

LE BARRAGE DE L'OUED-FODDA POUR L'IRRIGATION DE LA VALLÉE DU CHÉLIFF

UNE RÉALISATION DE DUFOUR CONSTRUCTIONS GÉNÉRALES

entreprises-coloniales.fr/empire/Dufour_Constructions_generales.pdf

CONCOURS

pour la Construction d'un barrage réservoir de 100 m. de hauteur sur l'Oued-Fodda

LISTE DES CONCURRENTS ADMIS

(*Les Travaux (Afrique du Nord)*, 24 janvier 1925)

Dans, sa séance du 27 décembre 1924. la commission instituée par M. le gouverneur général de l'Algérie a arrêté la liste des entreprises admises à prendre part au concours organisé pour la construction du barrage de l'Oued-Fodda,

Sur 35 demandes enregistrées dans. les délais fixés, la commission a approuvé l'admission de 31 sociétés ou entreprises présentant les. garanties financières et techniques suffisantes en vue de l'exécution de ces travaux, dont nous publions, ci-dessous, les noms :

Le programme du concours, a été adressé à chacun des concurrents jeudi dernier ; les projets devront être déposés. le 15 août prochain ; les plis seront ouverts, le 17 août dans les bureaux de M. l'ingénieur en chef Vicaire, 20, rue Henri-Martin, Alger.

M. DUFOUR, 1, boulevard Malesherbes, Paris.

MM. PELNARD, CONSIDERE ET CAQUOT, 8, nie Armand Moisant, Paris (15^e).

Société Anonyme CHARLES RABLT ET Cie, 14, rue de l'Abbé de l'Epée, Paris (5^e).

COMPAGNIE D'ENTREPRISES- HYDRAULIQUES ET DE TRAVAUX PUBLICS, 25, rue de Courcelles, Paris (8^e).

SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE, 16, boulevard Notre-Dame, Marseille.

MM. SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8^e).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES, 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, Paris.

SOCIÉTÉ NOUVELLE DE CONSTRUCTIONS ET DE TRAVAUX, 282, boulevard Saint-Germain, Paris (7^e).

BETONS ARMÉS HENNEBIQUE, 6, rue Édouard-Cat, Alger.

SOCIÉTÉ DES GRANDES ENTREPRISES MÉRIDIONALES, 54, avenue Marceau, Paris. (8^e).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE TRAVAUX PUBLICS, M. BOYER, Angers.

Société Anonyme do Travaux DYLE et BACALAN, 10, rue Général For, Paris (8^e).

Société Anonyme des Entreprises MONOD ET GUILLAIN, 37, rue de la Bienfaisance, Paris (8^e).

SOCIÉTÉ ALGÉRIENNE DE CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES ET TRAVAUX D'ART, 9 , rue Jules Ferry, Alger.

SOCIÉTÉ PARISIENNE D'ENTREPRISES, 29, rue de Monceau, Paris (8^e)

COMPAGNIE DE DRAGAGES ET D'ENTREPRISES MARITIMES, 12, rue Edgar-Weber, Oran.

COMPAGNIE LYONNAISE D'ENTREPRISES ET TRAVAUX D'ART, 5, avenue Ledru-Rollin, Paris (12^e).

SOCIÉTÉ ANONYME DE CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES ET DE TRAVAUX D'ART, 5, avenue Ledru-Rollin, Paris (12^e).

M. L. ROMERSA, entrepreneur de Travaux publics, au Molhy par Corps (Isère).

MM. FRAISSE Frères, entrepreneurs à Albi.

SOCIÉTÉ TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE D'ENTREPRISES, 5, square de l'Opéra, Paris.

MM. HENRY LOSSIER, 1, boulevard Thiers, Argenteuil.

SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX ALGÉRIENS, 9, rue Charras, Alger.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ED. ZUBLIN ET Cie, 23,25, rue Finkmalt, Strasbourg.

OMNIUM D'ENTREPRISES, 59, rue de Provence, Paris.

M. CHAGNAUD, 18, rue de l'Arcade, Paris.

ENTREPRISE LÉON GROSSE, Aix-les-Bains.

ÉTABLISSEMENTS FOURRE ET RHODES, 9, rue Fortuny, Paris (17^e)

ÉTABLISSEMENTS SAINRAPT ET BRICE, 3, place Paul-Verlaine, Paris (13^e).

ENTREPRISE COOPÉRATIVE FRANÇAISE, 60, rue Saint-Lazare, Paris (9^e).

SOCIÉTÉ DE TRAVAUX EN FRANCE ET À L'ÉTRANGER, 9, rue Christophe Colomb, Paris (8^e).

Alger, le 22 août 1925

CONCOURS

pour la Construction d'un barrage réservoir de 100 m. de hauteur sur l'Oued-Fodda

LISTE DES CONCURRENTS ADMIS

(*Les Travaux (Afrique du Nord)*, 22 août 1925)

OUVERTURE, LE 17 AOUT 1925, DES SOUMISSIONS PRÉSENTÉES PAR LES CONCURRENTS

Sur 31 concurrents admis (voir « Les Travaux » du 24 janvier 1925), 11 entrepreneurs ou sociétés d'entreprises ont pris part au concours, nous en publions ci-dessous la liste, ainsi que le montant des projets déposés :

Durée d'exécution Estimation.

DUFOUR, de Paris 4 années 60.255.476 00

4 années 33.227.004 00

SCHNEIDER & Cie et SOCIÉTÉ ANONYME DES

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS ZUBLIN & Cie, de Paris et de Strasbourg 56 mois
45.519.973 00

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES et SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE, COMPAGNIE D'ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET DE TRAVAUX PUBLICS, de Marseille et de Paris 5 ans 1/2 59.820.000 00

SOCIÉTÉ ALGÉRIENNE DE CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES ET TRAVAUX D'ART, d'Alger 8 ans 35.129.926 03

8 ans 38.191.535 23

8 ans 35.335.626 03

COMPAGNIE LYONNAISE D'ENTREPRISES ET TRAVAUX D'ART, de Paris 45 mois
281829.955 27

45 mois 31W59 126 75

45 mois 25.976.402-80

70 mois 36.253.697 53

FRAISSE Frères, d'Albi] 8 ans 50.000.000 00
SOCIÉTÉ TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE D'ENTREPRISE, de Paris 4 ans -67.452.961 00
SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX ALGERIENS, d'Alger 5 ans 56.4,118.150 00
- 5 ans 56.058.810 00
COAG.VAL'Dr de Paris ,,,,,, 4 ans 79.257.548 00
(chiffre susceptible d'être diminué de 3 millions environ 4 ans 50.887.877 00
par l'application d'une variante proposée.)
ETABLISSEMENTS FOURRÉ ET RHODES, de Paris.. sans devis
ENTREPRISE COOPÉRATIVE FRANÇAISE, de Paris.. 29 mois 26.000.000 00
40 mois 25.000.000 00

D'après les renseignements que nous avons recueillis, la Commission pense pouvoir prononcer l'adjudicataire de ces travaux avant fin 1925.

Alger, le 5 décembre 1925
CONCOURS
pour la Construction d'un Barrage Réservoir
de 100 m. de hauteur sur l'Oued-Fodda
(*Les Travaux (Afrique du Nord)*, 5 décembre 1925)

M. DUFOUR, de Paris, qui avait déposé deux projets : 1° 60.255.476 fr. ;
2° : 33.237.084 fr., durée d'exécution 4 ans, est déclaré adjudicataire.

Pour répondre au désir exprimé par la Commission, nous n'avons pas publié plus tôt le résultat de ce concours. Le nom du lauréat nous était officieusement connu depuis environ trois semaines, alors que la Commission avait achevé ses travaux et déposé son rapport ; mais il fallait attendre l'approbation officielle de M. le Gouverneur général. Et ce n'est qu'hier seulement que M. Viollette a adressé à la presse le communiqué suivant :

« Le Gouverneur général vient d'examiner et d'entériner le rapport de la Commission chargée de dépouiller et d'étudier les seize projets déposés pour la construction de ce barrage.

La commission s'est trouvée en présence de quatre séries de projets : barrages- poids en béton ou en maçonnerie, barrages en béton armé, barrages-voûtes, barrages en enrochements.

Elle a dû d'abord apprécier les mêmes de chacun de ces typés de barrage, en tenant compte à la fois de l'expérience tant française qu'étrangère, des circonstances locales et des prescriptions ministérielles.

De cet examen approfondi des avantages et des inconvénients de chacun des types proposés, la commission conclut, à l'adoption du premier : barrage-poids en béton ou en maçonnerie.

Elle écarte le type en béton armé autant pour ce qu'il exige une main-d'œuvre très qualifiée, impossible à recruter sur place, qu'en raison des fissures, partant des infiltrations qui ne manquent jamais de se produire dans de tels ouvrages, Elle fait de même des barrages-voûtes, parce qu'une part trop grande est laissée à l'innovation et à la hardiesse dans de tels barrages. Il est, en effet, constitué par une succession de voûtes renversées à la manière d'un pont rabattu autour de sa tête amont ; la largeur de la vallée à barrer, le manque de certitude sur la solidité des berges appuyés latéraux, le taux de fatigue très élevé du béton sous la poussée des eaux, justifient la préoccupation de la commission de ne rien laisser au hasard. Enfin, les barrages ou enrochements, plus économiques, mais constitués en totalité ou essentiellement par des blocs déposés les

uns sur les autres, sans être reliés entre eux par une maçonnerie quelconque, s'ils sont susceptibles de réaliser une économie sérieuse, le sont aussi d'occasionner des frais d'entretien considérables en raison des infiltrations et surtout des tassements, et se révèlent ainsi moins sûrs que le barrage poids classique.

La commission a donc été amenée à donner sa préférence à ce dernier type.

Ce premier dépouillement fait, la commission pour faire le départ entre les projets retenus, a considéré deux particularités : prix moyen au mètre cube fonction du dosage et de la répartition en dosage (la disposition des zones de dosage est le premier élément de la solidité) et durée probable des travaux. Ainsi, la commission a été amenée à adopter le projet 11° 5 de M. Dufour, chez qui la combinaison de ces éléments est la plus heureuse, dont le devis s'établit au prix moyen de 123 fr. 70 le mètre cube et avec une durée d'exécution de 48 mois.

La commission a cependant retenu certains autres projets particulièrement ingénieux qui, pour des barrages plus modestes, auraient pu être pris en considération et outre le projet qu'elle propose, elle a demandé de primer le projet n° 12 déposé par la Compagnie Lyonnaise d'entreprises et travaux d'art, représentant un type particulièrement heureux de barrage-voûte, et aussi le projet de M. Chagnaud relatif à un barrage poids en enrochement,

Le Gouverneur général, en conséquence de sa décision d'approuver les conclusions de la commission, a donné les instructions nécessaires pour que le marché lui soit immédiatement soumis. Il a également tenu à rendre hommage à l'activité et à la science des deux ingénieurs rapporteurs de la commission, MM. Balensi et Bureau. Enfin, il a décidé de faciliter la publication des travaux très remarquables faits à cette occasion par deux autres ingénieurs membre de la commission, MM. Jullidière ¹ et Degove, relatifs, le premier, à l'influence des secousses sismiques sur les grands ouvrages, le second, sur les grands ouvrages de retenue des eaux de rivière, notamment aux États-Unis.

*
* * *

Au sujet du projet adopté, nous pouvons ajouter les précisions suivantes :

Le barrage sera implanté suivant un tracé curviligne de 400 m. de rayon, tournant sa convexité vers l'amont.

Le profil en travers, abstraction faite du couronnement, sera un triangle, dont la hauteur sera de 100 mètres environ et dont la largeur à la base sera de 75 mètres. Le parement amont de l'ouvrage sera constitué par une maçonnerie de moellons têtus, hourdie au mortier de ciment.

Les dispositions spéciales prévues pour éviter la pénétration de l'eau sous pression et assurer son évacuation libre sont les suivantes :

Mur parafouille ancré profondément dans le rocher, rendu imperméable par aes injections préalables de ciment et réseau très complet de drainage.

L'ouvrage sera divisé en 6 tranches verticales par 5 joints de contraction.

L'exécution des travaux sera assurée à l'abri, l'entrepreneur établissant à cet effet, a l'amont du barrage à construire, un batardeau de 20 m. de hauteur environ, et dérivant les eaux de l'oued par 2 galeries creusées dans les berges et pouvant débiter chacune plus de 200 mètres cubes à la seconde.

L. T.

¹ René Jullidière (1861-1941) : polytechnicien, ancien directeur général des travaux publics de l'Indochine (1906-1909). Voir encadré :

www.entreprises-coloniales.fr/inde-indochine/Polytechniciens_en_Indochine.pdf

AVIS
(*L'Écho d'Alger*, 3, 4, 5 février 1926)

La Maison DUFOUR, constructions générales, adjudicataires de la construction du barrage sur l'Oued-Fodda, serait désireuse de recevoir des offres d'entrepreneurs algériens qualifiés pour l'exécution de certains travaux, chemins de fer à voie de 0.60, galeries souterraines, fouilles, fondations de machines.

Messieurs les entrepreneurs peuvent prendre connaissance des dossiers des lots dont il s'agit, tous les jours de 8 à 12 heures, jusqu'au 15 février, dernier délai, au bureau provisoire de la Maison DUFOUR, 6, rue Jules-Ferry, chez Worms et Co).

PARTIE NON OFFICIELLE
Alger, le 9 juin 1928
Le Barrage de l'Oued Fodda
(*Les Travaux (Afrique du Nord)*, 9 juin 1928)

Samedi 2 juin, un groupe d'officiers du Génie (active et réserve), dirigé par le Général Commandant Supérieur du Génie en Algérie et le Colonel Directeur du Génie d'Alger et auquel s'étaient jointes quelques éminentes personnalités du monde de la construction, s'est rendu à Oued Fodda pour visiter les travaux au grand barrage en construction en amont de Lamartine.

Cette visite avait été organisée comme séance de l'École de perfectionnement des officiers du Génie de réserve ; le programme comportait une conférence et un exercice pratique (visite des installations et chantiers).

La conférence, illustrée de vues photographiques et de dessins, fut faite par M. Balensi, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Alger, dont la haute érudition et la claire éloquence firent d'un exposé technique une attrayante causerie : nous allons essayer d'en donner un résumé succinct, regrettant de ne pouvoir en rendre qu'imparfaitement la brillante allure.

La Colonie ayant décidé d'irriguer l'immense plaine du Chélif afin d'y assurer annuellement de belles récoltes (on sait qu'actuellement la récolte sans qualificatif n'y est pas assurée une fois par trois ans, en moyenne) et d'y créer des cultures industrielles, un programme d'ensemble fut étudié qui comporte le captage des eaux des principaux affluents du Chélif et du fleuve lui-même. La nécessité de régulariser le cours des eaux, c'est-à-dire de distribuer également chaque année, dans les terres irrigables, les quantités très inégales d'eau arrêtées, impose la création de réservoirs de très grande capacité et, par suite, la construction de barrages élevés.

Les grandes dimensions s'imposent aussi pour atténuer les conséquences de l'envasement.

Car l'envasement est inévitable, aucun moyen pratique ou économique n'étant susceptible d'assurer convenablement le dévasement ; d'une part, la chasse d'eau, en temps de crue, insuffisamment efficace d'ailleurs, irait à l'encontre de l'objet de la construction qui est de retenir le plus possible d'eau, peut-être toute celle que peut amener la rivière pendant une ou plusieurs saisons consécutives, en tous cas d'avoir toujours un réservoir aussi plein que possible ; d'autre part, le dragage serait une opération infiniment trop onéreuse.

On se résigne donc à l'inévitable. Mais la contenance du réservoir sera telle que l'envasement sera relativement très lent.

On a calculé, par exemple, que la contenance du réservoir de l'oued Fodda sera réduite à peine d'un quart en un siècle.

Lorsque, au bout de cinquante, cent ans ou plus, la réduction de la capacité risquera d'entraver la régularité des irrigations, on sera conduit, soit à restituer sa contenance première au réservoir en rehaussant le barrage, si possible, et avec lui la cote du plan d'eau, soit à arrêter son envasement en, constituant sur les cours secondaires qui l'alimentent, au moyen de barrages plus ou moins élevés, de véritables bassins de décantation des eaux.

L'avenir est ainsi réservé durant une période assez, longue pour que les Ingénieurs ne soient pas accusés d'avoir manqué de prévoyance.

Les études relatives au barrage de l'oued Fodda ont conduit les ingénieurs, après choix de l'emplacement, à lui donner une hauteur de 94 mètres au-dessus du fond de la rivière, constituant ainsi un lac artificiel d'environ 12 kilomètres de longueur et de 220 millions de mètres cubes.

L'eau emmagasinée est expressément destinée aux irrigations. Mais l'on pourra, sans en distraire une goutte, utiliser sa puissance d'écoulement, sa hauteur de chute, à produire du courant électrique.

Cette production, évaluée à 15 millions de kilowatts-heure par an, sera saisonnière, comme les irrigations (5 à 6 mois). Une partie en sera employée à la reprise et au refoulement d'une certaine quantité d'eau pour irriguer des terrains situés à une altitude supérieure à celle du canal. Le canal s'ouvrira à l'aval de l'usine électrique où l'eau sera amenée par une canalisation en tunnel de 2 kilomètres de longueur et par une conduite forcée.

La construction du barrage a été précédée de l'établissement, un peu à l'amont, d'un batardeau dont l'objet est de laisser à sec l'emplacement de l'ouvrage définitif. Deux galeries latérales évacuent jusqu'à l'aval de cet emplacement l'eau arrêtée par le batardeau. Elles sont calculées pour débiter l'eau des plus fortes crues, car il importe beaucoup d'éviter la submersion des chantiers.

L'ouvrage principal comporte lui-même deux parties : le barrage proprement dit et le déversoir. Ce dernier est prévu pour permettre l'écoulement d'une masse d'eau de 900 mètres cubes par seconde avant que la crête du barrage ne soit atteinte par le plan d'eau du lac. Cette quantité, supérieure au débit des plus fortes crues connues, comporte un coefficient de sécurité très large que les ingénieurs ont encore augmenté sensiblement en prévoyant le passage de 1.500 mètres cubes par seconde, ce qui représente une surélévation de 1 m. 50 du plan d'eau au-dessus de la crête du barrage. À cet effet, ils ont prévu pour le barrage lui-même une largeur en crête de 5 mètres, ce qui a pour effet de renforcer sensiblement le mur en conservant le même profil.

Ce profil est du type dit triangulaire, dont le côté amont est presque vertical et le côté aval est en fruit de deux tiers environ. Il a été calculé de manière à ce qu'aucune de ses parties ne travaille l'extension : il travaillera exclusivement à la compression et pourra, pour cette raison, être entièrement constitué en béton, d'où résultera une construction rapide et économique par l'utilisation d'un puissant outillage.

Les parements du mur seront des surfaces planes, celui d'aval étant ainsi peu exposé aux dégradations que l'eau passant éventuellement par-dessus l'ouvrage pourrait lui faire subir. Celui d'amont sera tout particulièrement soigné au cours de la construction, et convenablement enduit, en vue d'assurer son étanchéité. L'insuffisance de celle-ci sera d'ailleurs corrigée par un système de drainage placé à l'intérieur du mur, à faible distance du parement amont, afin d'éviter toute infiltration dans la masse principale du mur.

L'étanchéité du sol de fondation, qui est rocheux, sera assurée, autant, qu'il est possible, par des précautions minutieuses. En premier lieu, toute la face amont, sur une épaisseur de six à sept mètres, se prolongera dans un parafoilles creusé dans le rocher jusqu'à plus de 40 mètres au-dessous du lit de la rivière. En second lieu, des

sondages ayant été forés sous l'ouvrage et son parafoilles, il sera- précédé à des injections sous pression de mortier de ciment pur qui obturera, espère-t-on, toutes les fissures de la pierre jusqu'à une profondeur de 50 mètres au-dessous de l'ouverture des sondages et sur une certaine étendue.

La construction d'un tel ouvrage, heureusement d'une faible longueur en raison de l'étroitesse du lit du torrent, nécessitera la mise en œuvre d'environ 270.000 mètres cubes de béton de ciment. Son poids, augmenté de la poussée de l'eau, sera tel que sa base supportera un effort de compression d'environ 25 kilogrammes par centimètre carré.

Cette formidable pression nécessitera l'emploi de matériaux de choix, des soins tout particuliers dans la confection du béton, pour en assurer la parfaite homogénéité -et un dosage de 350 kg de ciment par mètre cube, dosage décroissant d'ailleurs jusqu'à 100 de la base au sommet.

M. Balensi donne encore quelques renseignements que le lecteur trouvera plus loin et termine sa remarquable causerie par un petit couplet lyrique à la poésie du paysage et à la grandeur de l'œuvre et par un vibrant hommage tout d'abord aux brillantes qualités de l'entrepreneur.

M. Dufour, vaillant pionnier des deux continents, qui n'a pas craint de s'initier à 70 ans à un travail nouveau pour lui et au zèle attentif de ses collaborateurs, puis à la science et au dévouement de tous les instants de ses propres collaborateurs, ingénieurs et agents de l'Administration.

Après être passée au laboratoire des Ponts et Chaussées, où M. l'ingénieur Martin expliqua la nécessité d'un, contrôle permanent des qualités et des conditions des matériaux en vue d'assurer une parfaite exécution de l'ouvrage (on sait les dangers et, le coût des défauts qui -pourraient en provoquer la ruine !), puis montra l'utilité de confectionner un mortier plastique et non fluide et nota à cet effet la supériorité des ciments de la Pointe-Pescade, la caravane visita les chantiers sous la conduite des ingénieurs de l'Administration, du représentant et des ingénieurs de l'entreprise.

Véritable et puissante installation industrielle qui fait honneur à celui qui l'a conçue et réalisée. Qu'on en juge.

Le barrage devant être constitué par un énorme monolithe de béton, il parut naturel d'amener ce béton en place, tout fabriqué, par simple gravité. D'où la conception de l'appareillage superposé que nous allons décrire sommairement en commençant par le haut.

Sur le flanc de la montagne, à plus de 300 (?) mètres au-dessus du fond de la gorge, s'étagent les bâtiments de l'exploitation, bureaux, logements, cantine, magasins, etc. ; le tout très aéré, éclairé à l'électricité et alimenté en eau refoulée du lit de l'oued Fodda.

Au même niveau, plus à l'amont, de vastes carrières d'où descendent, par plans inclinés, de nombreux et grands wagonnets chargés de moellons de belle qualité.

Au-dessous, une gare de chemin de fer. Parfaitement, gare terminus d'une ligne à voie de 0 m. 60, longue de plus de 25 kilomètres, amenant de la gare P.-L.-M. de Oued-Fodda tout ce que l'entreprise consomme : baraquements, vivres, outillage, explosifs, ciment, etc. La construction de cette ligne, en pays très tourmenté vers sa partie haute, a demandé un an à elle seule. Solidement établie, elle est aussi puissamment outillée, car elle doit monter au chantier par des rampes atteignant 30 pour mille, 60.000 tonnes de ciment en une année.

À peu près au même niveau, juste au-dessus de la ligne de crête du barrage, est établi un -blondin dont les câbles traversent la gorge à quelques 250 mètres de hauteur et dont les bennes déposent ou reprennent sans cesse, en tous points du chantier, des matériaux divers, de l'outillage, des hommes parfois.

Un peu plus bas, les silos à ciment et les concasseurs, puissantes machines établies pour débiter journallement 1.000 à 1.200 mètres cubes de pierre cassée.

Presque, sur le même plan, utilisant pour le mieux les parties les moins déclives du talus de la montagne, on a installé cinq grands compresseurs à air Ingersoll-Rand, le four et la forge pneumatiques pour la réparation des fleurets (il est presque superflu d'indiquer que l'extraction de la pierre, les fouilles de l'ouvrage et le forage des sondages se font à l'air comprimé, le tout également avec du matériel Ingersoll-Rand) et différentes installations annexes.

Enfin, sous les silos et concasseurs, sont installées cinq grandes bétonnières mécaniques qui déversent à tour de rôle le béton tout fait dans deux goulottes demi-cylindriques conduisant la matière au lieu d'emploi. Ces goulottes, dont les parties hautes sont fixes et les parties basses sont orientables, sont suspendues à des câbles tendus au travers de la gorge par des filins espacés de cinq à six mètres.

Elles sont inclinées à 40 pour 100, pente nécessaire à l'écoulement naturel du béton. Toutefois, il arrive qu'elles s'engorgent. Il est curieux alors de voir des acrobates courir d'un filin à l'autre jusqu'au point critique pour faire reprendre sa marche au béton avant qu'il ne soit durci. Arrivé au lieu d'emploi, le béton est immédiatement remélangé et régalié et bientôt recouvert de toiles ou nattes d'alfa mouillées.

Nous avons dit que le mur reposait sur un sol rocheux. Il faut ajouter qu'il y est encastré sur une profondeur dépassant six mètres. Le béton est répandu par couches épaisses formant escalier à larges marches, ascendant vers l'aval. Les plus minutieuses précautions sont prises pour empêcher la dessiccation des surfaces successives et pour assurer la liaison parfaite des couches entre elles. Nous avons noté plus haut que le souci des Ingénieurs et de l'entreprise était d'éviter toute défectuosité de nature à compromettre la sécurité de l'ouvrage : M. Balensi a traduit ce souci par cette formule : « Nous voulons que ce barrage n'ait pas d'histoire et que l'occasion ne soit jamais donnée à personne, dans le plus lointain avenir, de chercher dans ses archives un sujet de critique. »

À noter que toute cette puissante installation mécanique, les locomotives du chemin de fer exceptées; est actionnée à l'électricité : la Compagnie Lebon a tout exprès installé une ligne de transport de force et un transformateur au chantier.

Pour compléter cette description trop sommaire, nous devons ajouter que l'entreprise a installé à Lamartine un véritable village (Dufourville) comportant encore bureaux, logements, magasins, ateliers du chemin de fer, infirmerie, etc.

Il faisait chaud, les poussières des concasseurs avaient desséché les palais. En l'absence de M.-Dufour, retenu à regret à Alger par la maladie de sa femme, et en son nom, son représentant, M. Victor Méric, et ses ingénieurs offrirent à leurs hôtes, dans la vaste salle de la cantine de l'entreprise, un rafraîchissement mousseux très apprécié.

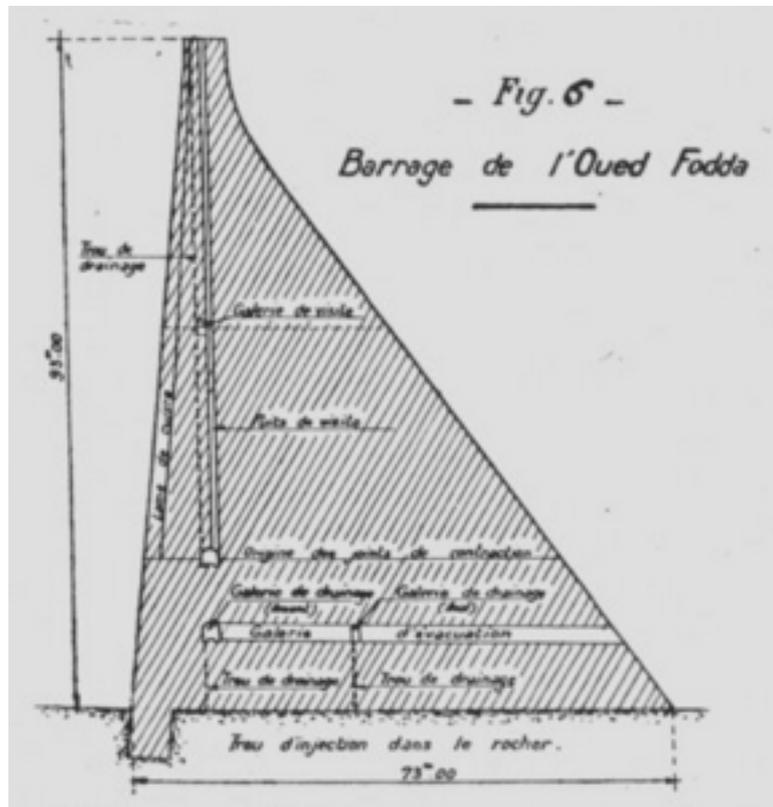
Et la caravane, toute heureuse d'une leçon qui fut une partie de plaisir, prit le chemin du retour, confortablement répartie, comme à l'aller, dans les voitures automobiles mises gracieusement à sa disposition par M. Dufour.

L. T.

1930 : CAMPENON-BERNARD REPREND DUFOUR CONSTRUCTIONS GÉNÉRALES

La cimentation et ses applications
par M. Grégaire (suite et fin)
(*Le Ciment*, mai 1931)

.....
 Pour les barrages de « l'Oued-Fodda » et de « Bakhadda », les ingénieurs responsables de leur construction, ayant estimé que le calcaire d'appui pouvait offrir une résistance moins relative cette fois, moins sujette à mécomptes, par conséquent, ils se décidaient en faveur du type de barrage-poids à profil triangulaire (voir fig. 6).



Cette figure n° 6 donne la coupe transversale schématique du barrage de l'Oued-Fodda (à 10 kilomètres de Lamartine) qui doit atteindre une hauteur triangulaire, avec une base de près de 72 mètres, soit environ 80 de la hauteur. Sa longueur au couronnement est de 200 mètres, ce qui caractérise l'encaissement de la gorge très resserrée, taillée à même le calcaire, en parois très abruptes. Le cube total de la maçonnerie est évalué à 270.000 mètres cubes de béton. L'ouvrage se trouvera solidement encastré dans les flancs de la gorge, et dans le lit de la rivière, l'ancrage du parafoille étant constitué par une tranchée de 6 mètres de largeur à profondeur variable, descendant par endroits jusqu'à 40 mètres sous le lit de l'Oued, et qui a été comblée de béton cyclopéen. L'exécution de l'ouvrage a été prévue au montant de cent dix millions, et l'entreprise, confiée à la maison Dufour, spécialisée en ce genre de travaux réclamant le plein exercice de responsabilités techniques et pratiques très sérieusement acquises, et dont nous voulons donner une idée, en signalant que le seul déblai pour la fondation a porté sur une fouille de 110.000 mètres cubes. De plus, les travaux préliminaires de dérivation de l'oued, ont demandé la construction de deux tunnels, devant mettre le site des travaux entièrement à sec pour toute la durée de leur exécution. Une dérivation de ce genre est toujours d'une exécution difficile. Au cas de l'Oued Fodda, elle constituait véritablement une entreprise déjà considérable par elle-même, puisque ces galeries d'évacuation des crues sont établies pour débiter 400 mètres cubes à la seconde.

Cette description sommaire des barrages de l'Oued Fodda et Ghrib, montre de quelle importance ils s'imposent à la responsabilité des entreprises chargées de les

ériger, et à l'attention des ingénieurs de l'Administration qui dirigent et contrôlent la réalisation des projets dont ils ont eu le mérite de la conception avant d'assurer le soin de leur exécution.

Mais quand nous désirons examiner de plus près le problème des fondations de ces barrages algériens, comment il est résolu, nous devons bien reconnaître que les détails de renseignements techniques et pratiques sur la cimentation en sous-œuvre, que nombre d'indications enfin, qui seraient très instructives pour l'ingénieur, font complètement défaut, et échappent même à l'investigation.

Évidemment, nous savons bien qu'au cas de l'Oued Fodda, l'écran étanche est descendu à grande profondeur (on dit 40 mètres) en raison de la fissuration et de la friabilité du calcaire et de la formation géologique très capricieuse du sous-sol. Cette très mauvaise tenue de la surface portante, l'impossibilité où l'on était d'atteindre les couches inaffouillables et imperméables, laissaient planer un doute sérieux sur la tenue et l'étanchéité de l'assise sous l'effet des pressions d'eau de la retenue. Nous ne pouvons donc pas ignorer que pour mettre la fondation à l'abri des sous-pressions, on a recouru à la cimentation de tout le fondement, de façon à encaisser pour ainsi dire le parafouille dans l'écran artificiel résultant des injections de ciment à grande profondeur. dans toute cette zone amont de l'ouvrage.

Quand il s'agit du Ghrib, fondé sur grès friable dont on sait la désagrégation facile par érosion et infiltration de l'eau, comme il n'était pas possible, là encore, d'atteindre en profondeur le rocher compact et imperméable, l'écran obtenu par la cimentation a été descendu jusqu'à 100 mètres de profondeur, pour obliger les eaux de la retenue à un trajet égal à plus de quatre fois leur charge initiale, avant de pouvoir contourner l'écran par le dessous.

Nous répétons — sous toute réserve — ce qui nous a été dit: que pour la fondation de ce seul ouvrage, on doit injecter près de 700 trous à forer sur une longueur totale de 22.000 mètres. Suivant les pressions à date, on estime que la cimentation en telles conditions absorbera 800 tonnes d'ingrédients, dont moitié en ciment et moitié en produits de silicatisation.

Et puisque cet « silicatisation » revient sous nos yeux, répétons en passant que, peut-être, à l'ignorance du profane, il peut s'auréoler encore d'une pointe de mystère, donc faire volontiers la légende de procédés secrets. En réalité, il n'est pas interdit de percer les arcanes de cette silicatisation maintenant pratiquée par tous les techniciens de la cimentation. Elle consiste à employer des solutions de silicate de soude et de sulfate d'alumine, qui sont injectées à doses variables et à pressions appropriées, suivant la nature des terrains à cimenter et la composition des eaux souterraines à détourner. Chaque ingénieur sait fort bien que les solutions de certaines substances chimiques exercent une action colloïdale sur la prise du ciment, et une autre action lubrifiante qui facilite, nous l'avons déjà dit, le rayonnement des injections à grande distance.

La silicatisation est donc une simple question de laboratoire, doublée d'une bonne pratique de chantier. Elle n'a pour l'ingénieur aucun secret, elle ne lui offre rien d'insurmontable comme difficulté, et, sans monopole, elle demeure très facilement accessible pour tous.

Voilà, du peu qui précède, et à la fragmentation des renseignements, à quoi se résument les renseignements actuellement disponibles sur l'exécution des fondations des barrages les plus importants qui soient en cours d'exécution en Algérie.

La presse technique, on en peut juger, est véritablement sevrée de toute information — sortant de la banalité courante — sur la cimentation de ces ouvrages. Nous sommes les premiers à le regretter, d'autant plus sincèrement que ces travaux de grande importance sont exécutés à très vaste échelle par les soins d'une maison française : « Procédés de Cimentation François » de Paris, qui aurait déjà à son actif la cimentation de puits de mines, ce qui, ces dernières années, l'avait orientée vers l'étanchement des corps de barrages laissant perdre l'eau à travers l'ouvrage. En dernier lieu, elle a

commencé ses propres applications de cimentation à la fondation, cette fois, des nouveaux barrages d'Algérie en cours de construction.

Le seul terme d'appréciation qui puisse, jusqu'à présent, nous permettre de concevoir en effet l'importance tout à fait exceptionnelle de ces travaux de cimentation exécutés en ce moment, réside dans l'ordre de grandeur des dépenses virtuellement engagées dans ces ouvrages.

L'exécution du barrage de l'Oued Fodda est évaluée au total de 110 millions, sur lesquels les travaux de la seule cimentation sont estimés pouvoir atteindre 20 millions.

Pour le barrage du Ghrib, dont les travaux sont évalués à 120 millions, l'entreprise du marché des ouvrages de cimentation compte pour 30 millions, soit le 1/4 du coût total de l'entreprise globale !!!

Ces chiffres, disons-le, n'ont aucun caractère officiel, puisqu'ils n'émanent pas en propre de l'administration intéressée à ces travaux. Nous ne les mentionnons donc que sous toute réserve de rectification éventuelle, advenant que leur inexactitude soit mise en cause, et nous soit signalée par ceux qui nous en attribueraient l'erreur apparente.

Comme nous ignorons pour l'instant dans quelles conditions d'appel à la concurrence auprès des maisons spécialisées en cimentation, ces travaux ont été adjugés, et les marchés passés, il nous serait très vain de discuter des chiffres avant que nous en ayons eu vérification sur place. Nous espérons d'ici peu avoir l'avantage de le faire en connaissance de cause, ce qui nous permettra de revenir plus amplement sur cette question.

Disons de suite, qu'il est de règle constante, pour certains services de l'administration des Ponts et Chaussées, de s'en tenir à la réserve la plus stricte, quand il s'agit d'en solliciter — (nous ne disons pas « d'en obtenir ») — quelques indications techniques et financières, sur les travaux exécutés sans leur contrôle. En matière de construction de barrages, cette règle de discrétion est devenue plus absolue que jamais, depuis que les catastrophes survenues en cinquante ans, à plusieurs des ouvrages établis d'après les conceptions et sous le contrôle de l'administration, ont été naturellement attribuées aux seules responsabilités des Ingénieurs des Ponts et Chaussées qui avaient charge de les étudier en leurs moindres détails, et d'en surveiller l'exécution impeccable.

Quand il s'agit des barrages en construction en Algérie, il n'y a donc pas à s'étonner outre mesure de la rareté des informations qui, par la voie directe de l'administration, arrivent jusqu'à une Revue technique.

On le comprend d'autant mieux, que les projets relatifs à certains de ces ouvrages algériens ont pu, à l'époque, donner lieu et prétexte à des critiques émanant par exemple de M. Mesnager, inspecteur général des Ponts et Chaussées, qui, en mars 1928, pouvait déjà écrire ce que nous reproduisons ci-après, en extrait d'une lettre à M. Gustave Mercier, président du Comité français des grands barrages :

« Les barrages poids à profil triangulaire, implantés suivant une ligne droite, présentent un coefficient de sécurité tellement faible qu'ils constituent une véritable menace pour la sécurité publique, si leurs déversoirs ont été établis avec des dimensions trop restreintes eu égard au débit des crues exceptionnellement possibles.

.....
Parmi les barrages dont la construction est en cours ou projetée, je puis citer les barrages suivants comme présentant des déversoirs insuffisants :

De l'Oued Fodda et l'Oued Mina en Algérie (ces deux ouvrages préparent une réédition de la catastrophe de Perregaux) ; de l'Oued Beth au Maroc, dont le chantier a été saccagé par une crue en décembre dernier (1927) ; le barrage de la Cure en France. ».

Il va de soi qu'après une telle critique, émanant d'un inspecteur général des Ponts et Chaussées, l'administration demeure très peu disposée à la propagation des

informations, particulièrement relatives aux travaux de cimentation des barrages qui nous intéressent, et pour lesquels des dizaines de millions ont été consacrés aux seules injections de ciment dans les fondations. Quand nous aurons le cahier des charges de la mise en adjudication, nous reviendrons donc sur cette intéressante question.

.....
