

# Ouvrages du génie civil français dans le monde

## Barrages

1860-2004



Barrage Moulay-Hassan 1<sup>er</sup>. Maroc (1987)



Barrage de Berké. Turquie (2001)

**Jean-Louis Bordes**

Ingénieur de l'Ecole Centrale Paris

Centrale – Histoire

Comité génie civil et bâtiment. IESF

## LES BARRAGES CONÇUS OU CONSTRUITS PAR DES ENTREPRISES FRANÇAISES A L'ETRANGER (1860-2004)

La conception et/ou la construction des barrages à l'étranger par des sociétés françaises s'inscrivent dans la démarche de recherche de marchés hors de la Métropole, commencée dès le milieu du XIXème siècle.

Bien que les Français aient joué un rôle majeur dans la maîtrise de la construction des barrages en maçonnerie, avec le barrage du Furens près de Saint-Etienne en 1866 (record du monde de hauteur avec 56 m), la réalisation de ces ouvrages pour des hauteurs supérieures à 15 m (grand barrage) est exceptionnelle jusqu'au début du XXème siècle. Le monde a été traversé de lignes de chemin de fer avec ses remblais, grandes excavations, tunnels et ponts, et équipé de ports. Les villes ont été le lieu d'importants travaux édilitaires (système d'égouts et d'alimentation en eau).

Mais c'est avec l'avènement de l'hydroélectricité et le lancement de grands programmes d'irrigation que les grands barrages, c'est-à-dire d'une hauteur supérieure à 15 mètres au dessus du niveau des fondations, se sont développés. De 500 en 1900 dans le monde entier, leur nombre s'est élevé à 5.000 en 1950 et culmine à 50.000 en 2000. La date de 1950 marque une rupture nette dans le rythme des réalisations. Cette coupure nous autorise à présenter les ouvrages en deux grandes parties avant et après 1950. La création de la commission internationale des barrages (CIGB) en 1928, s'inscrit dans cette chronologie

Le poids des études étant particulièrement important (volume, nature, multidisciplinarité, durée, impact sociétal, prise de responsabilité), les fonctions de concepteur et de constructeur sont nettement séparées suivant les pratiques anglo-saxonnes. Les références qui suivent sont, soit celles de société d'études soit celles d'entrepreneurs et quelques fois plus rarement les deux sur un même site.

Nous nous sommes aidés dans le travail de recherches des références, du registre mondial des barrages en date de 2010 et de celles des sociétés d'études et de travaux ainsi que de travaux historiques réalisés sur le monde des Travaux publics, pour dénombrer les sociétés d'ingénierie et les entreprises et leurs références. Pour les premières on a recensé 13 sociétés ayant œuvré à l'exportation, la plus ancienne fondée en 1906 par Considère. Pour les entreprises, on a décompté 19 sociétés dont plusieurs très anciennes déjà citées pour les ponts. Mais certaines plus spécialisées dans les travaux hydrauliques feront au cours de ce qui suit, l'objet de présentations particulières. Ces chiffres sont à considérer comme indicatifs.

Les références d'ouvrages sont difficiles à cerner. Elles sont de l'ordre de quelques centaines au plan études ou travaux. Certains ouvrages ont été le lieu de rencontre de sociétés françaises dans les deux types d'activité sans concertation initiale. Nous avons retenu une centaine d'ouvrages à partir des critères suivants qui seront rappelés dans les fiches de présentation qui suivent : l'ancienneté qui touche à la durabilité et sans doute à la rareté, l'importance économique ou sociale, la performance des dimensions ou de la réalisation, une étape dans l'évolution des techniques de construction ou dans l'évolution des matériaux.

On a donc retenu une présentation chronologique et par zone géographique, en cherchant une cohérence autour de l'innovation ou de la performance technique, que l'on a essayé de souligner dans la présentation de l'ouvrage

Les zones géographiques définies sont dans l'ordre : Afrique du Nord, Afrique sub-saharienne, Amérique du Nord, Amérique du Sud et centrale, Asie, Europe, Proche et Moyen-Orient, Océanie

## LES ENTREPRISES AYANT ŒUVRÉ DANS LES BARRAGES A L'ETRANGER (1860-2010)

Alors que pour les ponts, la conception de ces derniers était le fait de l'entreprise, surtout dans la construction métallique, dans les barrages le concepteur assume une fonction clé, et indépendante de l'entrepreneur. Il intervient dès les études préliminaires, puis lors des reconnaissances qui conduisent à la définition du parti à retenir avant la réalisation des études de détails, dans lesquels le concepteur doit adapter le projet en cours d'exécution aux conditions réelles des fondations. Le projet se termine en même temps que les travaux. Succédant aux ingénieurs civils du XXIème siècle, des sociétés d'études se constituèrent autour d'experts reconnus. On n'en mentionnera que trois..

Pelnard Considère Caquot, est vraisemblablement la plus ancienne des sociétés de conseil et d'étude en génie civil fondées en France. Elle fut fondée en 1906 lorsque Considère, pionnier du béton armé, alors inspecteur général des ponts et chaussées quitta l'Administration. Il fit équipe avec Pelnard et fut rejoint en 1911 par A. Caquot. Ce furent de grands artisans du développement du béton armé. On leur doit quelques grands barrages remarquables.

Autour d'André Coyne fut créé avec Jean Bellier le cabinet ACJB en 1947, devenu par la suite Coyne et Bellier, bureau d'ingénieurs conseils. IL est né majeur de par l'apport de 19 ans d'expérience acquise depuis 1928 par son fondateur et la petite équipe qui l'accompagna. 62 ans après le bureau Coyne présente un palmarès exceptionnel, plus de 600 barrages programmés, conçus et construits dont plusieurs parmi les plus importants au monde, dans 70 pays.

Sogréah fondée en 1955, maître d'œuvre de plusieurs barrages, trouve son origine dans le Laboratoire dauphinois d'hydraulique (193.) dont l'origine remonte à la station d'essai des établissements Neyret Bellier dès 1906. Le développement de cette entreprise est inséparable du nom de Pierre Danel.

A ces trois sociétés, on doit ajouter EDF (1946) qui fut à la fois maître d'ouvrage et maître d'œuvre en France. Elle intervint à l'exportation sous différentes formes pour assurer des missions de maîtrise d'œuvre.

L'ensemble des entreprises décrites dans la partie dévolue aux ponts, s'illustra dans la construction des barrages. Quelques sociétés et non des moindres par leurs références, furent créées peu avant 1915 ou peu après, méritent une brève présentation. On en retiendra trois.

Léon Ballot (1869-1931), ingénieur des Arts et Métiers, originaire de la Creuse, fonda sa société en 1902. Il se consacra surtout aux terrassements pour les chemins de fer et leurs ouvrages d'art. Vers 1925-1928, il se tourna vers les ouvrages hydrauliques (chute de Diège), dans lesquels sa société allait exceller avec tout au début la construction du barrage de Marèges (1930-1935) et par la suite une partie des plus belles réussites françaises dans ce domaine, en France et à l'étranger.

Après s'être installé comme ingénieur constructeur, Alexandre Dumez (1864-1932) centralien, créa en 1905 une entreprise de construction métallique et de chaudronnerie. Il construisit pendant la guerre de 14-18 des chalands en béton armé et s'orienta vers la construction de bâtiments industriels. Il enleva au sortir de la guerre le marché de la gare de l'Est. Sa croissance lui permis ensuite de créer des filiales en Algérie et en Tunisie pendant l'entre-deux-guerres, qui aidèrent à la réussite de l'entreprise après 1945. Celle-ci fut remarquable dans le domaine des barrages. Ce fut sous la direction des successeurs du fondateur, deux frères centraliens, André et Pierre Chaufour.

L'Entreprise Campenon-Bernard fondée en 1920 par Edmée Campenon et André Bernard, fit dès ses débuts une percée remarquable en participant à la réalisation de barrages exceptionnels en leur temps, en France et Outre-mer. Elle fit aussi le choix avant tous du béton précontraint.

## LES ENTREPRISES AYANT ŒUVRÉ DANS LES BARRAGES A L'ETRANGER (1860-2010) suite

Deux sociétés désormais réunies en une seule entité depuis 1997, Solétanche et Bachy méritent un développement particulier. Devenues leader mondial dans leur spécialité de fondations spéciales, il y a plusieurs décennies, il est d'autant plus nécessaire de mettre en lumière leur importance que ces entreprises intervenaient en tant que sous-traitants, et que leurs travaux concernant les fondations des barrages. Cela faisait deux raisons pour que la visibilité de ces entreprises fût limitée. Or le traitement des fondations, constituant « le barrage souterrain ou le barrage sous le barrage » a des conséquences essentielles sur le choix du parti du barrage hors sol, lors de sa conception, puis sur sa sécurité et son entretien, en exploitation. Solétanche Bachy, depuis 1927 pour Solétanche alors dénommé SEC (Sondages, étanchéité, consolidation) dirigée par Ischy, et depuis 1934 pour Bachy fondé par Pierre Bachy, ont apporté leur contribution à tous les développements des fondations spéciales : injection des alluvions (tube à manchette), coulis spéciaux, tirants actifs de grande capacité, paroi moulée (hydrofraise) entre autres innovations majeures au plan mondial.

## LES ENTREPRISES AYANT ŒUVRÉ DANS LES BARRAGES A L'ETRANGER (1860-2010)

### Bibliographie

#### Histoire

D. Barjot, *Travaux publics de France, un siècle d'entrepreneurs et d'entreprises (1883-1992)*, Presses de l'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris, 1993, 285 p.

D. Barjot, *La grande entreprise française de Travaux publics (1883-1974)*, Economica, Paris, 2006, 940 p.

Schnitter, N.J., *A history of dams, the useful pyramids*, Rotterdam, Balkema, 1994, 1 vol, 266 p.

Smith, N., *History of dams*, London, Peter Davies, 1971, 1 vol, 279p.

#### Monographies

A Berthonnet, C. Le Guay, *Les Frères Bâisseurs, Pierre et André Chauffour*, Insiglo, 2007, 221 p.

A Berthonnet, *Chagnaud, l'histoire d'une fidélité*, Edition du Lys, Caen, 1996, 220p.

*100 ans d'innovations, GTM Entreprise*, GTM Entrepouse, Nanterre, 1991, 94 p.

D. Barjot, *La trace des bâtisseurs, histoire du groupe Vinci*, 2003, 623 p.

D. Barjot, *Fougerolle, deux siècles de savoir-faire*, Editions du Lys, 1992, 286 p.

*SOGREAH, la passion d'un métier*, SOGREAH Consultants, Grenoble, 2008, 206 p.

J. Monville, X. Besançon, *Naître et renaître, une histoire de SPIE*, Presses de l'Ecole des Ponts et Chaussées, Paris, 2004, 351 p.

#### Divers

Site de la Commission internationale des grands barrages (CIGB) <http://www.icold-cigb.net/>

### 1860. Meurad, premier grand barrage algérien



Photographie J.L. Bordes 1960

Barrage homogène en terre, réalisé pour l'irrigation dans le cadre des travaux de mise en valeur de la Mitidja. Il fut conçu par deux officiers du génie, Malglaive et Bizot.

De 25 m de hauteur, son volume est de 97.000 m<sup>3</sup>. Il retient 800.000 m<sup>3</sup>. Fondé sur des basaltes, ses talus sont particulièrement raides. Il fut construit par étape de 1852 à 1860.

### 1925. Barrage sur l'Oued Kébir. Tunisie



Photographie Google Earth

Situé près de Zaghouan, lieu de départ de l'aqueduc romain d'alimentation en eau de Carthage, il s'agit d'un barrage en enrochements à noyau central visitable en béton.

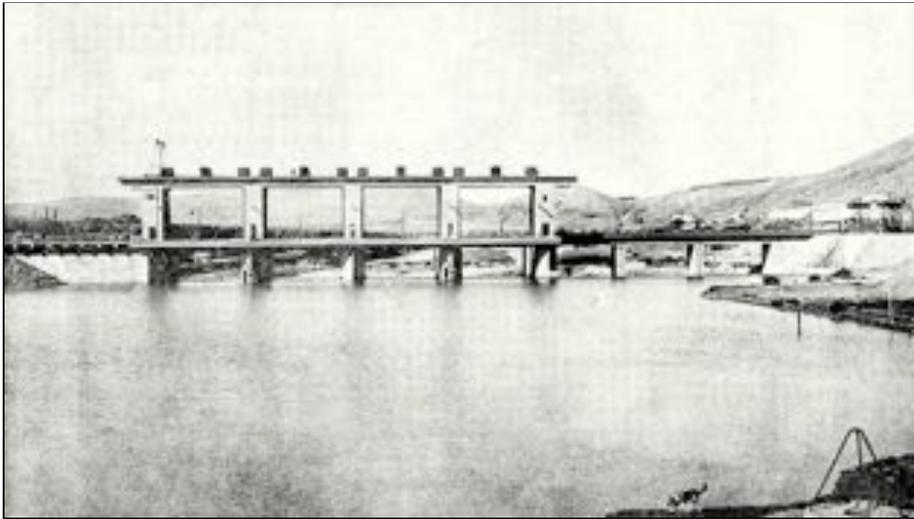
La retenue de 26 millions de m<sup>3</sup> est fermée par un ouvrage de 227.000 m<sup>3</sup> ayant une hauteur de 37 m et une longueur de 332 m. Ce fut le premier barrage réalisé pour l'alimentation en eau de Tunis

*Maitre d'Ouvrage : Etat tunisien*

*Concepteur : Direction des travaux publics*

*Entrepreneur : Les Grands Travaux de Marseille (GTM)*

### 1929. Barrage de Sidi Saïd Machou. Maroc



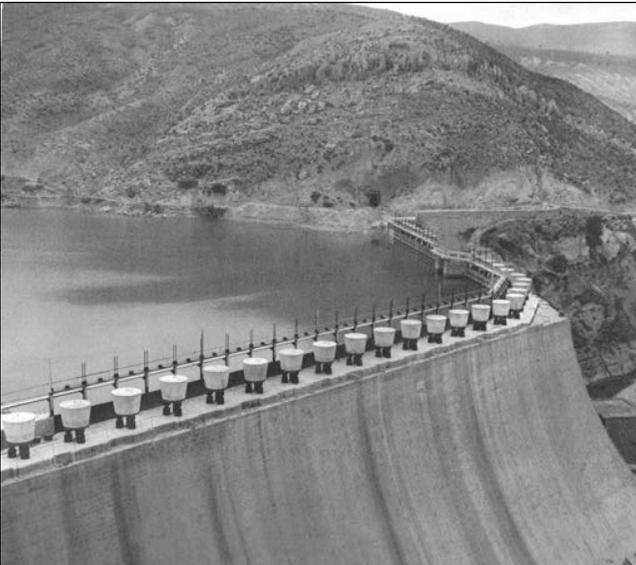
Premier barrage du Maroc moderne, construit sur l'Oum er Rbia, il est constitué d'un mur poids de 32.000 m<sup>3</sup> en béton, de 29 m de hauteur et de 150 m de longueur. La retenue a un volume de 2 millions de m<sup>3</sup>. Cet aménagement avait pour but la production hydroélectrique et la fourniture d'eau potable.

*Maitre d'ouvrage : Etat*

*Concepteur : Société d'études électriques et hydrauliques du Maroc*

*Entrepreneur : Société générale d'entreprises (SGE)*

### 1931. Barrage des Cheurfas. Algérie



Opération effectuée en 1931 de surélévation de 3 m et de confortement d'un barrage poids gravité de 30 m de hauteur, construit en 1882. Elle consistait, au lieu de recharger la structure par le poids d'un massif de stabilisation, à appliquer une force verticale au moyen d'un tirant précontraint ancré dans la fondation. Ce sont 37 tirants de 1.000 tonnes chacun qui furent employés sur le barrage des Cheurfas .

*Maitre de l'ouvrage :*

*Concepteur : A. Coyne (qui déposa le brevet de la méthode)*

*Entreprise : SEC (ancêtre Solétanche,)*

Photographie Coyne et Bellier

### 1938. Barrage de Mantasoa. Madagascar



Photographie Agence nationale d'Outre- Mer – Base Ulysse

Barrage en béton armé, à voutes multiples de faible portée, d'un volume de  $8.000 \text{ m}^3$ . D'une hauteur de 20 m et de 122 m de longueur, il retient 125 millions de mètres cube d'eau.

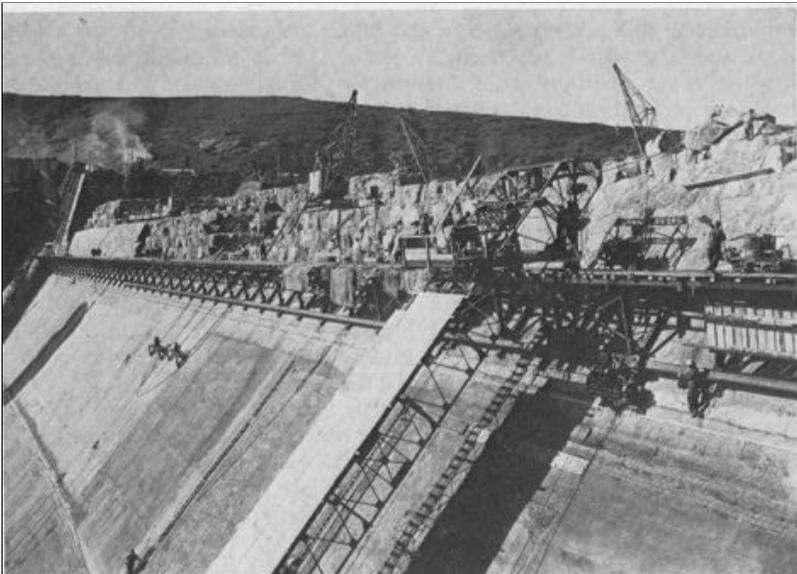
Sa finalité est à la fois énergétique et agricole (irrigation).

*Maitre d'ouvrage : JIRAMA*

*Concepteur : Pelnard, Considère, Caquot*

*Entrepreneur : Compagnie Française d'Entreprises (CFE)*

### 1939. Barrage du Ghrib. Algérie



Photographie CIGB

Barrage situé sur l'oued Chélif, de 65 m de haut et d'un volume de  $700.000 \text{ m}^3$ , il est constitué d'enrochements et d'un masque amont en béton bitumineux. Sa longueur est de 270 m, le volume de la retenue de 280 millions de  $\text{m}^3$ . Ce fut à l'époque un ouvrage exceptionnel par le parti adopté et les solutions apportées aux problèmes de fondations.

C'était un ouvrage à buts multiples : irrigation, alimentation en eau, hydroélectricité.

*Maitre d'ouvrage : Gouvernement général de l'Algérie*

*Concepteur : Service de la colonisation et de l'hydraulique (SCH)*

*Entreprise : Chagnaud*

### 1942. Barrage de Santa Luiza. Portugal



Barrage voûte de 76 mètres de haut, de 178 m de longueur, de 80.000 m<sup>3</sup> de béton, retenant 54 millions de m<sup>3</sup>.  
Sa réalisation répondait à une finalité énergétique

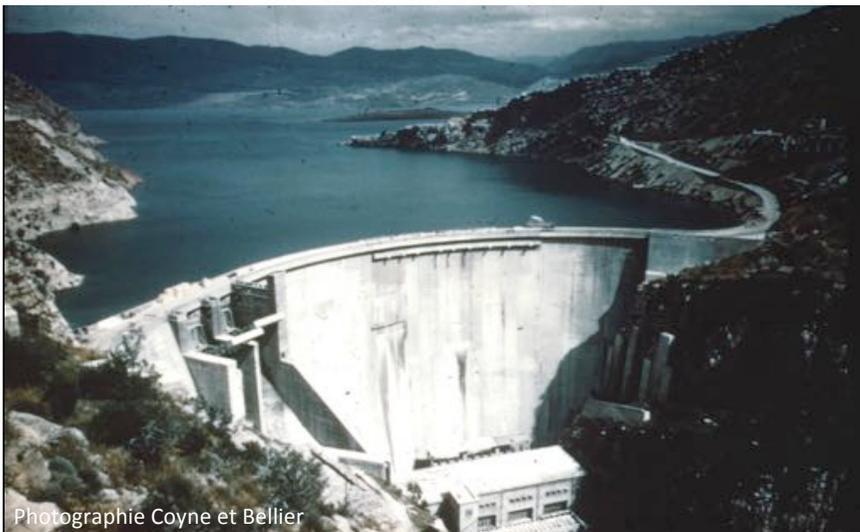
*Maitre d'Ouvrage : Compahania Eléctrica das Beiras*

*Concepteur : A. Coyne*

*Entrepreneur : Le maitre d'ouvrage*

Photographie

### 1953 Barrage de Bin El Ouidane. Maroc



Photographie Coyne et Bellier

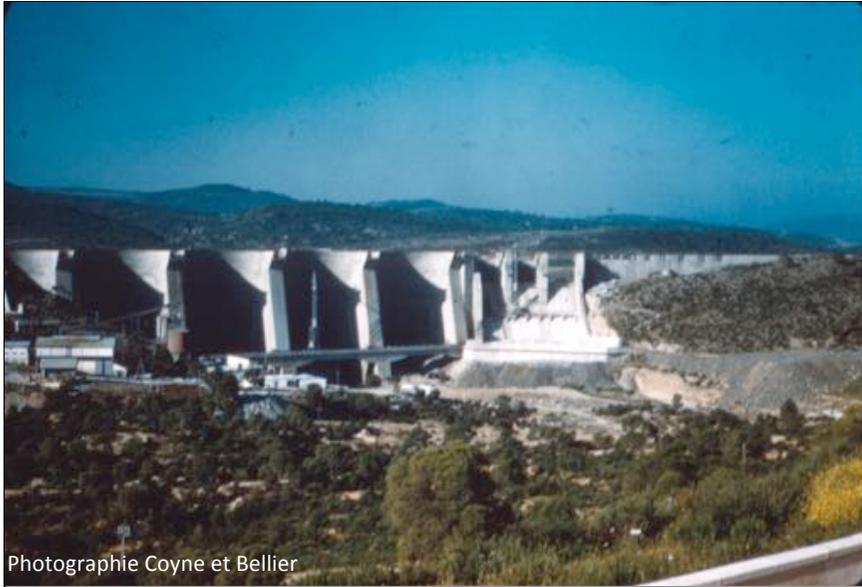
Ce fut le plus haut barrage voûte d'Afrique en son temps avec 133 m et une longueur de 290 m. D'un volume de béton de 365.000 m<sup>3</sup>, sa retenue stocke 1.384.000.000 m<sup>3</sup>.  
Il a été réalisé à des fins considérables d'irrigation et de production hydroélectrique.

*Maitre de l'ouvrage : Energie Electrique du Maroc*

*Concepteur : SEEHM et Coyne et Bellier*

*Entreprises : Fougerolle et SGE*

### 1954. Barrage de Nebeur. Tunisie



Photographie Coyne et Bellier

Barrage à voutes multiple, record du monde de portée (50m) en son temps. Sa hauteur atteint 72 m, sa longueur 470 m, son volume de béton 1 million de m<sup>3</sup>. La capacité de la retenue est de 200 millions de m<sup>3</sup>, le débit de l'évacuateur de 6.000 m<sup>3</sup>/sec.

C'est un ouvrage à buts multiples, contrôle des crues pour protéger la basse vallée de la Medjerdah, irrigation et production hydroélectrique.

*Maitre d'ouvrage : Travaux publics de Tunisie*

*Concepteur : Coyne et Bellier*

*Entreprise : Chaufour Dumez et Ballot*

### 1960. Barrage de Kariba sur le Zambèze



Photographie Coyne et Bellier

Situé sur la frontière entre le Zimbabwe et la Zambie, ce barrage à finalité énergétique, ferme la plus grande retenue du monde (180 milliards de m<sup>3</sup>). C'est une des premières grandes voûtes en vallée large (hauteur : 128 m longueur en crête : 679 m, volume 1.032.000 m<sup>3</sup>). Réalisé dans des conditions de rapidité exceptionnelles de 4,5 ans, études comprises, sur une rivière aux très fortes crues, cet ouvrage demeure exceptionnel.

Capacité de l'évacuateur de crues : 9.500 m<sup>3</sup>/s

*Maitre d'ouvrage : Zambezi River Authority*

*Concepteurs : Coyne et Bellier pour le barrage, SOGEI, Sir Alexander Gibbs & partners pour l'usine*

*Entrepreneur : Impregilo*

### 1967. Barrage de Jatiluhur. Indonésie



Photographie Coyne et Bellier

Situé non loin de Jakarta, c'est un barrage en remblai (noyau en terre et enrochement) de 106 m de hauteur et d'un volume de 9.000.000 m<sup>3</sup>. Son évacuateur de crue (3000 m<sup>3</sup>/s), la centrale hydroélectrique (150 MW) et les organes de vidange sont regroupés dans une seule et même tour de prise de 100 m de hauteur et 80 m de diamètre.

La capacité de la retenue est de 2,556 milliards de m<sup>3</sup>.

C'est un ouvrage à buts multiples (énergie, irrigation de 280.000 ha, alimentation contrôle des crues)

*Maitre d'ouvrage : Perum Otorita Jatiluhur*

*Concepteur : Coyne et Bellier*

*Entreprise : Cie Française d'Entreprises, CITRA, SCB , SFDTP*

### 1968. Barrage Daniel Johnson. Québec



Photographie Coyne et Bellier

Ce barrage aussi appelé Manic V sur la rivière Manicouagan a créé la 5<sup>ème</sup> retenue du monde (141,85 milliards de m<sup>3</sup>). C'est le record du monde des barrages à voutes multiples. La voute centrale a une portée de 244 m et une hauteur de 214 m. D'une longueur de 1290 m, son volume de béton est de 2.250.000 m<sup>3</sup>.

Sa réalisation fut conduite dans des conditions exceptionnelles dues au climat et à l'éloignement du site, en 9 ans.

Sa finalité est énergétique

*Maitre de l'ouvrage : Hydro Québec*

*Concepteur : Surveyer Nenniger et Chênevert, Coyne et Bellier*

*Entreprise : Hydro Québec*

### 1972. Barrage de Gariep sur la rivière Orange. Afrique du Sud



Barrage de Gariep en République d’Afrique du Sud, sur la rivière Orange. Ce barrage est un des éléments importants de l’aménagement de la rivière Orange à des fins d’irrigation, d’énergie hydroélectrique, de fourniture d’eau potable avec transfert d’eau régional. D’un volume de  $1.730.000 \text{ m}^3$  de béton, ce barrage voûte de 90,5m de haut est exceptionnel par sa longueur de 950 m, soit un rapport L/H supérieur à 10, record du monde. Le volume de sa retenue est de  $5.960 \text{ hm}^3$ , la capacité totale d’évacuation des crues de  $17.440 \text{ m}^3/\text{s}$ .

*Maître d’ouvrage : L’Etat (Water Affairs)*

*Concepteur : Coyne et Bellier pour le barrage au sein de IORC*

*Construction : Dumez, Borie*

Photographie Coyne et Bellier

### 1974. Barrage de Cahora Bassa. Mozambique



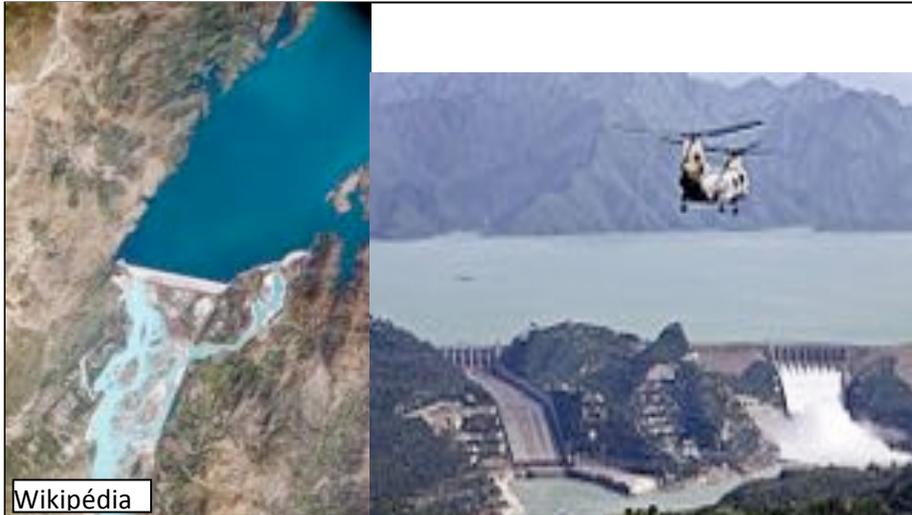
Ouvrage qui fait partie de l’aménagement d’ensemble du Zambèze, avec Kariba en amont. Sa hauteur est de 171 m pour une longueur en crête de 321 m. Son volume de béton est  $510.000 \text{ m}^3$ . La retenue a un volume de 52 milliards de  $\text{m}^3$ . La puissance installée de l’usine est de 2075 MW. Cet ouvrage est remarquable par ses évacuateurs de demi-fond d’une capacité de  $16.000 \text{ m}^3/\text{sec}$  ;

*Maître de l’ouvrage : Em regime de Conces ao Gover Português*

*Concepteurs : Hidrotechnica Portuguesa*

*Entrepreneur : ZANCO (GTM)*

### 1977. Barrage de Tarbela sur l'Indus. Pakistan



Wikipédia

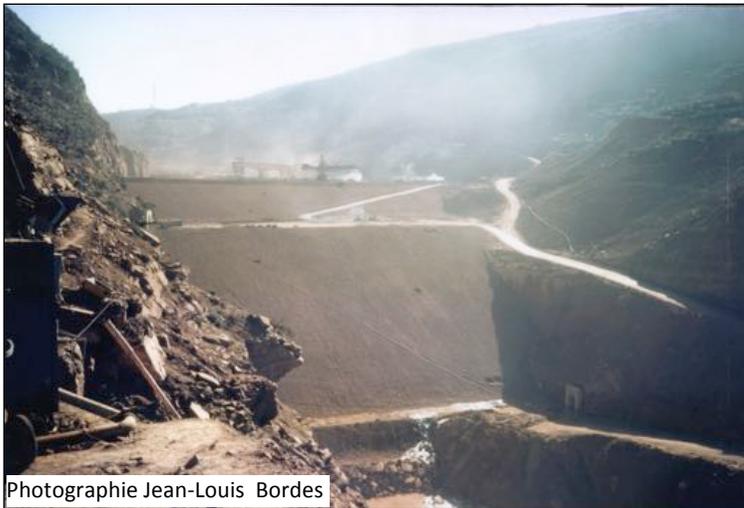
Ouvrage clé de la mise en valeur de l'Indus à des fins d'alimentation en eau, d'irrigation et d'énergie, le barrage de Tarbela fut en son temps le plus volumineux du monde avec 106 millions de m<sup>3</sup>. Haut de 143 m, long de 2.743 m, il ferme une retenue de 14 milliards de m<sup>3</sup>. Il est équipé d'une centrale de 3.478 MW (1992). C'est lors du renforcement des bassins de dissipation des vidanges de fond que furent mis en place les premiers bétons compactés au rouleau (BCR) sur une conception de Coyne et Bellier.

Maitre de l'ouvrage : WAPDA

Concepteur : TAMS (New-York)

Entrepreneurs : Impregilo chef de file, avec Costruzioni generali Farsura, Astaldi Estero, Compagnie de Constructions Internationales (GTM, Campenon...), Compagnie Francaise d'Entreprises, Société de Construction de Batignolles, Hochtief, Philipp Holzmann, Strabag Bau, Ed Zueblin, C. Baresel, Conrad Zschokke and Losinger

### 1987. Barrage Moulay Hassan I<sup>er</sup>. Maroc



Photographie Jean-Louis Bordes

C'est le plus haut barrage en remblai d'Afrique avec 145m. Il fut entièrement réalisé par tapis transporteurs. Long de 380m, son volume atteint 9.500.000 m<sup>3</sup>. La capacité de la retenue est 262.500.000 m<sup>3</sup>.

C'est un ouvrage à buts multiples, irrigation, hydroélectricité et alimentation en eau.



Maitre d'ouvrage : L'Etat

Concepteur : Coyne et Bellier, INGEMA

Entreprise : Tasir, Chaufour Dumez

### 1990 Barrage de Turkwell. Kenya



Barrage voûte de 150m de haut avec une longueur en crête de 180m, son volume de béton est de ..... m<sup>3</sup>. Il retient un réservoir de 1,6 milliards de m<sup>3</sup>. Sa finalité est énergétique. L'usine a une puissance installée de 106 MW.

Maître de l'ouvrage : Kerio Valley Development Authority

Concepteurs : SOGREAH et Pierre Londe

Entrepreneur : SPIE Batignolles

Habari KutoKa Kenya

### 1991. Barrage de M'Bali. République Centrafricaine



Photographie Coyne et Bellier



Situé en République Centrafricaine, Le barrage de Boali 3 sur la M'Bali est destiné à compléter les aménagements hydro-électriques existants, en se bornant, dans un premier temps, à mieux régulariser les apports naturels. La capacité de régularisation est de 250 hm<sup>3</sup>, pour une capacité totale de la retenue de 1500 hm<sup>3</sup>. Le barrage, dont la hauteur atteint 30 m et la longueur totale 700 m, comprend un bloc central poids en béton (supportant l'évacuateur de crues, la vidange de fond et la future usine hydro-électrique). L'évacuateur d'une capacité de 1920 m<sup>3</sup>/s est remarquable par son coursier en escalier ;

Maître d'ouvrage : ENERCA

Concepteur : Coyne et Bellier

Entreprise : CWE (Chine)

### 1994. Barrage de la Vuelta. Vénézuéla



Photographie J.L. Bordes

Situé sur le Rio Caparo au Vénézuéla, le barrage de la Vuelta en terre et enrochement d'un volume de 16,1 millions de m<sup>3</sup>, retient 5,7 milliards de m<sup>3</sup>. Le barrage long de 600m, haut de 135 m, est complété par une usine de 770 MW. L'aménagement est destiné au contrôle des crues, à l'irrigation et la production d'énergie.

Maitre de l'ouvrage : CADAFE

Concepteur : Technoconsult

Entrepreneurs : SPIE Batignolles, Precowayss

### 1994. Barrage d'Yacyreta. Argentine



Photographie Structurae

Situé sur le Parana entre l'Argentine et le Paraguay, c'est un barrage en remblai de 69.600m de longueur, d'un volume de 81 millions de m<sup>3</sup>. Sa hauteur est de 43 m pour la partie en terre, 75 m pour les ouvrages en béton. La retenue retient 21 milliards de m<sup>3</sup>. La capacité de l'évacuateur est de 96.000 m<sup>3</sup>/s, la puissance installée de 20.000 MW.

Ses finalités concernent l'énergie, l'irrigation, le contrôle des crues

*Maitre d'ouvrage : Entidad binacional Yacyreta*

*Concepteur : Harza y Asociados*

*Entreprise : Dumez, Impregilo, Solétanche*

### 1997. Barrage de Katsé. Lesotho



Photographie Coyne et Bellier

Avec une hauteur de 185 m et 710 m de longueur en crête ce barrage-vôûte en béton est le plus haut ouvrage d'Afrique dans cette catégorie. Son volume de béton est de 2320 millions de m<sup>3</sup>. Sa retenue atteint 1,95 milliard de m<sup>3</sup>.

C est un élément d'un système considérable de transfert d'eau au profit de Johannesburg, qui comprend aussi un tunnel de 82 km et une usine électrique de 72 MW.

*Maitre d'ouvrage : Lesotho Highlands Water Project*

*Conception: Coyne et Bellier dans Lesotho Highlands Consultants*

*Construction: Joint venture avec Hochtief AG, Philipp Holtzmann AG, Campenon – Bernard et plusieurs entreprises françaises.*

### 1999 Barrage d'Ertan. Chine



Photographie Vinci

Ce barrage est implanté sur la rivière Yalong dans le Sichuan. C'est une voûte à double courbure de 240 m de haut et d'une longueur en crête de 775 m. Son volume de béton est de 4,74 millions de m<sup>3</sup>. L'évacuateur de crue a un débit de 9.600 m<sup>3</sup>/s et la retenue un volume 5,8 milliards de m<sup>3</sup>. Elément d'un vaste programme de développement régional de 11 barrages, ses finalités concernent l'énergie (usine de 3.300 MW), le contrôle des crues et l'irrigation.

Maître de l'ouvrage : Ertan Hydropower Development Corporation

Concepteur : Chengdu Investment. & Design Institute. of Hydropower MEP, Harza

Entrepreneurs : Impregilo, Dumez, GTM

### 2001. Barrage de Berké. Turquie



Photographie Coyne et Bellier

Barrage voûte en béton haut de 201 m.

C'est l'ouvrage le plus haut de cette catégorie construit en Turquie.

Réalisé sur la rivière Ceyhan, il assure une retenue d'un volume de 427 Mm<sup>3</sup>, avec une surface de 780 ha.

Il est essentiellement dévolu à la production d'énergie.

*Maître d'ouvrage : Cuhurova Electric AS*

*Conception et études : Coyne et Bellier.*

### 2004. Barrage de Tha Dan, Thaïlande



Photographie Nongmaï

Le barrage de Tha Dan en Thaïlande était au début de sa construction en 1999. C'est le barrage en béton compacté au rouleau (BCR) le plus volumineux du monde avec 4,5 millions de m<sup>3</sup>.

Il a une hauteur de 95 mètres et une longueur de 2600. L'évacuateur de crue a une capacité de 1.600 m<sup>3</sup>/s, et sa retenue un volume de 220 millions de m<sup>3</sup>.

Sa finalité est la fourniture d'eau pour irrigation.

Maître de l'ouvrage : Royal irrigation department

Concepteur : Coyne et Bellier

Entrepreneurs : Vichitbau, CEPT, Krung Kong