

STABILITE DES BARRAGES EN ENROCHEMENT

Objectif(s) : Anticiper la rupture sous sollicitations statiques et dynamiques des barrages en enrochement au cours de leur exploitation.

Client : EDF-CIH

Date : 2002-2007

Lieu : Barrage d'Escoubous (Pyrénées – France)

Partenaires : Ecole Centrale de Lyon

Responsable du projet : Fabian DEDECKER

Logiciel(s) utilisé(s) : PFC2D

La technique des barrages en enrochement est sans doute **l'une des plus anciennes de l'ingénierie hydraulique**. Au XX^{ème} siècle, cette technique de construction s'est affinée. On a alors vu apparaître, principalement en France et en Italie, des ouvrages audacieux, présentant des **fruits inférieurs à 1**, alors que les recommandations actuelles sont de 1.3.

Depuis de nombreuses années, EDF-CIH tente d'**anticiper la stabilité à long terme** de ces structures en prévoyant leurs **défauts internes** ((lacunes) qui peuvent engendrer la rupture brutale de la structure. Compte tenu de la nature même de ces barrages, EDF s'est tout naturellement penché sur l'**approche numérique discrète**. C'est dans ce cadre que de nombreux contrats de recherche (thèses et autres) ont vu le jour, travaux auxquels ITASCA a apporté sa connaissance du logiciel PFC2D et du langage FISH. ITASCA a participé à l'**élaboration de nombreuses procédures**, rendant efficace la construction du modèle numérique, et prenant en compte les différents éléments de la structure (blocs en vrac, parements amont et aval), la **fracturation des blocs rocheux et leur vieillissement** en fonction du temps et des **conditions climatiques**, ainsi que l'effet mécanique des remplissages/vidanges successives.



Vue aval du barrage d'Escoubous

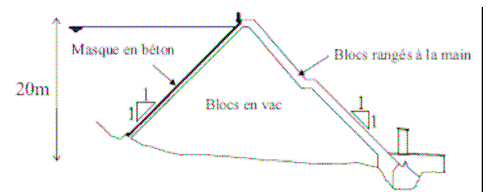
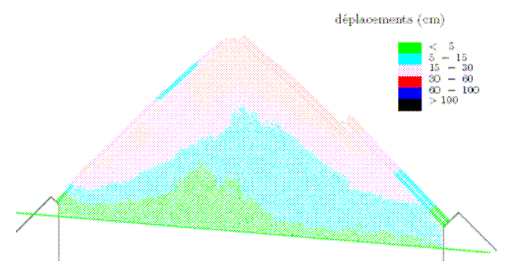


Schéma du modèle numérique



Champ de déplacements dans le barrage, sous son poids propre

MOTS-CLES :

- Modélisation numérique discrète
- Barrage en enrochement
- Stabilité
- Tassement
- Perré

⇒ RESULTATS :

- Mise en évidence de l'importance du perré et du masque amont dans la stabilité des ouvrages en enrochement.
- L'essentiel des déformations différées est généré par le couplage entre les phases de remplissage/vidange et le vieillissement des blocs.
- Forte influence du climat (pluie, température) sur les déplacements.

REFERENCES :

Tran, T-H., Cambou B. and Dedecker F. "Discrete creep model for long-term behavior of rockfill dams," dans Powders and Grains 2005 (Proceedings of the 5th international conference on micromechanics of granular media), pp. 677-680, R. García-Rojo, H.J. Herrmann, Sean McNamara, Ed. Balkema, 2005.
Deluzarche, R., F. Dedecker and J. J. Fry. "Static and Dynamic Analysis of Stability of Rocky Slopes via Particle Methods," in Numerical Modeling in Micromechanics via Particle Methods (Proceedings of the 1st International PFC Symposium, Gelsenkirchen, Germany, November 2002), pp. 125-131. H. Konietzky, Ed. Lisse: Balkema, 2003.

STABILITY OF ROCK FILL DAMS

Purpose(s): To predict rock-fill dam failure under static and dynamic loadings

Client: EDF-CIH

Date: 2002-2007

Location: Escoubous
(Pyrénées – France)

Partners: Ecole Centrale de Lyon

Project executive manager:
Fabian DEDECKER

Code(s) used: PFC^{2D}

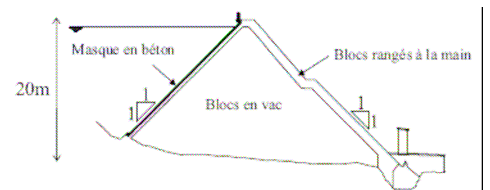
Rock fill dams are probably among the **oldest artifacts used in hydraulic engineering**. The technique was improved during the 20th Century, and many dams with a **width-to-height ratio smaller than 1** (current practice is 1.3) were built, mainly in France and Italy.

EDF-CIH has been working for many years on **anticipating the long-term behavior** of such structures, foreseeing that **internal defaults** may induce sudden failure. In this framework, EDF-CIH has developed several research programs that make use of the **discrete numerical approach, which is suited** perfectly to study structures composed of many blocks.

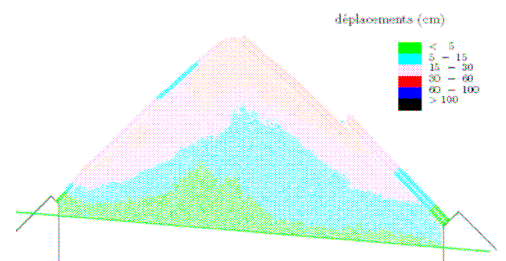
ITASCA has participated actively in all the studies done with the PFC^{2D} code. In particular, ITASCA has **developed efficient tools** dedicated to the construction of numerical models; these tools take into account all parts constituting the dam (individual rock blocks, upstream and downstream faces), and they include **rock blocks fractures and simulate creep behavior** (evolution of bond strength with time and **climatic factors**), as well as the mechanical response of the structure subjected to reservoir filling and emptying.



Escoubous dam (downstream view)



A numerical model scheme



Displacement field under gravity loading

KEYWORDS:

- Discrete modeling
- Rock fill dams
- Stability
- Vertical displacements
- Stone pitching

⇒ RESULTS:

- Stone pitching and upstream mask play important roles regarding the stability of the embankment.
- Long-term strains mainly are due to the coupling between cycles of reservoir filling/emptying and the time-dependent material behavior (creep).
- Climatic factors (rain, temperatures) strongly influence displacements in a rockfill dam.

REFERENCES:

- Tran, T-H., Cambou B. and Dedecker F. "Discrete creep model for long-term behavior of rockfill dams," dans Powders and Grains 2005 (Proceedings of the 5th international conference on micromechanics of granular media), pp. 677-680, R. García-Rojo, H.J. Herrmann, Sean McNamara, Ed. Balkema, 2005.
- Deluzarche, R., F. Dedecker and J. J. Fry. "Static and Dynamic Analysis of Stability of Rocky Slopes via Particle Methods," in Numerical Modeling in Micromechanics via Particle Methods (Proceedings of the 1st International PFC Symposium, Gelsenkirchen, Germany, November 2002), pp. 125-131. H. Konietzky, Ed. Lisse: Balkema, 2003.