

Barrage-Voûte de Mervent: Augmentation de la capacité d'évacuation des crues

Mervent arch dam : increasing spillway capacity

Anne-Sophie PROST, Chef de Projet Barrages
STUCKY France – 180 rue Guy Arnaud – 30900 Nîmes
as.prost@stucky.fr

Pierre FAUCHON, Directeur général
STUCKY France - 180 rue Guy Arnaud – 30900 Nîmes
p.fauchon@stucky.fr

Téléphone : +00 (33) 4 66 04 05 70, Fax : +00 (33) 4 66 04 05 69

MOTS CLÉS

Voûte, Evacuateur de crues.

RÉSUMÉ

Le barrage de Mervent sur la Vendée est un barrage-voûte de 29 m de hauteur construit en 1956. Dès 1976, des doutes sur la tenue de l'appui rive droite sont apparus. A cette problématique s'est ajoutée une reconsidération des débits de crue portant la crue de projet décennale à 750 m³/s alors que la capacité d'évacuation de l'ouvrage existant est de 250 m³/s hors vidange de fond et que sa crête est submergée pour une crue d'occurrence inférieure à l'épisode millénaire. Les risques pour les personnes situées en aval liés à une rupture de l'ouvrage étant ainsi jugés significatifs, un dossier de révision spéciale a été établi dès 1994. Près de 20 années d'études ont abouti à la réalisation de travaux de consolidation de l'appui rive droite par pose de tirants d'ancrage actifs en 2010 et à la définition d'un projet d'augmentation de la capacité d'évacuation des crues consistant en un arasement partiel de la voûte afin de constituer six passes déversantes, dont une vannée, prolongées par un coursier à marches en béton armé supporté par des contreforts, implanté en aval de la voûte et structurellement dissocié de sa structure.

ABSTRACT

Mervent is an arch dam on the Vendée river of 29 m over its foundation. It was built in 1956. From 1976, some doubts has appeared about the strength of the ground floor at the right end of the dam. Another problem was the spillway capacity, which was estimated to 250 m³/s, when the project flood (based on a 10000 years occurrence) reaches 750 m³/s. So the ridge was likely to be overwhelmed for a 1000 years occurrence flood. Thus the risks for the people living downstream was considered to be unacceptable and a procedure of special review was initiated. Nearly 20 years of studies resulted in consolidation works on the right bank in 2010 and in defining a project of increasing the spillway capacity. The project consists in cutting off partially the arch ridge in order to create six broad-crested weirs, one of them being gated. The released flood is carried by a concrete step-like structure on buttresses, which is mechanically separated from the arch dam.

1. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'OUVRAGE ET PROBLEMATIQUE

Le barrage de Mervent sur la Vendée est un barrage à voûte mince à simple courbure de 29 m de hauteur maximale au dessus de ses fondations, qui a été mis en eau en 1956. Il appartient au Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de la Forêt de Mervent et a pour vocation principale la fourniture d'eau brute pour l'usine d'eau potable située en aval immédiat du barrage.

A titre d'illustration, les figures suivantes présentent une photographie du barrage dans son état actuel (Fig.1), la coupe type de l'ouvrage actuel (Fig.2) et la coupe d'un siphon (Fig.3).



Figure 1 : Vue du barrage depuis la rive gauche.

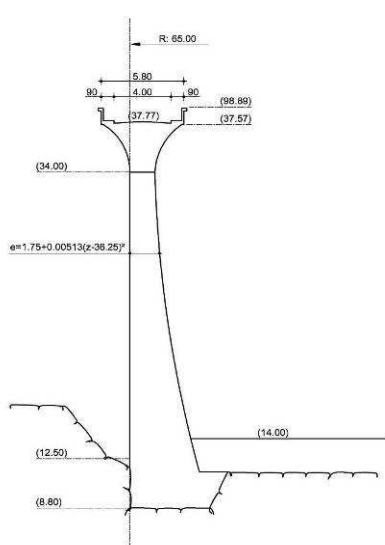


Figure 2: Coupe type de la voûte.

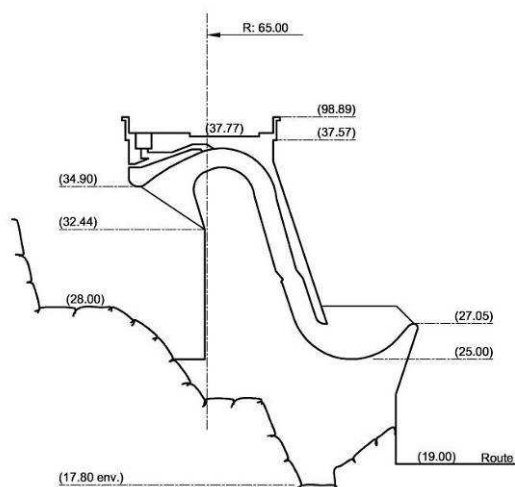


Figure 3: Coupe type sur siphon.

De par sa longueur en crête de 142 m, il peut être considéré comme un ouvrage relativement large pour une voûte de ce type ; le profil et les dispositions constructives adoptées par le concepteur sont globalement singuliers. L'évacuation des crues est assurée par deux blocs de cinq siphons, positionnés de part et d'autre de la voûte, pour laquelle ils jouent le rôle de culées. La capacité totale d'évacuation de ces ouvrages est évaluée à 250 m³/s ce qui, en termes de débits de crue, correspond après révision des études hydrologiques à un événement de période de retour d'à peine 50 ans. Ainsi, la cote de PHE a déjà été dépassée par deux fois, en 1960 et en 1961, sans que des désordres aient pour autant été constatés sur l'ouvrage.

Dans les conditions actuelles, une surverse sur la crête de l'ouvrage est prévisible pour une crue de période de retour 1 000 ans, ce qui est bien inférieur aux critères de sécurité admis pour ce type d'ouvrage. La tenue des appuis du barrage à l'érosion n'étant pas garantie en cas de surverse, un tel événement serait susceptible de conduire à la rupture de l'ouvrage, alors que des enjeux humains importants existent à quelques kilomètres seulement en aval (ville de Fontenay-le-Comte et basse vallée de la Vendée).

Cette situation a donc été jugée inacceptable et, à l'issue des études préliminaires menées par Coyne et Bellier entre 1992 et 1994, la mise en révision spéciale de l'ouvrage a été prononcée.

Par ailleurs, les différentes reconnaissances géologiques et géotechniques réalisées sur le site entre 1976 et 1992 ont soulevé des doutes quant à la stabilité des appuis du barrage et notamment de l'appui rive droite, largement fracturé et sujet à des venues d'eau.

2. HISTORIQUE DU DOSSIER DE REVISION SPECIALE

Des études détaillées ont été menées afin de définir précisément les travaux à engager : complément d'étude hydrologique, analyses géologique et géotechnique basées sur des reconnaissances de sol, modélisation aux éléments finis pour statuer sur la stabilité des appuis, essai sur modèle réduit pour valider le gabarit de l'évacuateur de crues...

Un premier dossier a été soumis à l'avis du CTPB par Coyne et Bellier en 1999 et approuvé en 2000.

Ce projet prévoyait :

- la construction d'un évacuateur intégré dans le massif rive gauche, distinct du barrage proprement dit, constitué par un ouvrage d'entonnement, une galerie de 6,50 m de diamètre et de 144 m de longueur et d'un ouvrage de restitution dans le lit de la Vendée.
- le renforcement de l'appui rive droite par la mise en place de tirants d'ancrages.

Cette solution paraissait à l'époque tout à fait justifiée dans la mesure où elle permettait de conserver les équipements existants au pied aval du barrage (usine abritant les réseaux de canalisations, les organes hydromécaniques et le local de commande pour la prise d'eau, la vidange et les turbines destinées à la production hydroélectrique) ainsi que l'usine de traitement des eaux en aval rive droite.

Depuis, pour des raisons d'exploitation, le Syndicat a décidé de déplacer et de reconstruire ces deux ouvrages. Il devenait alors intéressant d'étudier des solutions alternatives de modification du barrage, potentiellement plus simples et moins coûteuses. Pour ce faire, le Syndicat a lancé entre 2003 et 2005 une étude de définition au terme de laquelle le principe des aménagements proposés par Stucky a été retenu.

Les aménagements proposés comprennent :

- l'arasement partiel de la voûte, sur 3 à 4 m de hauteur, afin de constituer trois passes déversantes, dont une vannée pour permettre d'assurer les régulations des niveaux du plan d'eau dans la retenue qui sont variables selon la saison ;
- la réalisation, en aval des passes déversantes, de coursiers en marches d'escalier supportés par un massif en BCR dissocié de la voûte ;
- l'injection et le drainage de la fondation ;
- le renforcement de l'appui rive droite par des tirants d'ancrage.

Les travaux de confortement de la rive droite par tirants d'ancrage ont été réalisés dès 2010.

3. PRESENTATION DU PROJET RETENU

Afin de définir précisément les solutions techniques proposés, des études complémentaires ont été réalisées.

Elles ont porté sur la réalisation :

- de sondages carottés dans le béton de la voûte afin de déterminer précisément les caractéristiques mécaniques de l'ouvrage existant :
 - essais de compression simple,
 - essais de traction par fendage,
 - dosage en ciment par la méthode de la silice soluble,
 - dosage en sulfates,
 - analyse thermogravimétrique,
 - examen au microscope...
- de reconnaissances géotechniques complémentaires des conditions de fondation du massif en BCR et de la rive droite :
 - caractérisation des caractéristiques mécaniques des sols de fondation gneissiques par carottages avec essais de compression, de traction, de cisaillement, essais Franklin et mesure de célérité des ondes V_p et V_s ,
 - analyse structurale par imagerie de parois,

- essais Lugeon,
- mise en place de piézomètres.
- des levés topographiques,
- l'actualisation de l'étude hydrologique et modèle de laminage,
- la modélisation aux éléments finis (modèle 2D linéaire élastique sous logiciel DIANA) statique et dynamique, du barrage actuel et du barrage modifié, prenant en compte les mesures d'auscultation,
- la réalisation de deux modèles réduits du coursier déversant (coursier au 1/40^{ème} et passe vannée centrale au 1/20^{ème}).

Le dossier préliminaire concernant l'augmentation de la capacité d'évacuation des crues a été présenté au CTPBOH en 2011.

Afin de répondre aux différentes recommandations et demandes du CTPBOH, notamment celle relative au maintien de la possibilité d'inspecter le parement aval de la voûte, le massif poids déversant en BCR, prévu dans le cadre du dossier préliminaire, a été remplacé par des ouvrages déversants réalisés en béton armé conventionnel présentant les mêmes caractéristiques géométriques extérieures, mais supportés par 8 contreforts. Les structures de ces ouvrages déversants sont structurellement complètement dissociées de la voûte proprement dite. Les vides résiduels entre les contreforts, sous la structure déversante, permettront :

- d'observer directement le parement aval de la voûte, comme le demande le CTPBOH,
- d'éviter toute sous-pression sous l'emprise de la structure aval,
- d'éviter la mise en place de dispositifs complémentaires de drainage de l'interface voûte-massif aval.

En outre, le modèle numérique ayant montré que l'arasement de la voûte dans sa partie supérieure pouvait conduire à augmenter les contraintes de traction en pied amont du barrage, la modélisation aux éléments finis a été affinée en prenant en compte le comportement non-linéaire de la structure et l'ouverture du contact voûte-fondation, afin de vérifier que les contraintes appliquées restaient bien dans la gamme admissible par rapport aux caractéristiques mécaniques du béton de la voûte. La modélisation a démontré que la structure était suffisamment résistante, mais qu'un complément d'injections de collage du contact béton-fondation était souhaitable, ce qui a été pris en compte dans le projet définitif.

Les figures 4 et 5 présentent respectivement une coupe type de l'ouvrage modifié et une vue 3D de l'ouvrage après travaux.

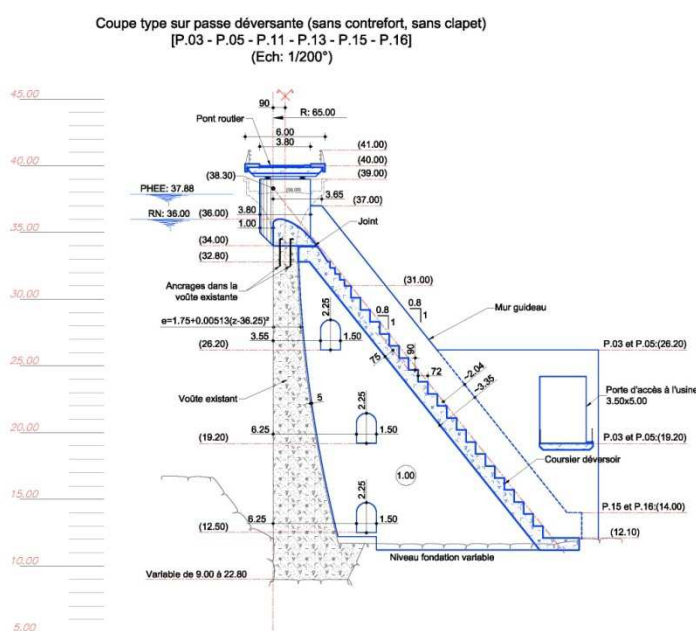


Figure 4 : Coupe type du barrage projeté – sans contrefort et passe non vannée.

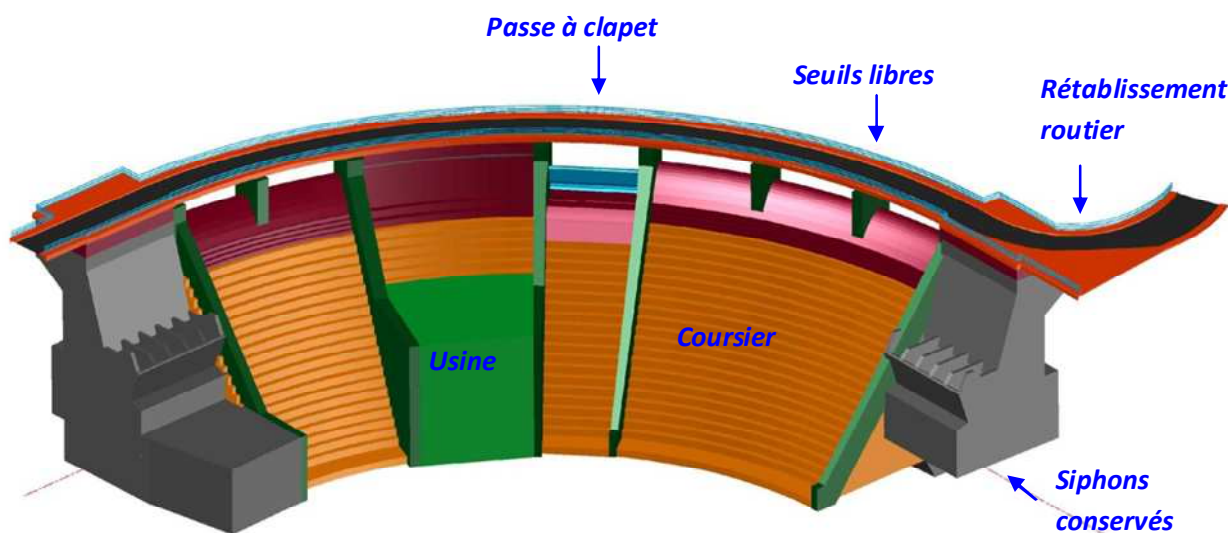


Figure 5 : Vue 3D de l'ouvrage projeté.

Phasage prévisionnel des travaux

Les travaux de modification du barrage sont programmés en 2014-2015.

Après une première phase de démolition de l'usine située en pied aval, les travaux débuteront par le traitement et le drainage des fondations de la voûte existante, ainsi que par la modernisation du système d'auscultation.

Les structures des coursiers seront ensuite réalisées par tranches, préalablement à la découpe de la voûte afin de minimiser les risques liés à une éventuelle surverse en cas de survenue d'une forte crue. Les travaux de démolition de la partie haute de la voûte seront réalisés avec une retenue partiellement abaissée, mais en maintenant l'exploitation durant toute la durée du chantier, ce qui impliquera des sujétions importantes de coordination entre le Maître d'œuvre, l'entreprise et l'exploitant.