

Barrage de Tuilières : calculs dynamiques et applications

E. Robbe, E. Bourdarot (EDF DPIH/CIH)

Présentation de l'aménagement et de la problématique

Le barrage usine de Tuilières est situé sur la Dordogne à 20 km à l'amont de Bergerac (24). Cet aménagement a été mis en service en 1912 et comprend de la rive droite vers la rive gauche :

- l'usine barrage,
- le barrage mobile constitué à l'origine de 8 pertuis équipés de vannes STONEY,

La partie barrage mobile est constituée de 9 piles en maçonnerie. La travée de rive droite a 7 mètres d'ouverture et les 7 autres ont 10 mètres de largeur. Ces travées sont fermées par des vannes métalliques d'une seule pièce, manœuvrées verticalement au moyen de treuils et de contre-poids placés sur une passerelle supérieure, reposant elle-même sur le couronnement des piles, à la cote 49,00. Une passerelle intermédiaire permet la circulation sur l'ouvrage et

assure le rôle de contreventement.

Les piles 1-3-4-5-6-7-8-9 ont 3,00 mètres d'épaisseur et 31,30 m de hauteur. La pile 2 a 4,00 m d'épaisseur.



Suite à la rupture de la vanne 4 du barrage mobile le 29/01/2006, entraînant la vidange de la retenue, la DRIRE Aquitaine a décidé d'engager la procédure de mise en révision spéciale du barrage de Tuilières. Cette décision implique entre autres pour EDF de justifier la stabilité de l'ouvrage en regard des critères habituels.

Compte tenu de l'élançement important des piles, EDF s'est imposé en outre la vérification de la stabilité du barrage mobile pour un séisme de 0,1g.

Méthode de calcul

L'analyse sismique de la structure utilise la méthode de calcul transitoire par synthèse modale (ou recombinaison modale) qui décompose le mouvement relatif de la structure sur la base des modes propres. Le calcul est réalisé en plusieurs étapes :

- calcul des modes propres de la structure,
- choix de la base modale : on conserve uniquement les modes dont la masse effective unitaire dans une direction est supérieure à 1%,
- calcul de la réponse dynamique de la structure : on projette les matrices de masse, de raideur et d'amortissement ainsi que le vecteur second membre (excitation) sur la base modale retenue puis on calcule la réponse généralisée du système.
- restitution sur la base physique pour le post-traitement : les champs des déplacements, vitesses et accélérations sont restitués sur le modèle et le calcul des contraintes peut être réalisé.

Dans un premier temps, la réalisation des calculs sur des machines locales a nécessité l'utilisation de la méthode dite par sous-structuration, mettant à profit le caractère répétitif de l'ouvrage pour limiter la taille du calcul. Le modèle est alors composé de 9 sous-structures dont 6 sont identiques :

Barrage de Tuilières : calculs dynamiques et applications

E. Robbe, E. Bourdarot (EDF DPIH/CIH)

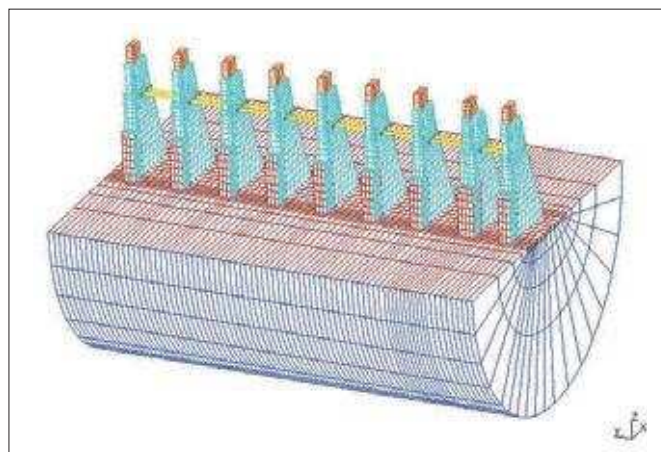


Figure 1: Maillage de la structure (après réhabilitation)

- la pile rive gauche,
- 6 piles centrales,
- la pile de largeur 4m,
- la pile rive droite s'appuyant sur l'usine.

La reprise des calculs sur le serveur centralisé Aster a par la suite permis de s'affranchir de cette méthode, les résultats étant par ailleurs identiques avec un temps de calcul inférieur.

Calculs et réhabilitation de la structure

L'analyse transitoire de la structure existante a montré qu'un mouvement d'oscillation transversale et synchronisée des piles était susceptible de se produire lors d'une sollicitation sismique. Ces oscillations, d'une amplitude maximale de l'ordre de 1,2 cm au sommet des piles, pourraient entraîner une dégradation de la liaison

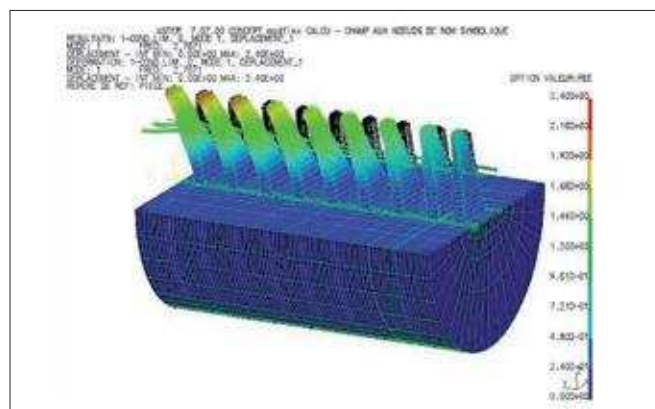


Figure 2 : 1er mode propre du barrage mobile de Tuilières (état existant)

pile-radier. Dès lors, le rôle du contreventement actuellement en place est prépondérant afin d'empêcher une accentuation du déplacement des piles pouvant conduire au blocage des vannes.

Cependant les contraintes de traction importantes, calculées au niveau des liaisons entre les passerelles et les piles pose la question de la résistance de la maçonnerie à

de telles sollicitations. Ces valeurs, de 2 à 4 MPa tendent à montrer qu'un risque de rupture de cette liaison est possible.

Compte tenu des résultats obtenus dans l'analyse dynamique du comportement de l'ouvrage existant et suivant des considérations propres au projet de réhabilitation, un nouveau contreventement est envisagé, 3 mètres au-dessus du niveau de l'actuelle passerelle aval.

Dans un premier temps et afin de se rapprocher de la géomé-

trie actuelle de l'ouvrage, ce contreventement est prévu continu et un appui latéral est recherché au niveau de chacune des rives afin de limiter les déplacements transversaux. Néanmoins, les blocages latéraux entraînent une hausse de la fréquence propre de la structure, qui tend à se rapprocher du pic du spectre sismique du site. Dès lors, l'oscillation transversale des piles centrales est du même ordre de grandeur et des efforts importants sont générés sur les appuis en rive, ce qui nécessite des structures massives pour les reprendre convenablement.

Différents calculs montrent par la suite que la libération des appuis en rive du barrage mobile a pour conséquence d'abaisser la première fréquence propre et de limiter de façon significative les déplacements en tête de pile et les contraintes. Cette solution a également l'avantage d'assurer un maintien géométrique de toutes les passes. Elle permet également de conserver un comportement symétrique de la structure sous les effets thermiques et de limiter les transferts d'efforts vers les rives.



Figure 3 : Vue aval du barrage de Tuilières réhabilité