

GI. 00063

UD 00064 → 000

Bulletin n° 62

MISSION D'AMENAGEMENT DU SENEGAL

BARRAGE DE DAGANA

2- NOTE COMPLEMENTAIRE SUR LE CHOIX DE  
L'EMPLACEMENT ET LES NOUVELLES  
RECONNAISSANCES A EFFECTUER

1- NOTE SOMMAIRE SUR LE CHOIX D'UN EMPLA-  
— CEMENT, PAR LA

JANVIER 1956

SO.GE.TIM

SOCIETE D'ETUDES ELECTRIQUES  
ET HYDRAULIQUES DU MAROC

Casablanca, le 15 Février 1956

## ETUDE DU BARRAGE DE DAGANA SUR LE SENEGLAL

NOTE COMPLEMENTAIRE SUR LE CHOIX DE L'EMPLACEMENT ET LES  
NOUVELLES RECONNAISSANCES A EFFECTUER

## I - PREAMBLE

Dans une note du 4 Janvier 1956, nous avons exposé les résultats de la campagne de sondages de reconnaissances faite en 1955 dans le Fleuve SÉNÉGAL entre KEUR MOUR et RICHARD-TOLL.

Nous avons indiqué que, l'après les éléments fournis par ces sondages, ainsi que par les essais de laboratoire effectués sur des échantillons des terrains de fondation, l'emplacement dit du profil 12, situé légèrement en amont de l'île DJARAFF, semblait pouvoir convenir à l'implantation du barrage envisagé, sous réserve que les charges des ouvrages reportées par des pieux sur le banc calcaire rencontré vers la cote - 20 ne provoquent pas des tassements incompatibles avec la tenue de ces ouvrages.

Nous souhaitions, en conséquence, que ces reconnaissances complémentaires pussent être entreprises au stade même de l'avant-projet en vue de préciser les caractéristiques mécaniques du banc calcaire et des couches sous-jacentes au profil 12.

Nous proposons également de compléter l'étude des matériaux du lit à l'emplacement dit de KEUR MOUR qui, techniquement, présenterait certains avantages en raison des faibles profondeurs d'eau et de la nappe sableuse du fond constatée dans le sondage n° 1, à condition que des comparaisons d'ordre économique avec l'emplacement du profil 12 ne conduisent pas d'embûche à l'abandonner.

A la demande des Maîtres de l'Ouvre, nous sommes amenés, dans la présente note, à préciser notre point de vue sur les deux questions suivantes :

- Est-il nécessaire d'exécuter de nouveaux travaux de reconnaissance pour établir l'avant-projet des ouvrages en rivière sur des bases techniques valables ou pour obtenir une estimation plus précise du coût de ces ouvrages ?
- Dans l'affirmative, quelle serait la nature et l'importance des reconnaissances complémentaires à entreprendre pour lever les incertitudes fondamentales qui subsistent encore sur les conditions de fondation ou sur les dépenses ?

Nous répondrons successivement à ces deux questions dans les chapitres II et III ci-après puis, dans le chapitre IV, nous reviendrons sur les comparaisons économiques qui étaient simplement mentionnées dans la note du 4 Janvier. Enfin, nous aborderons, dans un dernier chapitre, le problème annexe des essais hydrauliques sur ce modèle.

### III - NÉCESSITE D'UN COMPLÉMENT DE RECONNAISSANCE -

#### 1° - Emplacement du profil 12

Dans la note précitée du 4 Janvier, nous avions fait ressortir l'impossibilité d'appuyer le barrage et les ouvrages annexes sur les terrains hétérogènes et, pour une part importante, trop compressibles, rencontrés au-dessus du banc rocheux et, par conséquent, l'obligation d'utiliser ce banc comme fondation, malgré sa profondeur. Ce point semble suffisamment établi par les essais effectués au laboratoire de CASABLANCA et dont nous transmettons ci-joint le compte-rendu.

Il paraît donc inutile, pour l'avant-projet, de compléter la reconnaissance des couches à traverser pour atteindre le calcaire, les techniques des pieux ou des caissons devant s'accommoder assez facilement de toutes les variétés de sols rencontrées.

Au point de vue de l'estimation du prix des ouvrages, les sondages de 1955, tout incomplets qu'ils soient, peuvent également fournir des éléments suffisants puisqu'ils fixent la cote probable du calcaire en deux points et que la surface du banc rocheux semble pouvoir être assez bien définie, sur l'étendue des fondations, à partir des deux sondages existants.

Encore que la connaissance d'un ou deux points supplémentaires dans un profil puisse fournir un élément précieux sur la continuité et sur le pendage possible du banc calcaire, ce n'est cependant pas essentiellement pour augmenter le degré d'approximation des avant-métrés et du devis estimatif que les reconnaissances complémentaires doivent être entreprises.

Par contre, l'épaisseur et la structure du banc rocheux, ainsi que la nature et les caractéristiques de compressibilité des formations sous-jacentes à ce banc, constituent des données fondamentales dont l'absence ou l'imprécision sont de nature à faire peser des doutes sur la validité de l'avant-projet de barrage tel qu'on l'envisage actuellement.

En effet, le problème des fondations de l'ouvrage revient à calculer les déformations, sous l'action d'un système de charges dont on connaît l'ampleur et la répartition, d'un matelas incompressible et pouvant être souple ou rigide, reposant sur un terrain beaucoup plus tendre et dont la compressibilité est inconnue.

Les seuls éléments dont on dispose sont :

- Quelques carottes de calcaire représentant un pourcentage très réduit de l'ensemble du banc, dont l'épaisseur n'a d'ailleurs été déterminée qu'en un seul point;
- Des échantillons d'argile sous-jacente totalement remaniés et n'ayant pu fournir au laboratoire que des indices de plasticité particulièrement élevés caractérisant un sol très argileux mais qui, en place, peut avoir des comportements et donc des possibilités de tassement extrêmement variables.
- et un seul essai standard de pénétration ( $H = 7$ ) indiquant un terrain mou, comparable à certaines des argiles vaseuses rencontrées au-dessus du calcaire et déjà bien analysées, ce qui, à priori, semble un peu surprenant.

D'après ces données bien incomplètes, on peut faire plusieurs hypothèses :

- 1° - Le banc rocheux est naturellement fragmenté et hétérogène; dans ce cas, il peut être considéré seulement comme un ballast incompressible dont le rôle se bornera à répartir les charges, de façon quasi-uniforme, au toit de la couche compressible sous-jacente qui interviendra ainsi directement dans les tassements des ouvrages.
- 2°) - Ce banc a une continuité et une rigidité suffisantes pour qu'on puisse demander à la dalle qu'il constitue de mobiliser, sans se rompre, une certaine résistance à la traction; dans ce cas, l'application des charges provoquera un fléchissement de la dalle qui sera ainsi soumise à des moments de flexion.
  - a) Si les contraintes de traction résultant de ce moment sont supérieures à la résistance du calcaire, on sera ramené sensiblement à l'hypothèse n° 1

b) Si la résistance à la traction moyenne permet à la dalle de résister efficacement, les déformations seront insignifiantes et les tassements du terrain sous-jacent ne seront pas à redouter pour les ouvrages.

Nous avons cherché à préciser les conditions correspondantes aux diverses hypothèses précédentes.

Par prudence, nous avons admis que l'épaisseur moyenne du banc calcaire ne dépassait pas 6 m, alors que le sondage n° 7 a traversé plus de 7 m de rocher.

Dans la première hypothèse ci-dessus : calcaire fragmenté constituant un simple ballast, la charge supplémentaire moyenne transmise par les piles du barrage, qui est de l'ordre de 2,8 kg.cm<sup>2</sup> à la base des pieux, dépasserait encore sensiblement 1 kg sur l'argile après répartition par la couche pierruse.

Les tassements de l'argile par consolidation pourraient alors apparaître inadmissibles s'il s'agit d'argiles molles analogues aux formations rencontrées au-dessus du calcaire et d'épaisseur indéfinie. Dans le cas d'argiles plus compactes, ou de sols compressibles mais d'épaisseur limitée, les tassements pourraient, au contraire, demeurer dans des limites acceptables.

Il est sans intérêt de donner ici les valeurs possibles des tassements dont on ne pourrait d'ailleurs que calculer les limites supérieures dans différentes hypothèses sur la nature des argiles de base, mais il paraît essentiel de noter que ces valeurs finales des tassements sont susceptibles de varier dans des limites très étendues (de l'ordre de 1 à 10) suivant les caractéristiques des argiles, et, notamment, leurs pressions de consolidation.

On voit ainsi l'importance extrême que présente une connaissance suffisamment précise de ces caractéristiques dans l'hypothèse considérée et nullement improbable où le calcaire jouerait uniquement le rôle d'un ballast de répartition.

Pour étudier la 2ème hypothèse dans laquelle on suppose que le calcaire se comporte comme un pseudo-radier ayant une rigidité propre, on a admis que le module élastique moyen du rocher serait de 70.000 kg/cm<sup>2</sup>, valeur moyenne déterminée sur plusieurs échantillons.

Pour le calcul des contraintes dans la dalle rocheuse, on a supposé, successivement, que cette dalle reposerait sur des argiles de caractéristiques bien différentes :

- soit sur des argiles molles analogues aux silt-sables vaseux, partiellement compressibles rencontrés au-dessus du calcaire dans les sondages n° 6 à 9 et dites du SÉNÉGAL,
- soit sur une argile plastique plus compacte et moins compressible que la précédente, d'un type bien étudié au MAROC (argile dite de SAIFI)

L'argile, de caractéristiques pratiquement inconnues, qui se trouve sous le calcaire, pourrait en effet correspondre à un type intermédiaire entre les deux variétés extrêmes définies ci-dessus.

Dans les deux cas, on a considéré l'épaisseur de la formation argileuse comme pratiquement indéfinie à l'échelle des ouvrages.

Le calcul d'une dalle rigide reposant sur un substratum plus déformable n'est pas des plus simples, mais il existe actuellement plusieurs méthodes qui permettent de l'aborder (1) et un premier essai en a été fait grâce à la collaboration efficace du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes de CASABLANCA, déjà spécialisé dans cette question. Cette étude préliminaire a permis de déterminer, avec un recouvrement satisfaisant entre les deux méthodes utilisées, l'ordre de grandeur des contraintes de traction qui seraient appliquées à la base du banc calcaire.

Dans le cas particulier du barrage de DAGANA, le problème ci-dessus est encore compliqué par la discontinuité des surfaces chargées correspondant aux piles et aux radiers intermédiaires et par la répartition non uniforme des charges. On donc dû faire des hypothèses simplificatrices, consistant notamment à admettre des taux de chargement uniforme sur la base des piles et des radiers (ce qui n'est pas éloigné de la réalité dans la solution d'un barrage à vannes plates), et à considérer d'abord une pile isolée, puis un ensemble de piles et de radiers dont les éléments réagissent les uns sur les autres à la façon d'un système continu.

Sans entrer dans le détail des calculs, effectués rapidement et qui demandent encore certaines vérifications et mises au point, on peut noter que les contraintes maxima de traction développées à la base de la dalle calcaire pourraient atteindre des valeurs de l'ordre de 20 kg/cm<sup>2</sup> avec une argile de base type SÉNÉGAL.

---

(1) Cf. notamment : - G. PICKETT et G. K. ROY : Influence Charts for concrete pavements - Proceedings A.S.C.E., Avril 1950, séparaté n° 12.  
et - K. TERZACHI : Evaluation of coefficients of subgrade reaction, Géotechnique, Décembre 1955.

Ces taux de traction peuvent varier dans les limites relativement larges, suivant les valeurs attribuées à la puissance et au module élastique de la dalle calcaire ainsi qu'à l'épaisseur et à la compressibilité des terrains sous-jacents.

Les méthodes qui ont servi à déterminer les contraintes dans l'hypothèse ci-dessus ayant été mises au point principalement pour les revêtements superficiels de pistes d'envol, on peut y objecter qu'elles ne tiennent pas compte de l'effet de frettage de la dalle calcaire débordant largement les surfaces chargées et serrée entre deux couches de terrain, donc soumise de ce fait, à des compressions sur ses différentes faces. Mais il est facile de voir qu'en réalité, ce frettage reste faible vis à vis de l'effort principal de flexion considéré et que ses effets, favorables à priori, peuvent être pratiquement négligés dans un calcul de cet ordre.

Il n'a pas été possible, sur les échantillons de calcaire dont nous disposions, d'entreprendre des essais de résistance à la traction de ce matériau (qui sont en réalité des essais de flexion sur éprouvettes de longueur suffisante) et par conséquent, de déterminer une limite de contrainte admissible.

D'autre part, on ignore complètement le degré réel de fissuration du banc, et par conséquent, la possibilité de son comportement en radier. Il n'est pas interdit de supposer que ce banc doive jouer un rôle intermédiaire entre les deux cas limites exprimés : ballast ou dalle.

Les développements qui précèdent, malgré leur caractère hypothétique, ont au moins le mérite de mettre en évidence l'importance sur le comportement des ouvrages, des caractéristiques du calcaire et des argiles sous-jacentes, même dans une simple étude d'avant-projet.

C'est pourquoi nous jugeons absolument indispensable une reconnaissance complémentaire de ces terrains.

## 2° - Emplacement de KEUR MOUR

L'unique sondage qu'on a effectué à cet emplacement en 1955 a rencontré des formations essentiellement sableuses sur une quinzaine de mètres de profondeur, mais aucun échantillon intact n'a été prélevé, et aucun essai de perméabilité n'a été fait dans ces terrains.

De plus, on ignore si un banc calcaire semblable à celui qui a été détecté plus à l'aval existe réellement à KEUR MOUR, le sondage n° 1 ayant été arrêté alors qu'il rencontrait quelques éléments calcaires, sans avoir traversé de formation rocheuse apparemment continue.

Il serait donc tout à fait regrettable que l'on pût préciser les caractéristiques des sables : granulométrie, perméabilité, et vérifier la présence, la cote et l'épaisseur du banc rocheux supposé.

Les comparaisons économiques faites entre les différents emplacements de barrage ont montré, en effet, que si l'on pouvait éviter des fondations profondes sur pieux à KEUR MOUR, cet emplacement sera sans doute à considérer concurremment à celui du profil 12, malgré l'augmentation de longueur de certains ouvrages annexes. Nous reviendrons sur ce point au chapitre IV, ci-après.

### III - DEFINITION ET COUT DES RECONNAISSANCES COMPLEMENTAIRES MINIMA

Il résulte de ce qui précède qu'une meilleure connaissance de terrains de fondations apparaît indispensable aux deux emplacements du profil 12 & de KEUR MOUR.

Pour les études d'avant-projet, on pourrait, à la rigueur, se contenter d'un seul élément de reconnaissance nouveau à chacun des emplacements, à condition qu'il fournisse bien les données recherchées et qu'il se raccorde valablement avec les sondages précédents.

Il faut donc souligner que, si l'élément unique envisagé, aussi bien à KEUR MOUR qu'au profil 12, faisait apparaître des renseignements nouveaux et imprévus concernant la position ou la nature des couches de fondation, on pourrait être amené à étendre davantage les reconnaissances complémentaires.

Differents procédés sont à priori utilisables pour l'étude des terrains en profondeur :

- forages analogues à ceux exécutés en 1955 dans le lit du fleuve, qui nécessitent l'emploi d'engins flottants; ils ne fournissent qu'un échantillonnage de petit diamètre et souvent discontinu, mais permettent d'effectuer assez facilement des prélèvements de terrains intact
- Forages sur terre ferme, n'exigeant qu'un outillage plus simple;
- puits de faibles dimensions mais visitables, foncés par blindage, par havage ou par la technique des pieux forés tubés; ils permettent théoriquement, un examen continu et à plus grande échelle des terrains mais leur exécution comporte beaucoup d'aléas dans les terrains ébouleux et aquifères, tandis que les prises d'échantillons non remaniés y sont délicates.

Nous avons déjà contacté la S.A.S.I.F. pour l'exécution de nouveaux forages en rivière. Il résulte de ses propositions remises le 7 Janvier dernier à S.O.G.E.T.I.M., que la dépense à prévoir pour l'exécution de deux sondages d'une quarantaine de mètres chacun au profil 12 et de 2 autres de profondeur un peu moindre à KEUR MOUR dépasserait certainement 2.600.000 Fr C.F.A., dont près de 700.000 Fr de forfaits divers (préparation, transport, installation et déplacement du matériel, etc...).

En limitant à deux le nombre total des sondages (1 à chaque emplacement), le devis pourrait être ramené à 1.700.000 Fr CFA environ, mais le pourcentage de dépenses forfaitaires deviendrait alors tout à fait disproportionné avec l'importance des travaux proprement dits.

Nous avons donc demandé à la S.A.S.I.F., le 23 Janvier dernier de nouvelles propositions concernant des forages sur terre ferme, l'implantation de ces nouveaux sondages sur le profil important assez peu, semble-t-il, bien qu'au profil 12 les ouvrages à construire soient en majorité vers la rive droite.

Pour réduire encore la dépense, nous avons prévu, au profil 12 de renoncer au carottage continu jusqu'au toit du banc calcaire, les diverses formations existant au-dessus de ce niveau paraissant assez bien connues pour les études d'avant-projet.

A ce jour et malgré plusieurs rappels, nous n'avons pas encore reçu les conditions de la S.A.S.I.F. et nous ne pouvons donc pas chiffrer le prix de ces travaux avec précision. Il est toutefois peu probable, par comparaison avec le devis indiqué précédemment, que la dépense à prévoir dépasse 1.500.000 Fr C.F.A.

Nous ne disposons pas non plus d'éléments permettant d'évaluer le coût d'exécution de puits visitables, et, par conséquent, il ne nous est pas possible de comparer économiquement ce procédé avec celui des forages.

Au point de vue purement technique, nous croyons utile de présenter les observations suivantes :

- De sérieuses difficultés paraissent à redouter pour le fonçage de puits à grande profondeur à travers plus de 20 m de sables et d'argiles vaseuses, en raison des risques divers de boulangue, de fluage et de la présence de nappes.
- Ces terrains étant déjà suffisamment connus, le principal avantage pratique des puits consisterait dans la possibilité d'examiner le banc calcaire d'une façon continue et en pleine masse, des amorces de galeries horizontales partant du puits pouvant être particulièrement intéressantes pour cet examen. Mais la grande perméabilité du rocher et l'existence d'artérianisme permettent de douter des possibilités d'épuisement.

- Pour l'examen de l'argile sous-jacente au calcaire, il ne faut pas perdre de vue que le principal but recherché est le prélèvement d'échantillons intacts, ce qui est généralement bien plus facile dans un forage (au triple carottier) que dans un puits. Il ne nous semble donc pas que, pour la détermination des caractéristiques des argiles, qui doit s'effectuer au laboratoire, le puits présente un intérêt particulier.
- Les sables de KEUR MOUR pourraient être également étudiés avec plus de facilité et de précision sur échantillons non remaniés prélevés dans un forage.

La reconnaissance par puits nous semblerait mieux correspondre à une étape plus avancée des études, ou même au début de la construction lorsqu'on disposera d'un matériel approprié tel que celui utilisé par les pieux forés.

Il appartient au Maître de l'Oeuvre de choisir entre les différents procédés, en fonction des moyens et des crédits dont il dispose, en considérant aussi que les buts à atteindre, au stade de l'avant-projet, sont essentiellement l'examen du banc calcaire et le prélèvement d'échantillons dans les formations sous-jacentes du profil 12 ainsi que dans les sables de KEUR MOUR.

#### IV - COMPARAISON ECONOMIQUE DES DIFFERENTS emplacements

Dans la note précitée du 4 Janvier 1956, nous avions fait état d'estimations comparées des ouvrages en rivière aux différents emplacements, qui étaient en cours à cette date. Nous croyons utile d'ajouter quelques précisions à ces premières indications.

Il convient tout d'abord de noter que cette étude comparative n'ayant d'autre but que d'essayer de classer les emplacements au point de vue des dépenses respectives de fondations à prévoir, devait nécessairement être très succincte en ce qui concerne les superstructures, sensiblement identiques dans tous les cas. Aux emplacements des profils 12 et 17, nous n'avons donc considéré que la solution de barrage comportant 11 passes de 20 m chacune, équipées de vannes levantes à deux corps, qui introduisent dans les piles des moments de flexion moins importants que des vannes segments équivalentes. Il ne semble d'ailleurs pas que le type de vanne ait une très grande incidence sur le prix de l'aménagement.

Un premier examen des piles a montré qu'un barrage avec radier indépendant des piles serait vraisemblablement plus économique que les autres dispositifs envisagés dans l'étude préliminaire de Juin 1955 tels que les radiers-poutres, sans compter l'avantage d'une meilleure répartition des pieux sur le banc calcaire.

En ce qui concerne ces pieux, il résulte des consultations faites auprès des différents spécialistes que les pieux forés de 50 à 60 cm de diamètre seraient les plus sûrs et les mieux adaptés au cas particulier de DAGANA.

Les fondations comporteraient donc des pieux verticaux absorbant chacun une charge de l'ordre de 120 T. les poussées horizontales étant prises par une série de pieux inclinés à 30° sur la verticale.

Le type de barrage en rivière que nous avons considéré apparaît, par suite de la réduction de longueur du radier, plus économique que les différentes solutions examinées dans l'étude préliminaire de Juin 1955; il resterait cependant à contrôler sur modèle réduit si ce raccourcissement du radier est acceptable.

Dans les estimations comparées et faute d'éléments d'appréciation suffisamment précis, nous n'avons chiffré, ni le prix des étais des caissons des piles, ni celui des épuisements. La prise en compte de ces éléments ne pourrait vraisemblablement qu'accroître l'avantage de l'emplacement en eau peu profonde. (profil 12).

Pour l'écluse et l'échelle à poisson, nous avons simplement repris les estimations figurant dans le dossier préliminaire, en nous bornant à y ajouter les dépenses relatives aux pieux. Pour les autres chapitres : installations, digues, canal, etc..., nous avons également conservé les estimations initiales.

La comparaison des dépenses globales se rapportant respectivement à l'emplacement du profil 12 et à celui du profil 17, fait ressortir une légère économie en faveur du profil 12 (eau peu profonde), ce qui confirme bien nos appréciations antérieures à ce sujet.

La différence ne semble guère toutefois dépasser une cinquantaine de millions de F CFA pour les ouvrages en rivière proprement dits, mais elle pourrait atteindre une centaine de millions en tenant compte de l'allongement de près de 2 km du canal d'alimentation du lac de GUIERS à partir du profil 17. En admettant même que les dépenses globales soient équivalentes au profil 12 et au profil 17, cela suffisait, à notre avis, pour faire préférer la solution en eau peu profonde du profil 12, l'emplacement du profil 17 ne présentant, en définitive, aucun avantage susceptible de compenser les sujétions et les aléas d'exécution soulignés dans la note du 4 Janvier.

L'estimation des ouvrages à l'emplacement de KEUR FOUR ne peut guère, actuellement, être faite valablement dans l'ignorance quasi-totale des conditions de fondation et des données caractéristiques des sols.

Une solution du genre de celle étudiée pour le profil 12 conviendrait sans grandes modifications et les dépenses de Génie Civil des ouvrages en rivière, avec fondations sur pieux, seraient également du même ordre de grandeur qu'à l'emplacement aval.

S'il était possible de supprimer les pieux et d'admettre une fondation sur simples semelles peu profondes, l'économie obtenue par déduction du prix des pieux serait comprise entre 200 et 240 millions de Fr Cfa. Il faudrait toutefois que les terrains d'appui des semelles pussent supporter des taux de compression atteignant 3,5 kg/cm<sup>2</sup> (avec un coefficient de glissement de l'ordre de 0,16 soit  $\phi < 10^\circ$ ), et qu'ils ne fussent pas trop affouillables.

En contre-partie, l'accroissement de longueur du canal du lac de GUIERS, d'environ 14 km, nécessiterait au moins 1 million de m<sup>3</sup> de terrassements supplémentaires pour un canal de 25 m de largeur au plafond et de 4 m de profondeur utile, calé de manière à assurer sensiblement l'équilibre déblais-remblais. Suivant le prix unitaire adopté pour ces terrassements, l'augmentation de dépenses pourrait s'établir entre 250 et 250 millions de Fr C.F.A.

On voit donc qu'en première approximation, il semble difficile d'éliminer, dès maintenant, pour des raisons purement économiques, l'emplacement de KEUR MOUR, qui peut offrir des facilités intéressantes. Cette conclusion, bien que provisoire, justifie suffisamment, à notre avis, la proposition d'une étude complémentaire des terrains de fondation à KEUR MOUR/

A titre indicatif, nous mentionnerons, en outre, que nous étudions en variante, un barrage à hausses Aubert qui comporterait 6 passes de 60 m, murées de hausses de 5m de hauteur utile.

Cette solution conviendrait bien à un emplacement tel que KEUR MOUR présentant un lit large, régulier et de profondeur modérée. Elle offrirait divers avantages, notamment une meilleure répartition des efforts sur les fondations, une réduction des risques d'érosion du lit en amont du radier (qui a été particulièrement observée au barrage de SURESNES) par rapport au barrage à yannes levantes et, peut-être, une certaine économie sur le prix de construction.

#### V - ESSAIS SUR MODÈLE réduit

La finesse et le caractère très mobile des formations qui constituent le lit du SÉNÉGAL posent un problème d'affouillements qui peut apparaître particulièrement grave, notamment à KEUR MOUR dans le cas d'une fondation sur semelles peu profondes.

Il serait donc très utile, à notre avis, d'envisager dès maintenant une étude hydraulique sur modèle réduit qui permettrait de préciser les dispositions du radier du barrage en vue de rechercher l'économie maximum compatible avec la sécurité.

En première étape, on pourrait envisager de dégrossir le problème au moyen d'un essai à deux dimensions, en canal vitré, qui ne serait sans doute pas très coûteux.

Nous pourrions donc, avec l'accord du Maître de l'Oeuvre, procéder à une consultation auprès des laboratoires d'Hydraulique de la Métropole en vue de cette étude préliminaire, qui ne dispenserait probablement pas d'essais plus complets de l'ensemble des ouvrages, après approbation de l'avant-projet.

## VI - CONCLUSIONS

Nous pensons avoir répondu avec suffisamment de netteté aux questions du Maître de l'Oeuvre, rappelées dans le préambule de la présente note, et, en conclusion, nous proposons :

1° - L'exécution rapide de deux nouveaux éléments de reconnaissance des terrains, l'un au profil 12, descendant au moins à 12 m sous le mur du banc calcaire, l'autre à KEUR MOUR, de 20 à 25 m si l'on ne rencontre pas de rocher ou de même profondeur que le précédent sous le rocher éventuel.

Ces reconnaissances pourraient être faites :

- soit par forages implantés sur la berge, le plus près possible du fleuve ce qui faciliterait le prélèvement d'échantillons intacts;
- soit sous forme de puits visitables, qui permettrait un meilleur examen du calcaire si leur exécution apparaissait possible et suffisamment économique avec les moyens dont dispose actuellement le Maître de l'Oeuvre.

2° - Une première étude hydraulique sur modèle réduit limitée à une passe et faite en canal vitré dans un laboratoire tel que GRENOBLE ou CHATEAU.

Nous espérons que les données complémentaires fournies par ces travaux nous permettront d'établir un avant-projet valable des ouvrages en rivière, en levant les incertitudes actuelles qui mettent en jeu la possibilité même de construire ces ouvrages suivant les dispositions envisagées, et de fixer définitivement le choix de l'emplacement de barrage déjà pratiquement limité au profil 12 ou à KEUR MOUR.

Nous joignons à la présente note :

1° - La note initiale du 4 Janvier 1956 avec l'extrait de carte annexé;

2° - Le rapport du Laboratoire de CASABLANCA relatif aux essais effectués sur les échantillons de matériaux provenant des sondages de la campagne 1955;

3° - trois plans sommaires du type de barrage envisagé au profil 12' avec fondation sur pieux.

Nous pensons que la S.A.S.I.F. vous a déjà remis directement son rapport final sur la campagne de sondages 1955.

Dès que nous aurons reçu les nouvelles propositions de la S.A.S.I.F., nous établirons et transmettrons l'estimation du programme minimum de forages.