

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 70 (1944)  
**Heft:** 3

**Artikel:** La construction du barrage de Bou-Hanifa (Algérie)  
**Autor:** Ott, J.-C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53237>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

**ABONNEMENTS :**

Suisse : 1 an, 13.50 francs  
Etranger : 16 francs

**Pour sociétaires :**

Suisse : 1 an, 11 francs  
Etranger : 13.50 francs

**Prix du numéro :**

75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève ; Vice-président : † M. IMER, à Genève ; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; P. JOYE, professeur ; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. MARTIN, architecte ; E. ODIER, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur ; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur ; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

**Publicité :**  
**TARIF DES ANNONCES**

Le millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Tarif spécial pour fractions  
de pages.

En plus 20 % de majoration de guerre.

Rabais pour annonces  
répétées.



ANNONCES-SUISSES S.A.

5, Rue Centrale,  
LAUSANNE  
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président ; M. BRIDEL ; G. EPITAUX, architecte.

SOMMAIRE : *La construction du barrage de Bou-Hanifia (Algérie)*, par J.-C. OTT, ingénieur E. I. L. — *Concours pour l'établissement des plans d'une « Cité paroissiale » à Fribourg*. — BIBLIOGRAPHIE. — CARNET DES CONCOURS. — SERVICE DE PLACEMENT.

## La construction du barrage de Bou-Hanifia (Algérie)<sup>1</sup>

par J.-C. OTT, ingénieur E. I. L.

### I. Introduction.

En 1927, l'Algérie inaugurait un vaste programme d'hydraulique agricole, qui comportait la construction de plusieurs grands barrages et la surélévation d'ouvrages plus anciens.

La réalisation de ce programme, mené à chef par le Service des Irrigations du Gouvernement général d'Algérie, fait grand honneur aux ingénieurs français qui en ont assumé l'exécution.

La largeur de vue avec laquelle de grands problèmes ont été traités, l'audace dans la conception, la prudence dans l'exécution, le souci constant de contrôle et d'expérimentation des solutions nouvelles, les difficultés inhérentes aux sols de fondation surmontées, tout cela est digne d'être admiré.

Un certain nombre d'ingénieurs et de géologues suisses ont participé soit à l'élaboration des projets, soit à l'exécution des travaux.

Nous essayerons d'exposer les raisons qui ont présidé au choix des ouvrages, nous décrirons ensuite les moyens d'exécution, enfin nous dirons les expériences et les observations faites au cours des travaux en nous attachant d'une façon plus particulière à l'exemple du barrage de Bou-Hanifia.

### II. Généralités sur les barrages algériens.

A l'encontre des barrages suisses, destinés exclusivement à la production d'énergie, les barrages algériens ont été

affectés primitivement à l'irrigation ou à l'alimentation des villes en eau potable.

Ce sont des ouvrages de régularisation placés souvent bien à l'amont du lieu d'utilisation de l'eau. L'oued lui-même fait alors office de canal d'adduction jusqu'aux ouvrages de dérivation situés à l'aval.

La pénurie d'énergie thermique provenant des usines situées dans les grands ports, où le prix du combustible importé est le plus bas, a fait naître l'idée d'équiper aussi les barrages d'irrigation pour la production d'énergie électrique de pointe. Il est en effet possible de lâcher durant quelques heures de la journée un débit élevé, l'étalement se faisant à l'aval le long du lit de la rivière, si bien que le débit moyen attribué aux cultures n'est pas sensiblement modifié.

Le régime des oueds diffère également du régime des rivières suisses. Il est caractérisé par un débit instantané très faible avec des crues d'une violence exceptionnelle. On constate de plus une grande irrégularité des débits d'une année à l'autre. Sur l'Oued El-Hammam par exemple, le débit d'étiage peut tomber en dessous de 1 m<sup>3</sup>/sec. Tandis qu'en période de crue exceptionnelle, ce débit s'élève à plus de 5000 m<sup>3</sup>/sec, ce qui correspond environ au Rhin à Bâle en période de crue. Le rapport est de 1 à 5000. Sur l'Oued Chélif, les extrêmes sont encore plus marqués.

La destruction du barrage de l'Oued Fergoug, en 1927, battu en brèche lors d'une crue exceptionnelle (fig. 1), celle du barrage de l'Oued el-Kébir, en Tunisie, ont mis en évidence la nécessité de prévoir des ouvrages de dérivation à très grand débit, dont le coût approche parfois celui du corps du barrage.

Enfin, la plupart des barrages algériens reposent sur des terrains de fondation beaucoup plus mauvais que ceux auxquels nous sommes habitués en Suisse. Il est le plus souvent impossible de trouver une assise rocheuse im-  
pressible.

<sup>1</sup> Adaptation à la publication d'une conférence faite le 17 décembre 1943 devant les membres de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes et de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

Nom	Rivière	Département	Volume de la retenue millions m <sup>3</sup>	Type de construction et cube m <sup>3</sup>	Hauteur en dessus des fondations m	Caractéristiques du sol de fondation		
						Désignation géologique	Résistance minimum à l'écrasement sur cubes kg/cm <sup>2</sup>	Module de déformation kg/cm <sup>2</sup>
Oued Fodda	—	Alger	225	Barrage poids béton	100 (environ)	Jurassique : calcaire		
Hamiz (surélevé)	—	Alger	14 (théorique) 12 (après envasement)	Barrage poids	38 (initial) 45 (surélevé)	—		
Zardezas	—	Constantine	—	Barrage poids béton	—	Marne et calcaire		
Oued Fergoug (surélevé)	—	Oran	1½	Ancien barrage poids en maçonnerie de moellons	—			
Cheurfas (renforcé)	Oued Mekkera	Oran	18	Ancien barrage poids en maçonnerie de moellons	30	Miocène calcaire		
Beni-Bahdel	Oued Tafna	Oran	56 (surélévation projetée)	Voûtes multiples de 20 m ouverture	46 (En cours de surélévation)	Séquanien : grès schiste schiste marneux	450 à 500 27 à 90 17	23 000 à 27 000 5000 à 7000 480
Ksob	Oued Ksob	Constantine	50	Voûtes multiples	45	Eocène : calcaire		
Bou-Hanifia	Oued El-Hammam	Oran	71	Digue en enrochements  765 000	56	Marne éocène Oligocène : sable grès marne	45 à 130 (sans cohésion) (résistance très variable)	7000
Bakhadda	Oued Mina	Oran	33	Digue en enrochements  320 000	45	Oxfordien : grès et argile Séquanien : calcaires Carténien : grès		
Ghrib	Oued Chélif	Alger	280	Digue en enrochements  675 000	71	Marne et grès		
Foum-el-Gueiss	Oued Gueiss	Constantine	2,5	Digue en enrochements  130 000	23	Miocène : grès et schistes Sénonien : calcaires	135 à 140	10 000

### 1. Classement des barrages algériens par types.

La répartition des divers types de barrages est étroitement liée au sol de fondation comme le montre le tableau I.

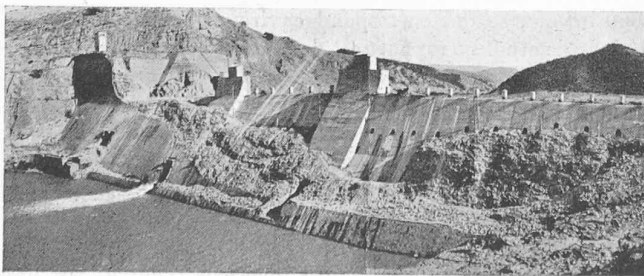


Fig. 1. — Ancien barrage de l'Oued Fergoug après la crue de 1927. La brèche a été partiellement fermée et consolidée par des tirants, dont on aperçoit les têtes en béton.

Cliché A. Dunant.

*Barrages-poids* : A part d'anciens ouvrages de peu d'importance, les barrages-poids en maçonnerie pleine, qui sollicitent fortement le sol, sont peu représentés. Le seul grand ouvrage moderne de ce type est celui de l'Oued Fodda.

Le barrage du Zardezas, d'importance moindre, a été construit dans des conditions difficiles, sous la menace de glissements importants, provoqués par la nature du sol marneux (fig. 2).

Le barrage du Hamiz est un ancien ouvrage surélevé.

*Barrages à voûtes multiples*. Les barrages à voûtes multiples qui chargent peu le sol, mais qui sont sensibles à des inégalités de tassement, sont représentés par le barrage de Beni-Badel (fig. 3). Nous ne nous étendons pas sur cet ouvrage, qui a été décrit dans cette revue (5)<sup>1</sup>. Le barrage du Ksob, situé dans le sud algérien, est moins important.

<sup>1</sup> Les chiffres entre parenthèses renvoient à la notice bibliographique donnée en fin de cet exposé. (Réd.)

Sollicitation max. du sol de fondation		Observations	Coût du barrage et des annexes en francs franç. millions	Montant des travaux d'étanchement et de sondage en francs franç. millions	Direction des travaux pour l'Administration des Ponts et Chaussées	Entreprises ayant exécuté les travaux. 1) Génie civil 2) Etanchement
Lac vide kg/cm <sup>2</sup>	Lac plein kg/cm <sup>2</sup>					
			150	—	M. Martin, ing. en chef	1) Campenon-Bernard
Sous arrête amont 11,8	9,1			—	M. Martin, ing. en chef	—
				—	M. Piraud, ing. en chef M. Levy, ing. ord.	1) Ballot 2) Baschy
		Rupture accidentelle en 1927. Renforcement de la brèche par 17 tirants métalliques de 285 à 125 tonnes (Système Coyne)	0,5 (renforcement)	0,5 (renforcement)	M. Vergnieaud, ing. en chef M. Drouhin, ing. ord.	1) Saint-Rapt et Brice 2) SEC « Procédés Rodio » (surélévation)
		Renforcement par 37 tirants métalliques de 1000 t. en vue d'une surélévation		24 (renforcement)	M. Vergnieaud, ing. en chef M. Drouhin, ing. ord.	SEC « Procédés Rodio »
Sous contreforts 4,7	7,5	Tassement calculé des contreforts : 10 à 17 mm.		—	M. Vergnieaud, ing. en chef M. Martin, directeur du Service des irrigations M. Drouhin, sous-directeur du Service des irrigations	1) Campenon-Bernard 2) « Procédés de cimentation François »
Sous semelles aval 2,1	4,9					
				—	M. Piraud, ing. en chef	1) Theg.
7,8		Perméabilité moyenne des couches oligocènes avant injections I $13 \times 10^{-4}$ cm/sec II $65 \times 10^{-4}$ cm/sec Tassement du sol max. à lac vide, 11 cm Pertes totales : moins de 2 lit/sec ; lac $\frac{1}{2}$ plein	325 (Pas terminé)	60	M. Vergnieaud, ing. en chef M. Martin, directeur du Service des irrigations M. Drouhin, sous-directeur	1) L. Chagneaud 2) SEC « Procédés Rodio »
6,4		Pertes des écrans : moins de 0,2 lit/sec	120	21	M. Vergnieaud, ing. en chef M. Drouhin, ing. ord.	1) Grands travaux de Marseille 2) SEC « Procédés Rodio »
10		Pertes totales : moins de 2 lit/sec ; lac $\frac{1}{2}$ plein	290	50	M. Martin, directeur du Service des irrigations M. Drouhin, sous-directeur du Service des irrigations	1) L. Chagneaud 2) « Procédés de cimentation François »
3,2 (mur de pied 10,6)		Pertes totales : moins de 6 lit/sec, lac $\frac{3}{4}$ plein	45	5	M. Piraud, ing. en chef M. Levy, ing. ord.	1) Etablissements Fourré et Rhodes 2) SEC « Procédés Rodio »

*Les digues.* Les barrages du type digue en enrochements, qui se prêtent à de grosses déformations du terrain d'appui, sont les plus nombreux. Ils ne consomment que peu de ciment, ce qui est un avantage appréciable dans les régions éloignées où les transports sont coûteux. Sans être tout à fait semblables, ils ont des particularités communes qui leur confèrent en quelque sorte un air de famille. On constate un effort marqué de standardisation. La série a été inaugurée par le barrage de Bakhadda, puis vint celui du Ghrib, le plus grand (fig. 5). Avec ses 280 millions de m<sup>3</sup> accumulés, il égale le futur lac du Splügen projeté sur le Hinterrhein et contiendrait six fois le lac de la Dixence.

Fig. 2. — Barrage du Zardezas. →

Dans le département de Constantine.  
Sur la rive droite, mur de soutènement en arc construit pour retenir un glissement important du flanc de la montagne.

Cliché A. Dunant.

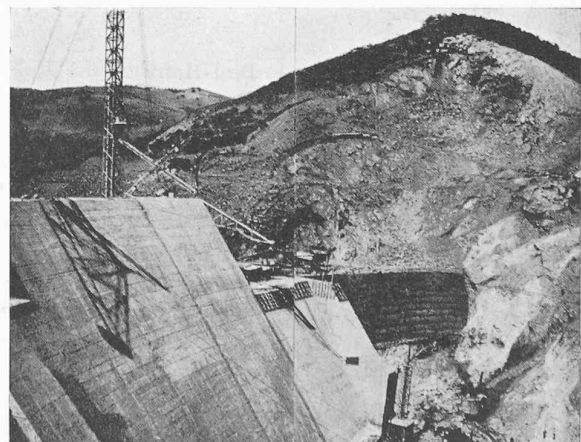




Fig. 3. — Barrage-voûte de Beni-Bahdel.  
Vue d'amont. Ouverture des voûtes 20 m.

Enfin le barrage de Bou-Hanifia termine la série (fig. 6). En 1941 il était en voie d'achèvement, il ne manquait que le débouché du canal de fuite.

3. Particularités des barrages digue et comparaison avec les barrages américains.

Les digues algériennes se distinguent par les dispositions suivantes :

Corps en enrochements de gros calibre, soigneusement arrangés.

Parements très inclinés pour une digue.

Masque amont accessible.

Drainage pour enlever les sous-pressions.

Les grandes digues algériennes laissent au visiteur une impression de masse. Elles sont cependant en dessous des dimensions « américaines ». A titre de comparaison, on a représenté (fig. 4) quelques barrages américains du même type, celui du San Gabriel, en Californie, et le Quabbin Dam (9 bis).

Le plus souvent les digues américaines, avec leurs talus très adoucis (1 : 3 à l'aval), sont construites par remblayage hydraulique; les matériaux fins se déposant au centre forment un noyau étanche; ou encore le noyau est constitué par du remblai cylindré spécialement choisi. Le reste de la digue est constitué par des matériaux déversés en vrac ou remblayés hydrauliquement. Les organes d'étanchéité, englobés dans la masse, sont donc inaccessibles, mais moins coûteux qu'un masque amont.

De ces comparaisons, il ressort que les barrages digues algériens ont un caractère propre qui les distingue des ouvrages similaires.

III. Le barrage de Bou-Hanifia.

1. Les conditions locales.

Les conditions locales, topographiques et géologiques, sont franchement défavorables. Elles ont été décrites en détail dans cette revue (10). On pourrait dire que sans les moyens techniques exceptionnels auxquels on a fait appel, on n'aurait jamais osé autrefois asseoir un ouvrage aussi important sur d'aussi mauvais terrains. Malheureusement aucun autre emplacement, permettant la création d'une retenue suffisante, ne se présentait à l'implantation du barrage.

La vallée à barrer est relativement large (fig. 7). Les couches plongent vers l'amont (fig. 11). L'aspect buriné et raviné des flancs de la vallée à droite révèle à quel point les terrains supérieurs sont sensibles à la désagrégation. Les bancs marno-

sableux apparaissent en creux et les bancs gréseux plus résistants font saillie.

La configuration tectonique des lieux est la suivante (fig. 10) :

A la base, un plancher de marne éocène étanche mais compressible à longue échéance, surmonté d'un complexe de couches sableuses, marneuses et gréseuses lenticulaires, appartenant à l'oligocène. Ces couches, de perméabilité très variable et souvent très forte, traversées par des failles plus ou moins importantes, ont posé un problème d'étanchement difficile.

La perméabilité des couches oligocènes est très grande et oscille entre  $0,1 \times 10^{-4}$  cm/sec et  $150 \times 10^{-4}$  cm/sec. Certaines couches composées de sable et de galets sont encore plus perméables. A cause de la stratification des couches, la perméabilité dans le sens horizontal est plus élevée que dans le sens vertical (voir tableau I). Les terrains supérieurs sont dangereusement affouillables. Tout déversement par-dessus la crête du barrage provoquerait rapidement la rupture de

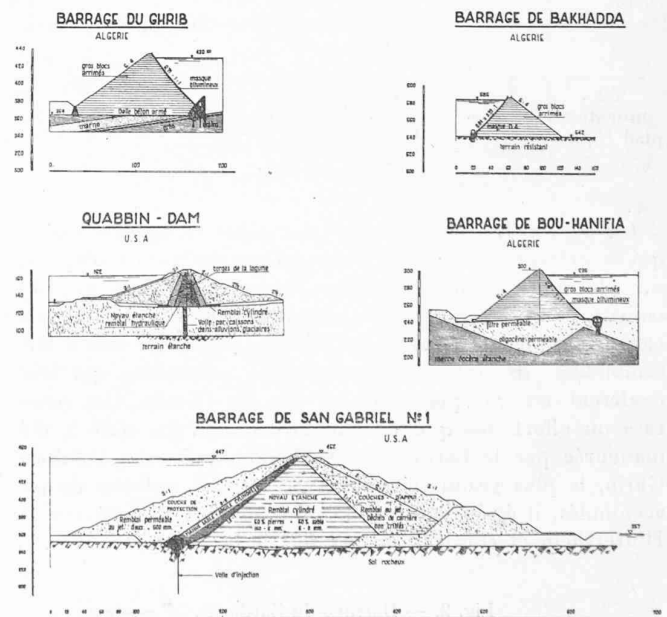


Fig. 4. — Profils des barrages algériens du type digue en enrochements.

Comparaison avec les grandes digues américaines.

Cliché J. C. O.



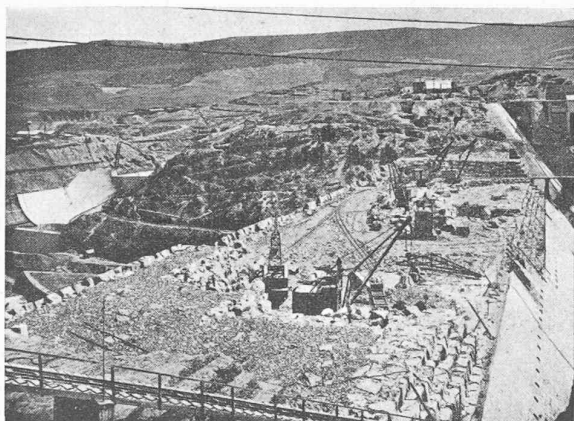


Fig. 5. — Barrage en enrochements du Ghrib.

Au voisinage du parement les gros blocs de forme très régulière. Au fond à gauche le déversoir.  
D'après « Annales Institut tech. Bâtiment ».

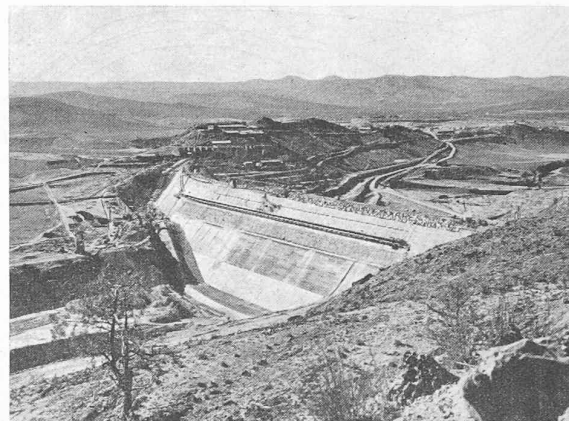


Fig. 6. — Barrage en enrochements de Bou-Hanifia.

Cliché SEC.

l'ouvrage, dans des conditions analogues à la catastrophe du barrage de l'Oued Fergoug dont on a parlé plus haut (fig. 1).

Pour ces raisons, le déversoir et le canal de fuite ont été dimensionnés très largement. Le débit maximum des crues admis est de 6000 m<sup>3</sup>/sec, dont 1500 m<sup>3</sup>/sec pourront passer par les deux galeries de dérivation coupant un méandre de l'oued (fig. 39).

### 2. Choix du type en fonction de la nature des lieux, du sol de fondation et des matériaux à disposition.

Il n'est pas besoin de dire qu'un barrage rigide était exclu d'emblée. On pouvait hésiter entre un barrage souple du type digue à talus adoucis, en terre, d'une part, et une digue en enrochements à talus raides, d'autre part. A hauteur égale la seconde solution réclame un apport de matériaux deux fois et demi moins important.

Une digue en terre, pour être économique, requiert une carrière toute proche où l'on puisse trouver un matériau de composition adéquate. La mise en œuvre de ce matériau, selon une technique spéciale, doit être suivie de très près. Elle demande, si l'on exige une sécurité complète, une mise au point longue et délicate pour laquelle le temps faisait défaut. D'autre part, des variations dans la composition de la carrière peuvent conduire à de grandes difficultés.

Le risque d'érosion d'une digue en terre lors d'un déversement accidentel serait encore plus grave qu'avec une digue en enrochements.

Enfin, à cause de la très grande largeur de sa base, une digue en terre ne peut convenir que dans le cas d'une vallée dont les flancs sont relativement parallèles.

Par ailleurs, il eût été regrettable de ne pas profiter de l'expérience acquise au barrage du Ghrib, où la technique de la mise en place des enrochements avait été mise au point et avait conduit à d'excellents résultats.

En définitive, la digue en enrochements était d'une sécurité d'exécution plus grande. Cependant les avis peuvent être partagés et de l'opinion des auteurs du projet eux-mêmes, une digue en terre eût pu, dans le cas de Bou-Hanifia, rivaliser avec un barrage en enrochement.

### 3. Caractéristiques du projet.

Pour l'élaboration du projet du barrage de Bou-Hanifia, l'Administration des Pont et Chaussées a fait appel à un certain nombre de spécialistes géologues, chimistes, ingénieurs géo-techniciens et ingénieurs civils, qui ont chacun apporté des idées originales. Citons entre autres le professeur Terzaghi, auquel on doit l'idée du filtre et du mur de pied articulé dont on parlera plus loin.

#### a) Lutte contre les déformations.

Dès l'élaboration du projet, le souci des ingénieurs a été d'éviter autant que possible les effets néfastes des déformations. Comme il est impossible de les supprimer, tout au moins en ce qui concerne le terrain, il faut que les ouvrages puissent s'y adapter.

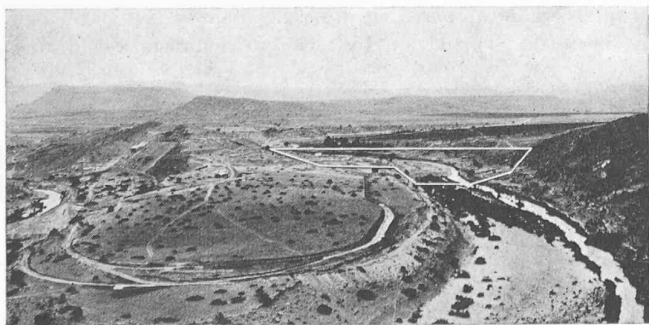
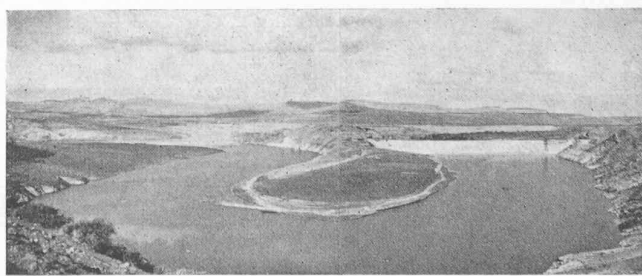


Fig. 7. — Emplacement du barrage de Bou-Hanifia avant la construction.

Cliché Chagneaud.

Fig. 8. — Le lac en décembre 1940.  
Vue prise du même point que la photographie de la figure 7.  
Cliché J. C. O.

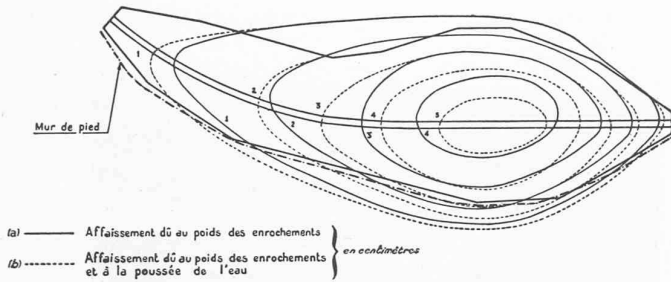


Fig. 9. — Les prévisions de tassement du terrain.  
 Max. 4 cm à lac vide. Max. 5 cm à lac plein.  
 D'après Rapport Congrès des grands barrages. Washington. 1936

C'est pourquoi on a prévu un mur de pied articulé qui est muni de joints (fig. 10, 33 et 34). Ces joints devaient être organisés de façon à pouvoir jouer sans perdre leur étanchéité.

Les tassements des terrains de fondation ont été calculés sur la base d'essais au laboratoire (fig. 9).

Les enrochements allaient également se déformer sous leur poids propre, quels que soient les soins apportés à l'arrimage des blocs. On a donc adopté un masque amont complètement souple qui puisse se plier aux déformations de son support.

En prévision des mouvements du terrain, ainsi que des mouvements des enrochements eux-mêmes, un réseau très serré de repères et de sondages de contrôle a été mis en place.

Les repères des sondages sont doubles ; ils permettent d'observer aussi bien les tassements des couches profondes que ceux de la surface du sol (fig. 23).

b) *Lutte contre l'érosion des fondations.*

La deuxième préoccupation dominante des ingénieurs a été de supprimer tout danger d'érosion des fondations. Ce danger provient surtout du manque total de cohésion de certains terrains sableux qui seraient entraînés sous l'effet des eaux d'infiltration ayant traversé les organes d'étanchéité.

C'est pourquoi un filtre destiné à retenir les grains du terrain, tout en laissant passer les eaux, a été prévu sous la plus grande partie du barrage (fig. 11 à 15).

Par ailleurs, les organes d'étanchéité, en diminuant la vitesse de circulation des eaux, contribuent à limiter l'étendue des zones de résurgence qui sont concentrées au pied aval du barrage où le filtre dépasse légèrement l'emprise des fondations (fig. 15).

c) *Lutte contre les pertes d'eau.*

Enfin, à cause de la très grande perméabilité du terrain, il a fallu développer au maximum les organes d'étanchéité qui s'opposent à l'infiltration des eaux.

Ces organes d'étanchéité se composent :  
 1) d'un mur de pied encastré dans le plancher étanche (fig. 10 et 29) ;

2) sur les rives, des écrans injectés, attachés soit depuis la surface, soit à partir de galeries.

Les trois idées directrices du projet sont donc : lutte contre les déformations dangereuses en s'y adaptant, lutte contre l'érosion des fondations et limitation des pertes d'eau.

IV. Les éléments constitutifs du barrage proprement dit.

Nous allons décrire maintenant en détail l'exécution et le fonctionnement après la mise en eau des différents organes du barrage énumérés plus haut.

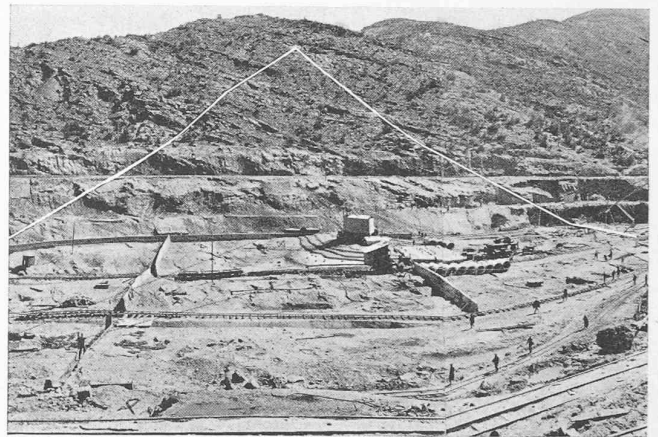


Fig. 11. — Les terrains de fondation avec l'emprise du barrage et les premiers éléments du filtre : drains et murettes.  
 Cliché SEC.

1. *Le filtre.*

Le principe du filtre est extrêmement simple. Il consiste à concentrer la sortie de l'eau en certains points organisés pour empêcher l'entraînement des matériaux. La granulométrie de chacune des couches du filtre doit être telle que les grains ne puissent pas traverser les interstices de la couche sus-jacente. Le filtre se compose de cinq couches de calibre croissant vers le haut (fig. 12 et 13).

La détermination de la première couche directement en contact avec le sol est le problème le plus délicat, car il faut compter avec les variations dans la composition du sol.

Une règle donnée par Terzaghi permet de dégrossir le problème.

La première couche du filtre qui s'est révélée la plus efficace est composée d'un sable de dune compris entre 0,1 et 0,5 mm (fig. 13). Pour localiser les résurgences, la surface du filtre est décomposée en différents panneaux séparés par des murettes (fig. 11 et 15) ; chaque panneau est drainé

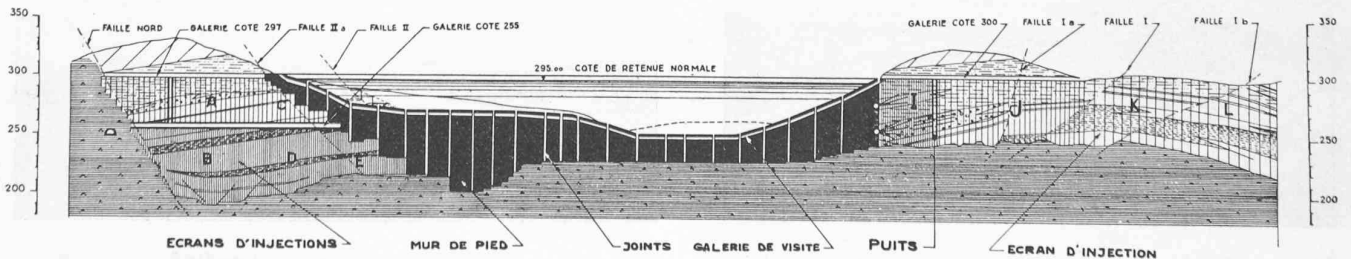


Fig. 10. — Coupe en long suivant l'axe du barrage et les écrans principaux.

J.C.O. d'après documentation SEC.  
 Cliché J. C. O.

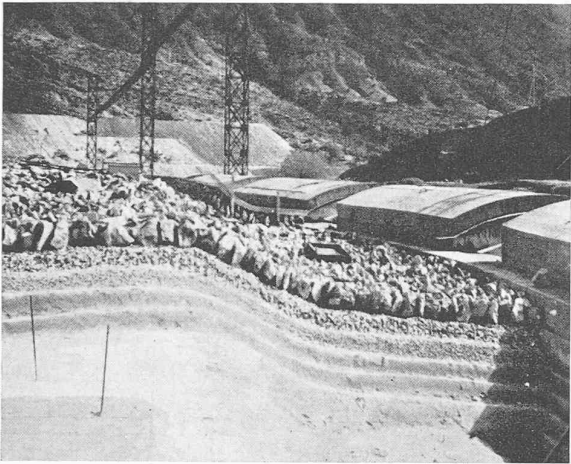


Fig. 12. — Raccordement du filtre avec le mur de pied.  
On distingue les cinq couches de calibre différent et la couche de blocage maçonnée.  
Cliché J. C. O.

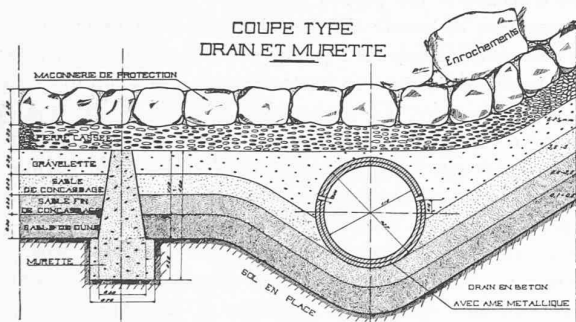


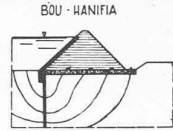
Fig. 13. — Composition granulométrique du filtre.  
D'après Rapport des grands barrages Congrès Washington. 1936.

individuellement par des tuyaux accessibles de 1,10 m de diamètre.

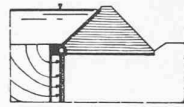
L'exécution du filtre, qui a pu paraître au début assez délicate, s'est révélée relativement facile, même dans les talus, dont la pente a été limitée à 70 %. Les reprises s'effectuent en arrêtant les couches suivant une ligne en escaliers, la tranche étant protégée par une couche de cement-gun, projetée sur des toiles de jute.

Le fonctionnement du filtre s'est montré très satisfaisant. Le cahier des charges prévoyait qu'aucune augmentation durable des matières en suspension dans l'eau des résurgences ne devait se produire. Cette condition a été remplie dans tous les cas. Un incident dont il sera parlé plus loin a fait fonctionner le filtre en sens inverse. Même dans ces conditions tout à fait anormales, aucun entraînement n'a été constaté.

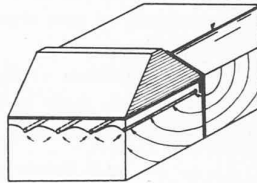
FILTRE HORIZONTAL CONTINU



FILTRE VERTICAL CONTINU



FILTRE HORIZONTAL DISCONTINU



FILTRE VERTICAL DISCONTINU

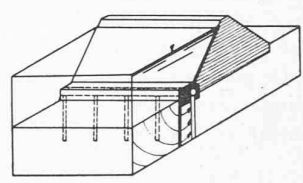
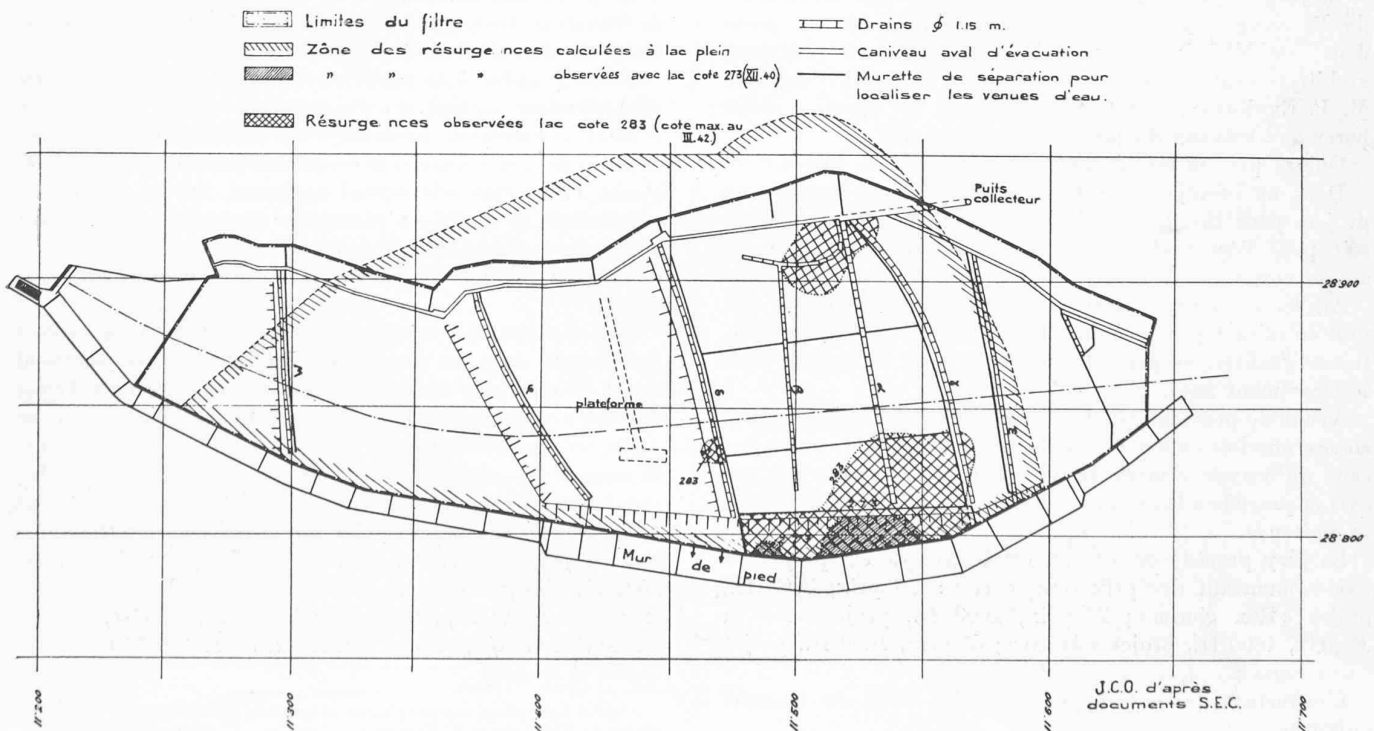


Fig. 14. — Différents types de filtres.

Il est intéressant de noter la façon dont les résurgences se répartissent après la première mise en eau (fig. 15).

On aperçoit la progression successive des résurgences au fur et à mesure de la montée du niveau du lac. Une première constatation a été faite lorsque le niveau se trouvait à la



Plan de situation.  
Fig. 15. — Observation des zones de résurgence des pertes.



cote 273, en décembre 1940, et une deuxième observation en été 1942. On voit que la zone de résurgence s'est relativement peu développée et l'on peut s'attendre à ce que même à lac plein elle n'intéresse pas la surface entière du filtre.

Pour des projets ultérieurs, il semble donc possible, dans certains cas, et en étudiant de très près l'écartement des drains, de remplacer un filtre horizontal continu par un réseau de drains filtrants horizontaux également, mais discontinus. Ceci permettrait probablement une économie.

On peut concevoir différents dispositifs de filtre destinés à empêcher l'érosion (fig. 14). Tous sont basés sur le principe suivant : concentrer les venues d'eau en certains points que l'on peut organiser convenablement.

Ce résultat peut être obtenu de différentes façons :

1) par un filtre horizontal et continu, tel celui de Bou-Hanifia, qui ne provoque pas d'augmentation de charge, puisque l'eau s'écoule au niveau des fondations ;

2) par un réseau de drains verticaux dont l'écartement est choisi de façon convenable, et munis également de parois filtrantes.

Tel est le cas du Ghrib. Ce système a l'avantage de permettre de très petites surfaces filtrantes. Par contre, il a l'inconvénient d'augmenter dans une certaine mesure la charge, puisqu'il y a un rabattement de nappes, et par conséquent d'augmenter légèrement les pertes d'eau.

3) On pourrait imaginer également un filtre continu vertical appliqué directement derrière un mur de pied, mais pratiquement ce système ne paraît pas facilement réalisable.

(A suivre.)

## Concours pour une "Cité paroissiale" à Fribourg.

### Extrait du rapport du jury.

Le jury de ce concours était composé de Mgr M. Besson ; de M. Jungo, directeur des constructions fédérales, président ; de MM. H. Baur, architecte, à Bâle ; E. Lateltin, architecte cantonal, à Fribourg et de M. l'abbé D. Fragnière. M. F. Cardinaux, architecte de la ville, fut appelé à collaborer aux travaux du jury à titre consultatif.

Quinze projets furent présentés dans le délai prescrit.

Dans un premier tour d'élimination, le jury écarte cinq projets pour insuffisance d'étude, soit pour l'emplacement, soit pour l'église elle-même, les locaux paroissiaux ou les autres corps de bâtiments.

Au second tour, le jury écarte deux autres projets qui, tout en faisant preuve d'une étude plus serrée et malgré certaines qualités, ne peuvent entrer en ligne de compte pour le classement final.

Avant de procéder au classement définitif, le jury a passé encore une fois en revue tous les projets éliminés, y compris ceux qu'il avait écartés dès le début. Il ne modifie pas son avis et procède à la critique détaillée des huit projets restant en présence.

Le jury procède ensuite au classement de ces projets et fixe le montant des prix comme suit : 1<sup>er</sup> prix, 3000 fr., projet « Rex gloria » ; 2<sup>e</sup> prix, 2000 fr., projet « Rex » ; 3<sup>e</sup> prix, 1600 fr., projet « Amen » ; 4<sup>e</sup> prix, 1400 fr., projet « Cur rogas ».

L'ouverture des enveloppes révèle les noms des lauréats suivants :

1<sup>er</sup> prix : MM. Dumas et Honegger, architectes, à Fribourg.

2<sup>e</sup> prix : MM. L. et M. Wæber, architectes, à Bulle.

3<sup>e</sup> prix : M. A. Cuony, architecte, à Fribourg.

4<sup>e</sup> prix : M. A. Genoud, architecte, à Fribourg.

Conformément au programme, le jury fixe en outre des indemnités d'un montant variant de 400 à 500 fr., accordées aux onze autres concurrents.

Le jury recommande à l'Association du Christ-Roi, à Pérolles-Fribourg, l'auteur du projet classé en premier rang pour l'élaboration des plans d'exécution.

### Remarques relatives au projet classé en 1<sup>er</sup> rang.

Nous empruntons au périodique *Werk* (n° 12, 1943)<sup>1</sup> les lignes suivantes, dues à la plume de M. H. Baur, architecte (traduction : J. P. S.).

*Le projet de MM. Dumas et Honegger apporte une double réponse au problème de la construction des églises.*

*Tout d'abord, une église peut-elle être moderne ? On l'a nié à deux points de vue. Le Corbusier a émis cette opinion que la construction des églises est trop déterminée par les styles historiques pour qu'on puisse chercher à dire là quelque chose de neuf. Et d'autre part, certains milieux ecclésiastiques redoutent encore d'accueillir des formes nouvelles.*

*La question de savoir s'il y a là un contenu nouveau relève de la conscience. Mais tant que de véritables architectes verront ici une possibilité d'innover, toute négation a priori aura quelque chose de doctrinaire. Le temps n'est plus du positivisme qui consistait à répéter par cœur les formes traditionnelles. On peut même affirmer que le « modernisme », c'est-à-dire la volonté de bâtir en fonction de notre temps, n'est plus contesté.*

*Cependant, on est bien obligé de constater que ce qui l'emporte le plus généralement aujourd'hui, c'est une espèce de demi-mesure. Et nous ne saurions nous cacher que dans la construction des églises — domaine si éminemment supranational — l'esprit régionaliste, le folklore ont réussi à s'insinuer, au risque d'amenuiser toute vraie grandeur au simple niveau du pittoresque.*

*Le projet Dumas-Honegger a, au contraire, quelque chose de libérateur. On y retrouve la même fraîcheur qui caractérisa Saint-Antoine de Bâle et Saint-Charles de Lucerne.*

*D'abord, quant à la matière : le béton, sans doute, est ici plus librement employé, et cependant toujours mis au service de la tâche architecturale à remplir, l'une de celles qui, depuis que la foi existe, ont soumis la technique aux plus hautes exigences. Quant à la forme, elle dépend également, ici, de la fonction primordiale de l'édifice : rassembler les fidèles autour d'un même centre, l'autel. Et cela en tenant compte, et même en développant les résultats acquis depuis les dix ou vingt dernières années.*

*Concrètement, la solution proposée est particulièrement intéressante au point de vue de l'utilisation de l'emplacement donné. Comme pour Saint-Antoine de Bâle, le terrain de la rue Pérolles s'insère dans une rangée de hautes maisons de rapport. Mais, ici, les architectes ont évité d'entrer en concurrence avec la hauteur des constructions dalentour. Le contraste, ils l'ont cherché par la création d'un vaste parvis. L'église elle-même est basse, et à la sévérité des cubes utilitaires avoisinants s'opposent les formes douces et arrondies de l'édifice religieux. La distance, ainsi, est créée, ce moyen le plus simple tout ensemble et le plus naturel de faire ressortir l'architecture sacrée, de l'empêcher de se confondre avec tout ce qui est seulement vie quotidienne et profane.*

<sup>1</sup> qui a bien voulu mettre à notre disposition les clichés des dessins du projet de MM. Dumas et Honegger.