

morque électrique des lourds trains de marchandises. La proximité de chutes d'eau faciles à capter sera fréquemment une cause déterminante pour l'adoption de la traction électrique. Mais il semble qu'une extension importante de l'électrification des voies ferrées doive trouver auprès des autorités militaires une opposition très vive, car la nécessité d'une liaison permanente entre un train électrique et l'usine génératrice constitue, en cas de mobilisation ou de campagne, un inconvénient extrêmement grave.

Rapport à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (Bulletin de Mars et Mai 1911), par M. DE VALBREUZE. — Voir *La Houille Blanche* de Septembre et Octobre.

## INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

### BARRAGE D'EAST PARK

Ce barrage a été construit par le *United States Reclamation Service* (analogue à notre Service des Améliorations Agricoles) pour assurer les irrigations de 6 000 hectares de terrains dans le comté d'Orland Glenn, en Californie. Il est établi à East Park, immédiatement à l'aval du confluent de l'Indian Creek et du Little Stony Creek, soit à 5 kilomètres

Le barrage d'East Park présente deux caractéristiques qui le distinguent un peu des autres ouvrages : son déversoir et ses joints de dilatation.

**BARRAGE.** — Le barrage est établi au travers d'une gorge assez profonde et étroite, creusée dans un terrain formé de conglomérat assez résistant. Afin de s'assurer de la solidité de ce conglomérat, des sondages au diamant furent exécutés en divers points.

La hauteur du mur, comptée depuis le sommet du parapet (190 p.), est de 27 m. 43 jusqu'au lit de la rivière (100 p.), et de 39 m. 62 jusqu'à la fondation (60 p.).

Le profil est du type général triangulaire. L'épaisseur au sommet est de 3 m. 05. Le parement amont est vertical sur 10 m. 67, puis est ensuite uniformément incliné de 4 pour 100 sur la verticale. Le parement aval est d'abord constitué, au sommet, par un arc de cercle de 7 m. 32 de rayon, se continuant par une droite inclinée de 67 pour 100 sur la verticale. La plus grande largeur à la base est de 26 m. 21.

Le mur est établi en plan suivant un arc de cercle de 83 m. 82 de rayon. Sa longueur est de 76 mètres au sommet et l'angle au centre de l'arc est de 52°. Ce barrage présente donc une courbure assez marquée, insuffisante toutefois pour que cela augmente notablement sa résistance, mais suffisante cependant pour créer une certaine compression dans le sens longitudinal, lorsque le réservoir est plein.

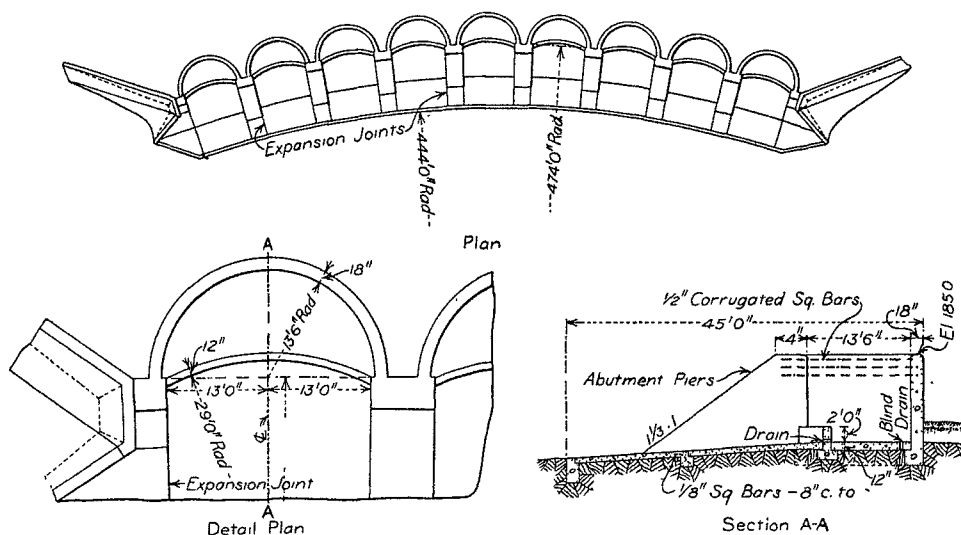


FIG. 1. — Détails de construction du déversoir.

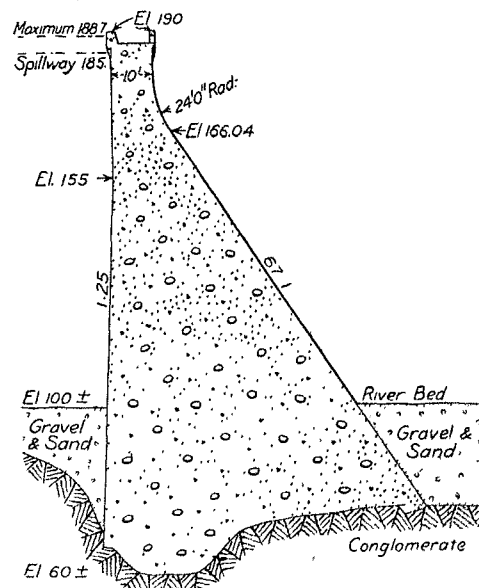


FIG. 2. — Profil du barrage.

à l'est de Stonyford, et à 5 kilomètres également en amont du confluent du Little Stony Creek et du Stony Creek (1).

Les deux rivières ainsi barrées coulent dans les Coast Range Mountains, et leur bassin hydrologique d'alimentation est de 265 kilomètres carrés. La période des hautes eaux dure de décembre à juin. Les quantités d'eau écoulées annuellement seraient, en millions de mètres cubes :

de	114	170	212
en	1907	1908	1909

Le réservoir a une superficie de 770 hectares et une capacité de 56,5 millions de mètres cubes.

Pendant la période de sécheresse, on ouvre les vannes de réglage, et l'eau retourne à la rivière, dont elle suit ainsi le cours pendant 52 km. Elle est ensuite envoyée dans le canal d'irrigation, au moyen d'un petit barrage de dérivation.

À la cote 100, se trouve la conduite de vidange, de 1 m. 52 de diamètre, qui est commandée à l'amont au moyen de deux vannes disposées dans une tour de prise d'eau, en béton armé, accolée au parement amont.

Les travaux furent adjugés le 5 octobre 1908, mais les travaux proprement dits ne commencèrent qu'en mai 1909, par l'établissement, à 220 mètres en amont du barrage, d'un petit barrage dérivant l'eau dans un canal en bois qui la rejetait à 200 mètres à l'aval. Il avait d'ailleurs fallu mettre en état un chemin aboutissant à la plus prochaine station de chemin de fer, distante de 29 kilomètres.

Les fouilles commencèrent en juin 1909, avec un excavateur spécial, et furent continuées avec cet appareil jusqu'à la cote 82, où le conglomérat commença à apparaître ; d'ailleurs, en dessous de cette cote, la largeur de la fouille est réduite à peu de chose. La fondation du mur a été descendue partout jusqu'à ce que l'on put la faire reposer sur un conglomérat dur et résistant.

(1) D'après l'Engineering Record du 24 juin 1911.

Le mur de barrage est en béton, composé en moyenne de 2 parties de ciment pour 6,1 de sable, 5,5 de gravier fin, et 8,4 de gros gravier, correspondant à peu près au dosage 1 : 3 : 7. Était considéré comme gros gravier ce qui passait à la grille de 3 pouces et restait sur celle de 1 pouce (25,40 millimètres) ; comme gravier fin, ce qui passait à la grille de 1 pouce et restait sur celle de 1/4 de pouce ; enfin, le sable constituait ce qui passait à travers cette dernière grille. La densité moyenne de ce béton a été trouvée égale à 2,3.

Les essais de résistance sur des briquettes, confectionnées avec le mortier employé, au dosage 1 : 3, accusèrent une résistance à la traction de 11,12 kilogrammes par centimètre carré, au bout de 7 jours, et de 17,67 kilogrammes au bout de 28 jours.

Des essais de perméabilité ayant montré que celle-ci était notablement augmentée par l'adjonction de sable fin, on prépara un béton spécial pour les 3 premiers mètres du parement amont, en ajoutant, au sable ordinairement employé, 12 pour 100 d'un sable plus fin extrait d'une sablière voisine.

L'entrepreneur établit son chantier de préparation du béton à 30 mètres à l'aval du barrage, à la cote 120. Le sable et le gravier, extraits d'un ban voisin, étaient sélectionnés, comme il vient d'être dit, au moyen d'un cribleur rotatif, puis, après mesurage, étaient mélangés au ciment dans un malaxeur Ransome. A la sortie de ce malaxeur, le béton était vidé dans des wagonnets, et amené à un élévateur qui le montait au niveau du chantier de bétonnage. L'énergie nécessaire était produite par la vapeur, obtenue en brûlant les arbres du périmètre à submerger.

Pour les parties hautes du mur, construites après le 15 mai 1910, l'entrepreneur fut tenu, à cause de la haute température, de ne procéder au bétonnage que pendant la nuit, entre sept heures du soir et sept heures du matin, et à recouvrir son chantier pendant le jour avec des claies humides.

L'ouvrage a été complètement terminé fin juillet 1910. La main-d'œuvre se composait de 38 hommes, la direction et le contrôle de 4 personnes.

La dépense s'est élevée à 240 000 dollars, dont 105 000 pour le barrage proprement dit, 16 000 pour le déversoir, 86 000 pour l'acquisition du terrain et 33 000 pour études et frais divers. Le prix de revient du mètre cube ressort ainsi à 2,2 centimes environ.

**DÉVERSOIR.** — Ce déversoir n'est pas contigu au barrage, comme c'est généralement le cas, mais il est placé, à 400 mètres environ, au travers d'une petite dépression de terrain entre le bassin du Little Stony Creek et celui d'un autre ruisseau.

Le maximum de débit des crues constatées a été trouvé de 230 mètres cubes, mais le déversoir a été prévu pour pouvoir évacuer 280 mètres cubes par seconde, sans que le niveau de l'eau dans le réservoir vienne à dépasser la crête du parapet du sommet du barrage. Afin d'avoir une grande longueur de la lame déversante, de manière à réduire la surélévation, on a constitué le déversoir par une série de 9 petites voûtes verticales, semi-circulaires, de 9 m. 144 de diamètre extérieur, ce qui fait, pour la lame déversante une longueur de 120 mètres, alors que la dépression n'a que 90 mètres. Avec la formule Hazen et William, qui est dérivée de la formule Bazin, on a été ainsi amené à une hauteur maxima de surélévation de 3,7 pieds. La crête du déversoir a été arrasée à 5 pieds (1 m. 524) en dessous de la crête du parapet du barrage, soit à la cote 185.

Les détails de ce déversoir sont indiqués sur la figure

ci-jointe. Les voûtes sont en béton armé, de 0 m. 457 d'épaisseur, et s'appuient sur des contreforts, également en béton armé, de 2 m. 44 d'épaisseur. Pour amortir le choc de l'eau de la lame déversante, on a créé une petite chambre de remous, au moyen d'une murette, de 0 m. 305 d'épaisseur et de 0 m. 61 de hauteur, établie à l'aval suivant un arc de cercle de 8 m. 85 de rayon.

**JOINTS DE DILATATION.** — Les variations de température étant considérables dans la région où a été construit le barrage, et le réservoir pouvant être vide à l'entrée de l'hiver, on a ménagé des joints verticaux de dilatation ou, plus exactement, on a provoqué des joints de moindre résistance, où les fissures ne manqueront pas de se produire plutôt qu'ailleurs, pendant le retrait du béton en hiver. Comme ces fissures sont prévues à l'avance, qu'elles se produisent là où l'on a voulu qu'elles soient, et qu'elles doivent se refermer sous l'action de la compression longitudinale quand le réservoir est plein, elles ne sont pas dangereuses.

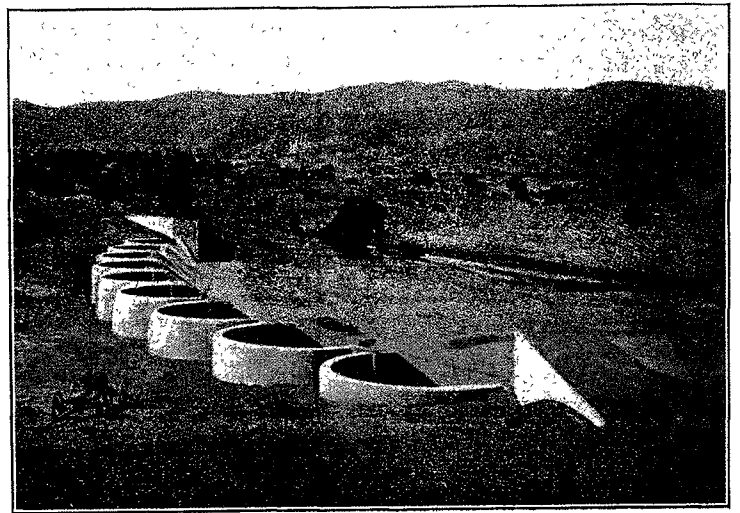


FIG. 3. — Vue du déversoir d'East-Park.

Depuis la cote 190 jusqu'à la cote 155, il y a un joint tous les 6 m. 10, et, de la cote 155 à la cote 125, il y a un joint tous les 12 m. 20. A chaque joint correspond un système de drains verticaux, aboutissant à une conduite de drainage débouchant à l'aval à la cote 100.

Le bétonnage fut exécuté par blocs, correspondant à la largeur comprise entre deux joints, les formes transversales occupant la place des joints. Un couvre-joint, de 1 m. 22 de large sur 0 m. 15 d'épaisseur, taillé en biseau aux deux extrémités, fut intercalé au travers des joints, à 1 m. 05 du parement amont. Dès que la prise du béton fut faite, et les formes enlevées, la surface du béton des joints fut graissée, puis on coula ensuite du béton entre les deux blocs voisins, de manière à garnir le joint. Par suite du graissage, il se forma ainsi un joint de moindre résistance.

En été, les joints sont naturellement fermés par suite de la dilatation provoquée par la chaleur et de la compression de la voûte qui en résulte. Si le réservoir est en eau pendant l'hiver, la pression de l'eau tend à aplatiser la courbe du barrage, ce qui produit encore une compression énergique des joints, et empêche l'écoulement de l'eau. Enfin, si le réservoir est vide pendant l'hiver, le retrait fait bien ouvrir les joints, mais ceux-ci ne tardent pas à se refermer automatiquement dès que le réservoir vient à se remplir.