17	82	82	110		205
18	81	80	110		203
19	80	84	110		201
20	82	82	110		
21	82	82	110		
22	83	84	110		205
23	95	102	120	217 à 9h.	227 à 16h.
24	112	118	150		244
25	126	126	160		259
26	126	124	180		257
27	120	100	170		
28	100	98	150		
29	94	94	145		
30	93	93	130		230
31	92	92	120		

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA

A2) ETUDES TOPOGRAPHIQUES

I - NOTE SUR L'EXECUTION
DES RELEVES TOPOGRAPHIQUES

Mai 1953

Les études topographiques qui ont été effectuées sur le terrain de Janvier 1952 à Février 1953 avaient pour objectifs principaux :

- 1°) un levé de la retenue au 1/20.000°
- 2°) un levé de l'emplacement du barrage au 1/1.000°

Ces levés, rendus difficiles en une région où la forêt tropicale masque les grandes lignes du relief, n'ont pu que, dans une assez faible mesure, tirer parti de documents déjà existants. Ceux-ci comprenaient surtout les levés effectués en 1949 par la première mission E.D.F. et notamment un plan au 1/5.000° de l'emplacement du barrage et de la zone des chutes. (La retenue n'avait par contre été l'objet que de reconnaissances sommaires). En outre, on a pu utiliser une petite partie d'un profil en long de la route administrative effectué par le Bureau Technique d'Etudes (LUTZ) entre ABOISSO et AYAME. Malheureusement, aucune photographie aérienne n'a pu être exploitée; celles que la mission avait faites tirer se sont, en effet, avérées inutilisables par suite d'une trop forte couverture nuageuse.

I/ LEVE DE LA RETENUE

Le but principal de ce levé au 1/20.000° était de déterminer la courbe de remplissage de la retenue jusqu'à la cote 92. Il devait, en outre, permettre, le cas échéant, de préciser la cote des cols éventuels qu'il y aurait lieu de barrer pour éviter des contournements possibles du barrage principal.

Etant donné la forme allongée de la retenue et la faible hauteur prévue pour le barrage, il était nécessaire que ce levé soit précis, non seulement en planimétrie mais surtout en altimétrie.

On a donc effectué en premier lieu un nivellement direct doublé d'un cheminement tachéométrique qui suit approximativement l'axe de la retenue. Sur ce cheminement principal, exécuté de façon à offrir de sérieuses garanties de précision, sont venus se greffer les cheminement secondaires de nivellement et les antennes tachéométriques.

A) CHEMINEMENT PRINCIPAL :

Plutôt que de suivre exactement le cours assez sinueux de la BIA, on a jugé préférable d'effectuer le cheminement principal en empruntant un tracé plus direct et mieux dégagé. Les opérations de nivellement y ont gagné en rapidité, en facilité d'exécution et surtout en précision.

Entre la zone des chutes et le village d'AYAME, le cheminement principal longe la rive droite de la BIA en suivant l'ancienne voie Decauville qui relie NIAMIANKRO à AYAME. En amont d'AYAME et jusqu'à YAOU, il emprunte la route administrative qui vient d'ABOISSO et qui, à trois ou quatre kilomètres de distance, suit une direction sensi-

blement parallèle au cours de la BIA. Enfin, au-delà de YAOU, le cheminement principal rejoint le bord du fleuve en suivant une ancienne route secondaire.

Pour éliminer les erreurs, le cheminement principal a été effectué suivant deux nivellements parallèles : pour chaque station de l'appareil et pour chaque visée avant et arrière, la mire était successivement placée sur un piquet d'environ 15 cm., puis directement sur le sol. L'opérateur vérifiait que l'écart entre lecture sur piquet et lecture au sol était le même pour le coup avant et le coup arrière. Cette méthode a permis d'éviter le retour à l'origine, d'autant plus qu'on a disposé, par la suite, d'un nouveau moyen de contrôle. Pour améliorer la mise en place du cheminement principal, on l'a en effet doublé d'un cheminement tachéométrique. Une dernière vérification a pu être effectuée entre AYAME et YAOU grâce à un cheminement tachéométrique empruntant, sur la rive droite, la route d'une société d'exploitation africaine (S.A.B.) puis une ancienne route secondaire.

Les mesures de nivellement du cheminement principal ont été exécutées avec les précautions habituelles :

- appareil sensiblement équidistant des points avant et arrière (distance moyenne d'environ 75 m);
- fin calage sur les deux faces de la fiole;
- lecture au millimètre;
- verticalité de la mire contrôlée par nivelle sphérique
- repère sur roche en fin de journée, dans la mesure du possible.

L'appareil employé était un niveau réversible MORIN, type "Indochine", grand modèle.

REPERES du NIVELLEMENT PRINCIPAL

Repères	Cote	Situation
R.N.7	61,68	En bordure voie Decauville, avant un ponceau sur marigot - 1 km. environ en aval du barrage.
R.N.8	65,85	Emplacement barrage (disparu)
R.N.1	76,25	AYAME
R.N.2	85,06	AFERE
R.N.3	98,96	N'DAKRO
R.N.4	88,44	SANHOUKRO
R.N.5	89,00	YAOU
R.N.6	84,05	Bord fleuve - Nord-Ouest de YAOU
R.T.1 (born. taché)	112,05	Plantation en bordure route administrative
A	94,54	DIENFESSO (croix gravée sur rail)
AB 95	79,16	TAMIN (piquet bois)

N.B. - La cote indiquée pour les repères du nivellement principal correspond à la partie supérieure des boulons métalliques scellés sur les bornes en béton.

Levé de l'emplacement du barrage

COORDONNEES des POINTS PRINCIPAUX

Points	X	Y	Z
R.N.7	20.000,00	50.000,00	61,68
T.18	19.644,81	50.483,89	64,84
T.22	19.585,82	50.715,93	66,28
T.30	19.696,99	51.061,48	67,67
B	19.645,62	50.522,80	65,04
C	19.591,84	50.823,84	67,10
B.G.4	19.499,15	50.694,35	99,09
B.H.3	19.469,59	50.733,97	106,26
B.C.4	19.509,83	50.631,33	108,89
B.K.1	19.684,55	50.738,98	63,34
B.K.2	19.689,19	50.737,96	63,46
B.K.3	19.726,05	50.739,21	65,74
B.K.10	19.995,68	50.832,74	87,83
B.K.15	20.999,97	50.769,80	84,43
B.K.22	20.403,30	51.031,20	85,57
B.K.25	20.460,10	51.132,71	101,18
B.P.5	19.794,46	50.507,43	64,61
B.P.15	20.146,40	50.567,00	72,13
B.P.25	20.464,01	50.750,34	68,88
B.P.32	20.584,24	51.056,89	112,04
T.L.X.3	19.711,41	51.072,12	64,72
T.L.9	19.846,64	51.031,62	77,88
Be 9	20.013,85	51.161,40	81,47

1 km. environ en aval du barrage; cette borne R.N.7 a été rattachée à la borne R.N.1;

- Matérialisation des sommets de la polygonaion :

Points B et C : tirefonds bétonnés

Points T18 à T30 : croix sur rail

Points BK2, BK3, BK10, BS6, BPal : croix sur rocher

Points BK1 : tirefond vissé sur racine (disparu)

Autres stations : piquets en bois de section carrée et peints en rouge. Une trace a été faite sur l'arbre le plus proche.

Au total, le levé de l'emplacement du barrage a comporté 12 km. de cheminement tachéométrique.

III/ LEVES DIVERS

Outre ces deux plans principaux ont été effectués :

- a) un relevé du profil en long de la ligne d'eau depuis le repère C jusqu'au profil A₂.
- b) un levé de détail du lit de la BIA dans la zone C (reporté sur le plan principal du barrage zone C).
- c) un levé complémentaire au 1/1.000^e de la zone d'implantation du barrage, axe B, complétant vers le Nord le plan principal qui a été l'objet du chapitre précédent.
- d) deux profils en travers vers l'extrémité amont des rapides.
- e) un levé au 1/20.000 du col de DIEMFESSO.

Nous citerons également dans ce chapitre une reconnaissance de la route d'accès au barrage et une reconnaissance de la ligne H.T.

a) Profil en long de la ligne d'eau

Ce profil a été levé en Mai 1953. Il avait essentiellement pour objet la détermination des conditions de restitution pour les diverses variantes d'implantation de l'usine barrage depuis le profil A₂ (voir croquis ci-joint) jusqu'à la zone d'implantation C.

Ce profil a été presque entièrement levé le 22 Mai 1953 au moyen d'un tachéomètre auto-réducteur Sanguet.

Le point de départ du nivellement était constitué par la borne C. Le nivellement a suivi la voie ferrée, les vérifications étaient facilitées par l'utilisation des repères T₂₆ à T₆₅ (croix gravées sur les rails métalliques) correspondant aux relevés topographiques de 1952.

L'écart maximum sur les cotes n'a pas dépassé 1 cm. Les points d'eau ont été pris à partir de ce cheminement dans les meilleures conditions : une seule visée à partir de la voie a suffi dans la totalité des cas.

La cote de la BIA à AYAME a été relevée par le topographe lui-même le jour du levé : $h = 0,99$.

On trouvera le profil en long dans le présent sous-dossier.

Il a pu être complété :

- par un relevé de la ligne d'eau effectué en crue au voisinage de la borne C (30 Juin 1952)
- par quelques points d'eau pris en 1952 lors du levé de la partie aval de la retenue
- par les observations limnimétriques à l'échelle du barrage.

Ces données sont exploitées dans le sous-dossier A₄ Etudes Hydrologiques, pièce II Etude de la cote de restitution.

b) Le levé de détail du lit de la BIA avait pour objet de compléter le plan IVO 4134 en vue de déterminer les conditions topographiques de fondation de la centrale et de l'ouvrage central en béton sur le seuil rocheux à l'extrémité amont de la zone C.

Ce plan n'avait pu être levé à temps par suite de la cote trop élevée de la BIA. Il a été effectué au tachéomètre Sanguet et reporté sur le plan IVO 4134.

Origine des coordonnées : la borne C.

c) Le meilleur profil de la zone C ayant été éliminé à la suite des constatations effectuées lors de la campagne de sondages, il n'était pas impossible que la zone B ne présente pas de tracés supérieurs aux deux tracés possibles de la zone C.

Or, la zone B, en bordure du plan IVO 4134, avait été représentée de façon schématique uniquement pour donner une idée des mouvements de terrain au Nord de la zone C.

Un levé régulier s'avérait nécessaire.

Un plan au 1/1.000^e a donc été levé en Avril-Mai 1953.

L'appareil employé était un tachéomètre Sanguet.

Les cheminements principaux étaient constitués sur la rive droite par un cheminement droit de 350 m. (de 7 stations), sur la rive gauche par deux cheminements (de 12 et 9 stations) se rejoignant sur une borne repère.

Ces cheminements correspondaient à deux axes

LEVE DE L'EMPLACEMENT DU TRACE B

Coordonnées des stations

Stations	X	Y	Z
S Rail	19.688,25	51.079,29	67,78
1	19.664,96	51.058,04	72,70
2	19.639,60	51.021,03	80,60
3	19.620,87	50.990,87	83,64
4	19.581,42	50.969,97	85,67
5	19.539,79	50.907,55	87,98
6	19.499,99	50.849,63	94,78
S BIA	19.702,91	51.104,30	65,35
7	19.493,54	50.807,93	100,01
8	19.771,47	51.119,94	63,22
9	19.807,86	51.091,93	63,91
9bis	19.832,30	51.068,67	71,86
10	19.862,40	51.039,23	78,96
11	19.898,83	51.041,82	79,20
12	19.942,63	51.064,00	78,33
13	19.987,87	51.091,06	77,70
14	20.014,65	51.166,44	81,50
15	20.028,19	51.204,30	83,07
16	20.059,06	51.242,31	85,44
17	20.096,98	51.257,08	86,26
18	20.181,57	51.263,34	89,30
21	19.807,24	51.194,48	65,24
22			64,15

Stations	X	Y	Z
23	19.841,80	51.202,36	66,04
24	19.830,52	51.134,44	65,46
25	19.670,20	51.088,41	67,73
26	19.636,30	51.085,14	67,26
28	19.631,75	51.051,56	74,56
29	19.595,15	51.008,73	80,04
30	19.563,22	50.980,72	81,20
31	19.489,57	50.929,95	77,93
32	19.431,57	50.877,86	79,43
33	19.493,21	50.895,99	86,43
34	19.543,99	50.853,20	91,52
35	19.879,98	51.234,27	64,19
36	19.910,85	51.277,10	74,67
37	19.953,63	51.280,84	78,39
38	20.001,76	51.290,12	82,29
39	20.043,51	51.288,41	85,02
40	20.094,06	51.281,03	86,50
41	20.142,92	51.272,06	88,29
42	20.248,37	51.247,06	93,08
43	20.283,40	51.228,46	93,79
44	20.344,39	51.221,42	94,55
45	19.712,12	51.141,29	65,90
46	19.730,29	51.183,97	65,39
47			67,84
48	19.957,12	51.261,38	77,95
49	19.981,95	51.234,92	80,16
50	19.951,28	51.201,78	76,85
51	19.918,54	51.198,02	64,50

possibles d'implantation du barrage.

L'origine a été constituée par les repères

- T₃₁ de cote 67,73 m.

- T₃₂ " " 67,62 m.

Ces deux repères sont constitués par des croix faites au burin sur le rail de la voie Decauville parallèle à la BIA.

Tous les affleurements rocheux ont été déterminés soit par le géologue lui-même, soit d'après ses estimations.

d) Deux profils en travers, A₂ et A₃, ont été levés immédiatement à l'aval de l'axe A (voir plan IVO 4037 et IVO 4138).

L'exécution de ces profils répondait à la même préoccupation que celle du plan précédent. Mais, étant donné que l'intérêt de la zone A était moindre que celui des zones B et C par suite du lourd handicap d'une ^{cote de} restitution plus élevée, les études topographiques ont été beaucoup moins poussées.

Des points de détail ont été pris de part et d'autre des profils ce qui a permis, avec l'aide des cheminement de la partie aval de la retenue, de mettre au point une esquisse au 1/2.000° de la zone A₂ - A₃.

e) Le col de DIEMFESSO était susceptible de représenter un des points les plus dangereux de la retenue, l'altitude de ce col étant très voisine de la cote maxima prévue pour la retenue : cote 92.

C'est pourquoi un levé au 1/20.000° a été exécuté au tachéomètre Sanguet à partir du repère A du nivellement (croix au burin sur rail de la voie Decauville).

f) Route d'accès

Les reconnaissances pour le tracé de la route d'accès n'ont pas été suivies de levés réguliers.

Le meilleur tracé serait constitué par la voie ferrée à partir du village de AHENDA (AHUNTA sur la carte) jusqu'au barrage.

La dérivation depuis AHENDA aurait une longueur de 6 km. environ, la pente est assez douce et régulière alors que la route actuelle présente deux fortes côtes entre AHENDA et AYAME.

La plate-forme de la voie ferrée pourrait être utilisée, elle n'a subi aucun dommage depuis de nombreuses années.

Des élargissements seraient nécessaires par endroit entraînant des terrassements notables du côté des collines bordant la BIA. Quelques rechargements à prévoir, nombreux ponceaux à exécuter.

g) Ligne haute tension

La ligne fait l'objet de reconnaissances dont on trouvera les résultats dans le sous-dossier : "ligne haute-tension".

Le profil complet de la ligne sera à lever par le constructeur.

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer. -

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME

SUR LA BIA

A₁) ETUDE ECONOMIQUE

Juillet 1953

III) PREVISIONS DE DEVELOPPEMENT DE LA CONSOMMATION -

A l'heure actuelle, les prévisions sont encore assez difficiles à déterminer.

La production de la centrale d'ABIDJAN, calculée sur les bases du premier trimestre 1953, correspond ainsi que nous l'avons vu plus haut, à environ 5.000.000 kWh.

Il est difficile de partir de cette donnée pour estimer les besoins dans un proche avenir, car la production totale des nombreux groupes autonomes installés à ABIDJAN est assez mal connue.

Cependant, suivant les estimations récentes de la Société ENERGIE ELECTRIQUE DE LA COTE D'IVOIRE, on peut penser que du fait des très nombreux branchements en cours d'exécution la consommation sera de 10.000.000 kWh en 1954 et de 15.000.000 kWh en 1955.

A partir de cette époque, les retards dans la réalisation des branchements ayant été rattrapés, la progression deviendra normale. On devra alors compter sur un taux d'augmentation annuel de 15 % au moins. Ce chiffre correspond certainement à une limite inférieure. Nous le retiendrons cependant pour les calculs de rentabilité qu'il est préférable de mener avec prudence.

Mais, dans l'étude des ouvrages, on prévoira des moyens de production permettant de faire face à des taux d'augmentation plus élevés. Il serait dangereux, en effet, de prévoir un équipement qui s'avérerait insuffisant dès la mise en service de la centrale.

Le graphique n° 2 a été établi à partir de ces données: on voit que la consommation annuelle serait de 15.000.000 kWh en 1955 et 30.000.000 kWh en 1960.

.../..

Il s'agit de quantités d'énergie mesurées aux bornes Haute Tension du réseau d'ABIDJAN.

Le graphique n° 3 donne la courbe de charge probable prévue pour l'année 1955.

IV) DEVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION -

La centrale peut, dans le stade actuel, assurer sans difficulté la fourniture de 10.000.000 kWh (4.000 kW équipés).

Nous avons vu que la consommation d'ABIDJAN, en 1954, correspondra sensiblement à ce chiffre (elle le dépassera légèrement en tenant compte des pertes en ligne).

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, il a été décidé de porter, dans un délai de deux ans, la puissance de la centrale thermique à 8.000 kW ce qui permettra alors de garantir une fourniture de 4.000 kW, la productibilité correspondante passant à 18.000.000 kWh (consommation prévue pour 1956).

On constate qu'en 1956 l'augmentation de la puissance disponible se pose à nouveau.

ELECTRICITE DE FRANCE
Service des Etudes d'Outre-Mer

-:-:-:-:-:-:-:-:-:-

AMENAGEMENT DES CHUTES D'AYAME
SUR LA BIA

A2) ETUDES TOPOGRAPHIQUES

III - COURBE de REMPLISSAGE de
la RETENUE

Mai 1953

COURBE DE REMPLISSAGE DE LA RETENUE

On a déterminé au planimètre pour différentes cotes les valeurs de la surface de la retenue, ce qui a permis de dresser la courbe de variation de la superficie en fonction de la hauteur de la retenue. Une seconde série de mesures au planimètre à partir de cette courbe a permis de déterminer une série de valeurs du volume. Il a été ainsi possible de tracer point par point la courbe de remplissage.

Les extrémités amont de la retenue dans les vallées du TAMIN et de la BIA, n'ont pas fait l'objet de relevés réguliers, les volumes des retenues correspondant à ces fonds de vallées sont relativement peu importants et ne justifiaient pas de relevés extrêmement longs et pénibles dont l'exécution aurait risqué de gêner les études des parties plus importantes de l'aménagement.

Il est à considérer qu'en négligeant ces queues de retenue, on constituait une marge de sécurité et que dans ces conditions les volumes donnés par la courbe de remplissage correspondant à des estimations par défaut.

-:-:-:-:-

SUPERFICIE et VOLUME de la RETENUE
en FONCTION de la COTE de REMPLISSAGE

=====

Cote m.	Surface km ²	Volume m ³
70	0,4	
75	10,4	21,2 x 10 ⁶
77	17,6	48,8 "
80	29,3	118,0 . "
83	44,6	227,6 "
85	59,6	329,2 "
88	75,1	533,6 "
90	173,2	692,8 "
92	219	876 "

