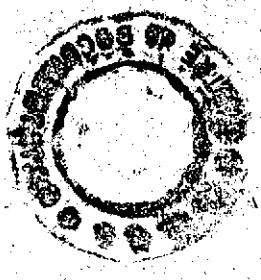
1323



II ETUDE HYDRAULIQUE

Généralités.

- Comme nous l'avons indiqué plus haut, le Petit ZOU est un défluent de l'OUEME, sans alimentation propre. Se remplissant lors des crues annuelles du fleuve, il est réduit en période d'étiage à un marais presque complètement à sec.

- Une échelle limnimétrique a été posée en 1948 au confluent du Petit ZOU et de l'OUEME. Le plan n°8 donne les courbes des hauteurs enregistrées. L'échelle a été lue et entretenue régulièrement seulement depuis 1951.

Une enquête sur la hauteur atteinte par l'OUEME lors de la crue de 1949 a amené les services compétents à fixer à + 10,70 SGAOF la cote de la crête prévue.

D'autre part, l'examen des graphiques de hauteur d'eau nous a amené à araser la partie supérieure des vannes à + 9,17 SGAOF soit 8,00 m à l'échelle.

Détermination des caractéristiques de la cuvette.

La détermination des caractéristiques de la cuvette comprend la recherche des volumes emmagasinés et des surfaces inondées en fonction de la cote du plan d'eau.

Une campagne de jaugeages effectués périodiquement pendant la décrue de 1954 permet de tracer une courbe approchée des volumes. $V = f(h)$

La courbe des surfaces s'en déduit immédiatement puisque : $S = \frac{dV}{dh}$

La cote du plan d'eau dans la cuvette a été supposée égale à tout instant à la cote de l'eau lue à l'échelle de BONOU.

Les résultats sont donc inévitablement entachés d'erreurs dûes à la non horizontalité du plan d'eau et à la rapidité de la crue de 1954 qui n'avait sans doute pas assuré le remplissage complet de la cuvette.

.../...

Les résultats fragmentaires que nous possédons permettent toutefois de se rendre compte bien compte de l'importance de la retenue, et de tracer les courbes cumulatives des volumes moyennes mensuelles, et de la courbe des surfaces atteintes pour chacune des années 1950 à 1954. Ces courbes sont reportées sur le Plan N°4.

Des mesures en cours permettront de compléter tous ces éléments avec plus de précision dès la fin de la crue. Le dispositif sera en place comprenant 4 échelles réparties sur la longueur du Petit Saint, et vérifiées avec soin. Nous pensons avoir connaissance le point de la ligne d'eau et donc les jours où celle-ci atteint [illegible], par ailleurs efficacité d'une façon systématique sur les deux jours en crue et en décrue. Ultérieurement les volumes d'eau affluents et défluents.

D'autre part, un profil en long et quelques profils en travers de la cuvette seront exécutés lors de la prochaine saison sèche.

Tous ces résultats feront l'objet d'un dossier complémentaire.

Modélisation du réservoir

Les vannes étant fermées en début de la période de l'étude, la retenue remonte à un cote maximum jusqu'à la vidange qui intervient au moment où la cote de l'eau est égale à la cote haute. La loi de vidange peut être exprimée par une équation différentielle, dont la solution, tant en amont des [illegible] et [illegible] le point.

Schématiquement les relations

$$\frac{dV}{dt} = f(h) \text{ loi de remplissage}$$

$$Q = F(h) \text{ loi de vidange à vannes}$$

On en déduit graphiquement les courbes

$$V = f(h) \text{ et } Q = \frac{dV}{dt} = F(h)$$

Le plan N°10 donne les résultats obtenus et montre que le débit maximum à prévoir est de 33 m3/sec.

Pour pouvoir connaître les vitesses à vanne, les lois de la vidange sont pour les [illegible] d'un peu différente [illegible]. La cote du fond étant dans l'ouvrage, dont le débit est pratiquement nul à partir [illegible] de l'amont, sans cette correspondant aux [illegible].

Le plan N°11 donne les caractéristiques (profils en travers, surface mouillée, rayon hydraulique, débit critique) des sections du Petit ZOU au droit du barrage et à l'arrivée dans l'OUEME. On voit en particulier que l'écoulement n'est jamais torrentiel au confluent, le tirant d'eau étant toujours supérieur au niveau critique correspondant.

Le plan N°12 donne les lignes d'eau dans le Petit ZOU pour différents débits, et le plan N°13 indique les vitesses à attendre au droit du barrage et à l'arrivée dans l'OUEME, en fonction du débit. Ces vitesses sont considérables, leur valeur maximum pour un débit de 53 m3/sec, sont

au débouché dans l'OUEME 2,28 m/sec

au droit du barrage 2,88 m/sec.

Il faut donc s'attendre à des affouillements importants que l'on peut essayer de chiffrer en supposant :

1°- Que les nouveaux profils en travers se déduiront de ceux existant par translation verticale correspondant à un approfondissement du lit.

2°- Que la vitesse maximum admissible est de 0,70 m/sec.

La section future S' barrage est alors telle que pour Q = 53 m3/sec

cote + 2,93 $\frac{S'b}{S'b} = \frac{2,88}{0,70} = 4,12$ d'où S'b = 4,12 m = 57,8 m2

d'où les nouveaux tirants d'eau h'b = 5,60 m et la nouvelle cote du fond 2,93 - 4,60 = - 1,67 m.

Ceci permet en première approximation de fixer la cote inférieure du parafouille aval, soit : - 2,00 minimum.

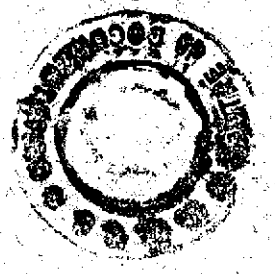
11323

SG/EP

TERRITOIRE DU DAHOMEY

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

MISSION D'ETUDE DE L'OUEME



BARRAGE DE BONOU

Dossier d'avant projet sommaire

I EXPOSE GENERAL ET DESCRIPTION DES OUVRAGES

1°- Introduction - Position du problème.

L'aménagement de la vallée de l'OUEME a pour objet le développement de toutes les ressources de cette région. L'enquête économique menée par la Mission d'Etude en 1953 a permis de chiffrer la production annuelle des 1.000 km2 de la Vallée alluvionnaire de l'OUEME à 800 Millions de Francs C.F.A. environ,

se répartissant de la façon suivante :

Pêche lagunaire	350	Millions
fluviale	200	"
Cultures vivrières	140	"
Palmier à huile	65	"
Cultures maraichères	35	"
Bois	10	"
Total :	800	Millions.

Ces chiffres situent l'importance des ressources piscicoles de la vallée et justifient toute opération ayant pour but d'améliorer cette production, qui constitue souvent le seul revenu des habitants de certaines régions.

2°- Choix de l'emplacement de BONOU.

En Novembre 1954, lors d'une rapide mission au DAHOMEY, le Directeur des Pêches au Ministère de la France d'Outre-Mer avait émis l'idée qu'une prolongation de l'inondation dans certaines zones moins propices aux cultures et inhabitées de la vallée y provoquerait très probablement un accroissement de la production piscicole.

Il suggérait que soit réalisé un aménagement expérimental consistant à isoler de la vallée une des petites dépressions latérales d'AFFAME ou d'ADJOHON.

Dans le cadre de ces recommandations nous avons effectué dès Février 1955 une première enquête en vue de préciser dans la mesure du possible l'influence de la durée de submersion sur la production.

Pour ce faire nous avons choisi une dépression située au NORD de BONOU qui communique avec l'OUEME par un unique et très étroit chenal dénommé PETIT-ZOU qui à la décrue est entièrement barré par la population et lui permet ainsi de s'assurer de la totalité de la production de la cuvette.

Une telle opération n'était pas possible à AFFAME ou à ADJOHON où les dépressions largement ouvertes sur le fleuve ne sont que très partiellement exploitées par les pêcheurs.

L'enquête a porté sur la production chiffrée en revenu monétaire du canton de BONOU pour les années 1953 et 1954 où les crues ayant atteint sensiblement la même hauteur (correspondant donc à des superficies inondées comparables) ont eu des durées très différentes.

Les résultats de cette enquête explicités dans l'étude économique du présent dossier, montrent l'intérêt considérable d'une prolongation de la durée de submersion.

D'autre part, la carte économique du Delta, dressée à la suite des résultats de l'enquête générale effectuée en 1953, montre que le revenu de la région de BONOU est un des plus faibles de toute la vallée. La seule action possible à mener dans cette région est l'accroissement de la production piscicole.

Toutes ces raisons nous ont amené à préconiser la construction du barrage de BONOU.

3°- <u>Objet de l'ouvrage de BONOU et caractéristiques générales.</u>

Le Petit ZOU est un défluent que l'OUEME remplit lors de sa crue annuelle. L'ouvrage de BONOU devra donc permettre le remplissage de la cuvette, les eaux étant ensuite retenues de façon à pouvoir régler à volonté la durée de submersion.

.../...

Pour n'apporter aucune perturbation à la rentrée du poisson et au remplissage à la montée des eaux, l'ouvrage doit présenter alors une ouverture importante. Cette considération nous a amenés à prévoir un barrage mobile, constitué de 3 pertuis de 4,00 m de large sur 8,50 m de hauteur, obturés chacun par 3 vannes à glissières du type Waggon ou Stoney, manoeuvrables à main d'une passerelle supérieure. Une passerelle en béton armé permettra le passage des véhicules.

4°- Etudes effectuées.

Les études exécutées à cette date, telles qu'elles sont détaillées dans les différentes pièces du dossier sont les suivantes :

a) Enquête économique au cours de la saison sèche 1955, portant sur la production des crues 1953-54 et 1954-55.

b) Mesures de débits à l'exutoire de la cuvette pendant la décrue 1954-55 permettant d'estimer la capacité de la cuvette et sa superficie.

c) Sondages de reconnaissance et essais des terrains permettant de déterminer les caractéristiques des fondations et le dimensionnement général des ouvrages.

5°- Justification économique.

L'étude économique montre que la totalité des charges pendant les 25 premières années est couverte par le bénéfice procuré par une prolongation de submersion de 20 jours environ. A partir de la 25è. année, lorsque le remboursement de l'investissement consenti par le Budget du Plan aura été effectué, les charges annuelles, qui tomberont à 2.630.000 Francs environ, seront presque entièrement couvertes par le bénéfice résultant de la seule suppression des baisses brutales du niveau du plan d'eau en supposant même que l'on ne prolonge pas la submersion.

Toute augmentation de production due à la prolongation de la durée de submersion reviendra alors intégralement à la population.

6.- Conclusions.

Les études rapides ayant permis la construction du présent dossier d'avant projet sommaire montrent, nous semble-t-il, l'intérêt d'un tel aménagement.

.../...

Les études actuellement en cours ainsi que celles prévues pendant l'année 1956 permettront de préciser les données un peu fragmentaires que nous possédons actuellement.

Nous pensons cependant, étant donné l'intérêt de l'opération, que l'inscription des crédits nécessaires à la construction de l'ouvrage, soient 65 Millions de Francs C.F.A. pourrait être envisagée dans le Cadre de la Tranche Complémentaire 1955-56 du Plan FIDES.

11323

III ETUDE GENIE CIVIL

Introduction - Généralités.

Les cotes générales du projet, rapportées au 0 du Service Géographique de l'A.O.F., sont les suivantes :

Fond Thalwey + 0,60
Dessous tablier pont + 10,70
Retenue normale + 9,17
Niveau aval minimum + 1,17
(étiage OUEME)
Radier amont + 0,67
Fond bassin tranquillisation - 0,50.

Le barrage mobile comprend 3 pertuis de 4,00 m d'ouverture obturés par des vannes type stoney, manoeuvrable à main d'une passerelle supérieure en charpente métallique. Un rideau de palplanches descendu à - 15,30 réduit les sous pressions auxquelles le radier, légèrement ferraillé pour assurer une bonne répartition des efforts, résiste par son propre poids.

Les culées poids sont complètées par des murs en retour qui pourront être prolongés si l'utilité s'en fait sentir par des palplanches.

Dans les calculs, nous avons pris :

densité maçonnerie 2,2 T/m3
surcharge sur remblai 2 T/m2

L'ouvrage sera réalisé presque totalement en béton cyclopéen dosé à 180 kg sauf sur 20 cm où le béton de parement, légèrement ferraillé, sera dosé à 250 kg.

Les éléments entrant dans la composition du béton se trouvent à proximité du chantier, à savoir :

Sable	: dans l'OUEME
Grès ferrugineux	: à 10 km de BONOU, à SAKETE et dans les environs immédiats de BONOU.

Ces conditions doivent permettre d'obtenir une réelle économie dans le prix du béton, et donc dans la réalisation de l'ouvrage.

.../...

Etude des terrains de fondation - Charges admissibles.

1°- Sondages de reconnaissance.

3 sondages de reconnaissance ont été descendus jusqu'à l'argile grise compacte. Les coupes des sondages, ainsi que le profil en travers en résultant, sont reportés sur le plan N°I4.

Il y a intérêt à fonder l'ouvrage sur la couche d'argile bariolée extrêmement compacte dont la dureté n'a pas permis la prise d'échantillons intacts.

2°- Essais et analyses.

Pour préciser les caractéristiques de ces terrains, des échantillons intacts ont été prélevés et analysés par le Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics à DAKAR.

Les caractéristiques suivantes ont été déterminées :

- Analyse granulométrique
- Densité apparente - poids spécifique
- Teneurs en eau naturelle et de saturation
- Limites d'Atterberg
- Cohésion - Angle de frottement interne
- Essai de compressibilité perméabilité.

On trouvera les résultats de ces essais dans l'annexe 1 à la présente note.

3°- Charges admissibles.

Nous pouvons calculer, à l'aide des résultats donnés par les différents essais, la force portante des terrains de fondation.

Celle-ci est donnée par les relations suivantes : Tension limite des états élastiques : Formule de Verdeyen.

$$(1)\quad p = poB + \frac{C}{tg\varphi}(B - 1)$$

Tension limite des états plastiques. Relation de Prandtl Caquot.

$$p = po\ tg^2\left\{\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right\} + \frac{C}{tg\varphi}\left\{tg^2\left\{\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right\} e^{\pi tg\varphi} - 1\right\}$$

où

po = pression initiale dûe au poids des terres situées au-dessus du fond de fouille, en kg/cm2. po = d_H X Z. Le fond de fouille est descendu à la cote - 2,50 m.

C = Cohésion en kg/cm2

φ = Angle de frottement interne du matériau.

B = Coefficient fonction de φ ayant les valeurs suivantes :

φ°	B
10	2,00
15	2,30
20	3;06
25	4,10
30	5,58
35	7,71

- Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau n°1. La relation (1) donne une limite inférieure de la charge admissible. Les contraintes réelles obtenues sont inférieures à cette limite, le coefficient du sécurité minimum sur un échantillon N°2 Sondage 3 étant de 1,48.

Tableau 1 - Fondations

Détermination des charges admissibles

		Sondage 1 Echantillon 1	Sondage 2 échantillon 2	Sondage 3 échantillon 2
densité humide d_H (moyenne sur la longueur de l'échantillon)	T/m3	2,15	2,00	1,90
Profondeur Zo du fond de fouilles au-dessous du sol naturel	m	5,20	11,34	10,20
Pression initiale du au poids des terres p_o kg/cm2 = $\frac{d_H \times Zo}{10}$	kg/cm2	1,12	2,27	1,94
Cohésion C	kg/cm2	0,200	0,250	0,300
Angle de frottement interne	degrés	34°	21°30'	13°
Charges limites kg/cm2 : Etat élastique (1) (Verdeyen)		10,03	9,16	5,77
Charges limites kg/cm2 : Etat plastique (2) (Praudtl Caquot)		18,65	21,13	13,04
Coef. de sécurité = Charge limite / charge réelle maximum (1)	(1)	2,58	2,36	1,48
	(2)	4,77	5,45	3,33

(1) La charge réelle maximum, telle qu'elle ressort de la note de calcul est de 3,89 kg/cm2 sans tenir compte de l'effet de répartition des charges par le radier.

Sous pressions - Epaisseur du radier.

a) Condition de renard.

La relation de Lane s'écrit :

$$L \geqslant C\,H$$

où les notations ont les significations suivantes :

H = Différence de niveau maximum entre les plans d'eau amont et aval.

C = Coefficient correspondant à la catégorie des terrains de fondation. Nous prendrons C = 4,00.

L = Longueur totale de la ligne de fuite au contact terrain barrage.

$$L = l_v + \frac{I}{3}\ l_h$$

l_v = longueur totale des cheminements verticaux
l_h = " " " horizontaux

Ici H = 9,17 - 1,17 = 8,00 m.

C H = 32

l_v = 3,60 + (2 X 12,30) + 3,60 = 31,80

$\frac{I}{3}\ l_h = \frac{13\ 40}{3}$ = 4,45

L = 36,25

La condition de Lane est satisfaite.

b) Sous pression et épaisseur du radier.

La sous pression à prendre en compte a pour valeur en chaque point :

$$p = h - H\,\frac{s}{L}$$

où

p = sous pression en mètres d'eau.

h = charge maximum à l'origine de la ligne de fuite = 9,17 - 0,60 = 8,57.

H déjà définie au paragraphe précédent.

s = longueur du tronçon de la ligne de fuite entre l'origine de celle-ci et le point considéré, calculée suivant les mêmes principes que L déjà définie au paragraphe précédent.

.../...

L'épaisseur e du radier poids, compte tenu d'une marge de sécurité de $\frac{1}{3}$ est

donnée par :

$$e = \frac{4}{3} \frac{p}{d_M - 1}$$

d_M = densité maçonnerie.

Le tableau N°2 donne les valeur de p et de e.

avec $d_M = 2,2$

$H = 8,00$

$L = 36;25$ on obtient $\begin{cases} p = 8,57 - 0,221\ s \\ e = 1,11\ p. \end{cases}$

$h = 8,57$

TABLEAU II

Points n°	s m	0,221s m	p m	e théorique m	e réelle m
A	28,17	6,22	2,35	2,61	3,65
B C	28,40	6,27	2,30	2,55	3,65
D	29,20	6,45	2,12	2,35	2,35
E	29,53	6,50	2,07	2,30	2,30
F I	32,03	7,07	1,50	1,67	1,70 3,60
J	32,36	7,15	1,42	1,58	3,60

Stabilité des piles.

Le plan N°I5 donne le calcul des contraintes sur le sol de fondation dans les trois hypothèses suivantes :

1°- Retenue pleine sans sous pressions

- sans effet de répartition des charges par le radier.

- avec répartition des charges à 45° par le radier.

2°- Retenue pleine avec sous pression sans répartition des efforts par le radier.

Les contraintes maxima obtenues sont de 3,5 kg/cm2 la contrainte minima étant alors de 1,4 kg/cm2.

D'autre part, on voit que le coefficient minimum de sécurité au glissement est de 1,35.

Stabilité des culées.

La stabilité des culées est établie dans les mêmes hypothèses que pour la pile. Le plan N°I6 montre que dans l'hypothèse la plus défavorable la contrainte maximum est de 3,89 kg/cm2, la contrainte minima étant alors de 2,01 kg/cm2.

Le coefficient de sécurité minimum au glissement est égal à 2,27.

11323

TERRITOIRE DU DAHOMEY

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

MISSION D'ETUDE DE L'OUEME

BARRAGE DE BONOU

Dossier d'avant projet sommaire

III ETUDE GENIE CIVIL

Annexe I

Analyse des sols de fondation

Compte rendu d'essais du Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics à DAKAR

LABORATOIRE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

DAKAR-HANN - (Sénégal)

DAKAR, le 20 Août 1955

Dossier 53-84 . SF. 538
Mission de l'OUEME

BARRAGE DE BONOU.-

COMPTE - RENDU D'ESSAIS

La Mission de l'OUEME, (Dahomey) a fait parvenir au Laboratoire, 9 échantillons de terrain, prélevés dans les sondages relatifs au Pont Barrage de BONOU.

Les essais demandés sont les suivants :

- Analyse granulométrique
- Densités apparentes - Poids spécifique
- Teneurs en eau naturelle et de saturation
- Limites d'Atterberg
- Cohésion - Angle de frottement interne
- Essai de compressibilité - perméabilité

Les définitions et modes opératoires de ces essais sont donnés en annexe.

Un premier compte-rendu faisant état des résultats obtenus sur les échantillons des sondages 1 et 2 a été remis le 7 Juillet 1955. Nous donnons ici l'ensemble des résultats sous forme du tableau récapitulatif ci-joint.

Les observations relatives aux différents échantillons sont les suivantes :

SONDAGE I (3m75 - 4m25)

On distingue dans la carotte 3 Tronçons différents :

- le tiers supérieur est constitué par une argile bleue sableuse. Par suite des dimensions réduites de ce tronçon il n'a pas été possible de le soumettre à l'essai de cisaillement.

1.../...

- le tiers central et le tiers inférieur sont de même nature et constitués par un sable fin légèrement argileux, mais le premier tronçon s'est avéré moins compact que le second. La résistance au cisaillement mesurée après consolidation est la même pour ces deux fractions.

En raison de sa forte compacité et de sa nature très sableuse, ce sol est peu compressible et l'on a pas jugé utile de le soumettre à l'essai oedomètrique.

SONDAGE 1 - (10m40 - 10m90)

Cet échantillon homogène et intact est constitué par une argile grise compacte, fortement cohérente. L'essai de compressibilité montre que cette argile est consolidée sous une pression de l'ordre de 1,5 kg/cm2.

SONDAGE 1 - (16m00 - 16m50)

Cet échantillon est semblable au précédent mais s'avère à l'analyse contenir moins d'éléments sableux. Sa cohésion est plus faible et il est plus compressible ce qui, à priori est paradoxal puisqu'il supporte en place, une pression plus élevée que l'échantillon (10m40 - 10m90). Il est possible qu'une légère décompression se soit produite pendant ou après le prélèvement.

SONDAGE 2 - (4m00 - 4m50)

Cet échantillon est constitué par une argile silteuse grise, assez molle. A la partie supérieure, sur 1/5ème de la hauteur environ, on rencontre un sable grossier qui en raison de sa faible importance n'a été soumis à aucun essai.

SONDAGE 2 - (10m50 - 10m90)

Cet échantillon est constitué par une argile sableuse gris bleu, dans laquelle est incluse, au centre de la carotte, une passe de sable graveleux et argileux. Ce matériau, en très faible quantité a été éliminé et n'a été soumis qu'à une analyse granulométrique.

On observe par ailleurs, que le tronçon supérieur est légèrement moins compact et moins cohérent que le tronçon inférieur de la carotte.

L'essai oedomètrique a porté sur la partie supérieure de l'échantillon.

SONDAGE 3 - (5m40 - 5m90)

Cet échantillon est divisé en deux tronçons de natures différentes :

.../...

- la moitié supérieure est une argile silteuse brune, friable, et en raison de ses dimensions n'a pu être soumis à l'essai de cisaillement.

- la moitié inférieure est un sable argileux grisbleuté, peu compact et peu cohérent. Il s'est avéré impossible de déterminer la densité apparente de ce sol, ni de le soumettre à l'essai oedométrique, par suite de son manque de cohésion. Sa teneur en eau est d'ailleurs très élevée et peu inférieure à sa limite de liquidité.

SONDAGE 3 - (9m00 - 9m50)

Cet échantillon est constitué par deux sols de nature différente.

- sa moitié supérieure est une argile silteuse gris-bleu et a été soumise à tous les essais demandés

- sa moitié inférieure est constituée par une tourbe en formation. Ce matériau essentiellement constitué de végétaux ne se prête pas aux essais géotechniques habituels. A priori, on peut affirmer que sa résistance au cisaillement est extrêmement faible et sa compressibilité très importante. Il est probable d'ailleurs qu'il ne s'agit pas d'une couche importante de tourbe, mais d'une inclusion très limitée. S'il en est ainsi, la résistance et la consolidation du massif argileux ne seront pratiquement pas affectées.

SONDAGE 3 (15m50 - 16m00)

Cet échantillon est homogène et constitué par une argile grise très légèrement sableuse.

Bien que comparable, par sa nature à l'échantillon (16m00 - 16m50) du sondage 1, il s'avère nettement moins cohérent.

SONDAGE 3 - (24m20 - 24m70)

Cet échantillon est constitué par une argile ocre et grise. Sa moitié inférieure, remaniée au cours du prélèvement, s'est avérée inutilisable pour les essais. Il semble, d'après l'allure de la courbe oedomètrique, que la partie supérieure, bien qu'apparemment intacte, ait subi une légère décompression. De ce fait; la courbe du graphique n° 12 traduit une compressibilité légèrement plus forte que celle du sol en place.

..../....

CONCLUSIONS

L'hétérogénéité des prélèvements et le fait que certains ont été remaniés n'ont pas permis d'effectuer les essais dans de bonnes conditions.

En outre, il eut été utile de communiquer au Laboratoire, les coupes de sondages, afin de permettre de situer les échantillons dans les différentes couches.

Le Directeur du Laboratoire,

LE ROHELLEC

LABORATOIRE
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
DAKAR

METHODES D'ESSAIS

I - ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET DENSIMETRIQUE

Cet essai est effectué par tamisage au moyen de la série de tamis normalisés jusqu'aux dimensions de 0,1mm et poursuivi au delà par application de la loi de Stokes à une suspension du matériau en cours de sédimentation.

Les résultats donnés en pourcentage du poids sec, sont reportés sur des graphiques, avec, en abscisses, à l'échelle logarithmique, le diamètre des grains exprimé en ouverture ronde de passoire et, en ordonnées, à l'échelle linéaire, le pourcentage des grains dont les dimensions sont inférieures ou égales à l'abcisse correspondante.

II - TENEUR EN EAU NATURELLE

C'est le rapport du poids d'eau contenue dans un échantillon au poids sec de celui-ci, après dessiccation à l'étuve à 105°C.

III - DENSITE APPARENTE

La densité apparente est le poids du matériau contenu dans l'unité de volume.

- La densité "sèche" ds, est le poids du matériau sec contenu dans l'unité de volume.
- La densité "humide" dh est le poids du matériau, eau comprise, contenu dans cette même unité de volume.

IV - POIDS SPECIFIQUE

C'est le poids de l'unité de volume des grains du matériau supposé sans vides.

LABORATOIRE

DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

DAKAR

METHODES D'ESSAIS

COMPRESSIBILITE ET PERMEABILITE

L'essai de compressibilité est effectué à l'oedomètre. Dans cet appareil, l'échantillon placé entre deux pierres poreuses, est soumis, par l'intermédiaire d"un piston, à des pressions successivement croissantes, puis décroissantes. Sous chacune des charges, on mesure l'enfoncement du piston à l'aide de comparateurs au 1/100 de mm, après avoir attendu que l'échantillon soit stabilisé sous la charge.

Les résultats obtenus sont reportés sur un graphique avec en abscisse, à l'échelle logarithmique, les pressions normales appliquées, et en ordonnée, à l'échelle linéaire, l'indice des vides correspondant. (l'indice des vides est défini comme le rapport du volume des vides au volume des grains).

Le même essai permet de mesurer le coefficient de perméabilité de l'échantillon par écoulement d'eau à travers le matériau, sous un gradient donné.

La variation du coefficient de perméabilité est également reportée sur les graphiques.

LABORATOIRE
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
DAKAR

METHODES D'ESSAIS

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-dessous 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-dessous 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 ruisselleraît si celui-ci était en pente.

LABORATOIRE
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
DAKAR

MEMOIRES D'ESSAIS

ESSAIS DE CISAILLEMENT (Type Casagrande)

La résistance au cisaillement d'un sol peut être déterminée au moyen de l'appareil de CASAGRANDE.

Il est cisaillé successivement sous 3 charges verticales (N) différentes, et l'on mesure les efforts tangentiels maxima (T), qui produisent la rupture.

Au moyen des 3 points obtenus, on trace la droite de COULOMB, définie par :

$$T = N \operatorname{tg} \varphi + C$$

φ est l'angle de frottement interne du sol, et C, sa cohésion. Cette droite permet de définir φ et C.

On opère sur des éprouvettes préalablement mouturées et compactées sous les charges verticales (N) choisies pour l'essai de cisaillement.

V ETUDE ECONOMIQUE - CONCLUSION

1°- Généralités.

Pour avoir un ordre de grandeur de l'influence de la durée de submersion nous avons, au cours de la saison sèche I95[illegible] effectué auprès des habitants une enquête ayant pour but de chiffrer, et cela uniquement pour le canton de BONOU, les revenus provenant de la pêche pour les crue I953/54 et I954/55. Comme le montre le graphique des hauteurs d'eau à l'échelle de BONOU, ces deux crues ont différé seulement par leur durée.

Les chiffres obtenus sont évidemment entachés d'erreurs, puisque basés uniquement sur la mémoire des habitants. Ils paraissent toutefois en dessous de la réalité car :

- L'enquête a pu être menée seulement dans le canton de BONOU, ne tenant ainsi pas compte de la pêche des villages bordant la cuvette et faisant partie du canton de DASSO.

- Il n'a pas été possible d'évaluer le nombre de pêcheurs qui se rendent de toute la basse vallée sur le Petit ZOU lors de la grande pêche de décrue.

Cette enquête rapide nous ayant montré l'intérêt d'une prolongation de submersion, dès le mois d'Août I955, nous avons mis en place un dispositif qui nous permettra de connaître la totalité de production de la cuvette du Petit ZOU au cours de la présente crue, exceptionnelle par sa durée, et supérieure à celles de I953 et I954 au point de vue hauteur d'inondation.

Le même travail sera effectué pendant la crue I956.

2°- Résultats obtenus.

Essai de détermination du bénéfice résultant de la construction de l'ouvrage.

L'enquête rapide a conduit aux chiffres suivants :

année I953	Production	26,36	Millions de Francs	
I954	"	9,3	"	"

.../...

Pour obtenir un ordre de grandeur du bénéfice à attendre de l'ouvrage, nous avons supposé que la production était proportionnelle au produit surfaces inondées X jours d'inondations, c'est-à-dire à $\int S\,dt$ = aire limitée par la courbe des surfaces classées (plan N°8).

On trace ainsi le graphique N°1 donnant la production en Millions de Francs en fonction de la durée de submersion.

Aucune étude du milieu n'ayant encore été effectuée, il n'est pas possible de connaître la capacité maximum de production de la cuvette. Nous avons supposé que la courbe production - durée de submersion avait une asymptote verticale correspondant à une production limite (pour une durée de submersion infinie) de 60 Millions de Francs soit un rendement limite de 371 kg/ha/an

Connaissant pour chacune des années 1950 à 1955 les valeurs de $\int S\,dt$, on en déduit, à l'aide du graphique précédent, la production avant et après aménagement, d'où le bénéfice moyen sur les 5 années 1950 à 1954.

Les résultats des calculs, reportés sur le tableau N°1, permettent de tracer la courbe du graphique N°2 Bénéfice en fonction de la prolongation de la submersion. Ce bénéfice n'est pas nul pour une prolongation nulle, car, sans augmenter la durée de la crue, l'ouvrage permet de supprimer les baisses brutales du niveau d'eau dans la cuvette, dont l'effet est extrêmement nuisible à un rendement convenable.

3°- Détermination des charges annuelles.

Les charges annuelles comprennent les annuités d'amortissement et de renouvellement, les frais d'entretien et de fonctionnement.

- Amortissement en 25 ans à un taux d'intérêt de 3,5 % annuité : 0,0606 X 62.051.798 = 3.760.339
- Renouvellement.

	Dépenses	Taux	Annuité
Génie Civil	45.731.798	0,012	548.781,576
Vannes	16.320.000	0,08	1.305.600
TOTAUX	62.051.798		1.854.381,576

.../...

- Entretien et fonctionnement.

Personnel :	1 ouvrier qualifié	9.000	
	2 ouvriers	14.000	
	4 manoeuvres	20.000	
		43.000 X 12 =	516.000
Matériel, outillage, pièces de rechange et matières consommables.			250.000
			766.000

- Récapitulation des charges annuelles.

renouvellement	I.854.382
entretien et fonctionnement	766.000
T o t a l :.....	2.620.382 F
Amortissement :.....	3.760.339 -
	6.380.721 F

4°- Conclusion.

La comparaison des charges annuelles et de la courbe bénéfice - prolongation submersion montre l'intérêt considérable de l'ouvrage de BONOU.

Nous envisageons donc :

a) de poursuivre les enquêtes économiques en cours.

b) de compléter les études de Génie Civil au cours de la saison sèche I956 par l'exécution :

- d'un profil en long et de quelques profils en travers qui permettront de recouper les chiffres de capacité de la cuvette obtenus par des mesures hydrologiques.

- d'une prospection serrée du sol de la cuvette, permettant de s'assurer de son étanchéité.

.../...