

Modélisation des barrages en béton

Les interfaces au cœur des études de comportement

P. DIVOUX

EDF CIH - Savoie Technolac - 73370 Le Bourget du lac – France – patrick.divoux@edf.fr

Résumé

La stabilité des barrages en béton dépend très largement du comportement mécanique des zones les plus faibles de l'ensemble vallée-barrage.

Localisés au niveau des discontinuités dans la structure et dans le rocher, ces points faibles sont principalement les failles des zones d'appui, les reprises de bétonnage dans le barrage, le contact béton-rocher au niveau de la fondation et les joints de plots du barrage.

La discrétisation de ces zones avec les éléments finis particuliers que sont les éléments d'interface permet de s'approcher du comportement non linéaire du barrage et de sa fondation et de quantifier l'importance du couplage thermo-hydro-mécanique.

Mots clés : barrage, béton, rocher, fondation, discontinuités, joints, contact, couplage

1. Introduction

Parmi les grandes constructions réalisées depuis l'antiquité, les barrages occupent une place importante. Ils ont souvent transformé l'économie et la vie d'une région. Chaque barrage est unique et son dimensionnement est le résultat d'études spécifiques. La géologie du site, les matériaux de construction, le climat sont autant d'éléments particuliers, et de ce fait, à chaque ouvrage correspond un fonctionnement bien particulier.

2. La théorie des éléments joints

La stabilité des barrages en béton dépend très largement du comportement des discontinuités dans la structure et dans le rocher. Les points faibles sont souvent les failles dans les zones d'appui, les reprises de bétonnage, le contact béton-rocher et les joints de plots.

Les éléments d'interface ou éléments joints sont des outils adaptés pour modéliser ces discontinuités et mieux appréhender les risques de rupture des barrages en béton.

La théorie des éléments joints est présentée de manière succincte : hypothèses, lois de comportement, problèmes numériques et points de vigilance lors de leur utilisation.

3. Application aux barrages en béton

Un barrage-poids en béton assure sa stabilité grâce à son poids propre. Il est dimensionné de sorte qu'il ne puisse ni basculer, ni glisser sur sa fondation. L'équilibre global est sensible aux variations des forces appliquées et, par conséquent, au phénomène de sous-pression. Suite à la rupture du barrage

de Bouzey (1895), M. Maurice LEVY rapportait que « le danger spécial aux barrages de grande hauteur tels qu'ils ont été établis jusqu'ici, aussi bien à l'étranger qu'en France, provient de la sous-pression ou pression ascendante qu'y produit l'eau lorsque, par des fissures, elle parvient à pénétrer dans la maçonnerie sur une étendue suffisante ».

La conception d'un barrage-voûte a pour but de reporter la majeure partie de la poussée hydrostatique sur les rives par effet d'arc. Les réactions d'appuis varient en liaison directe avec la poussée hydrostatique, et la forme de l'ouvrage revêt une importance particulière. En 1939, dans une « Leçon sur les Grands Barrages » de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, M. André COYNE [1939] écrivait au sujet des barrages-voûtes : « A la réflexion, il est bien plus rationnel d'assurer la résistance d'un ouvrage plutôt par ses formes que par son poids. On compte rarement sur le poids d'un organe de fermeture qu'il s'agisse d'une porte, d'une soupape ou d'un bouchon. Ce sont les formes du bouchon qui importent. ». Le bon fonctionnement des barrages-voûtes est cependant conditionné par des facteurs autres que sa géométrie. L'analyse de différentes ruptures de barrages-voûtes, effectuée par M. Marcel MARY [1968], a montré que les risques proviennent essentiellement du sol de fondation et que les effets de l'eau en pression dans les fissures des appuis rocheux étaient, jusqu'à la rupture du barrage de Malpasset, souvent sous-estimés. Par ailleurs, on constate souvent sur les barrages en béton que les déplacements en crête engendrés par les effets thermiques saisonniers sont du même ordre de grandeur que ceux dus à la poussée hydrostatique.



La présentation illustre comment les éléments d'interface permettent de mieux appréhender ces phénomènes complexes et de mieux expliquer les comportements observés des barrages.

Références

- [1] P. Divoux, Modélisation du comportement hydro-mécanique des discontinuités dans les structures et les fondations rocheuses. Application aux barrages en béton, Université de Grenoble, 1997