Alluvionnement des retenues par courants de turbidité (1995-1998)

Giovanni De Cesare

Introduction

La construction d'un barrage modifie profondément les conditions d'écoulement de la rivière ou du torrent à l'intérieur de la retenu. Vu la charge en suspension souvent considérable en situation de crue, le courant entrant présente une densité plus élevée que celle du fluide ambiant. La charge solide entraînée avance alors jusqu'au barrage sous forme de courants de turbidité (Fig. 1).

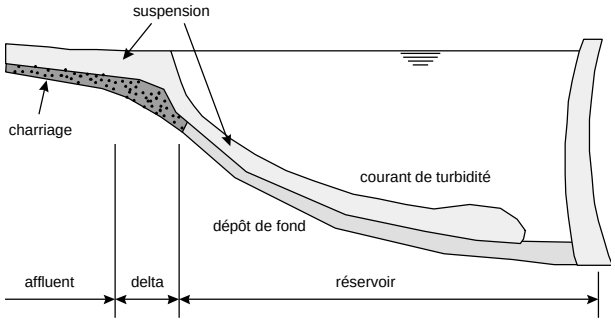

Fig. 1. Schéma du transport solide par courant de turbidité à l'intérieur d'une retenue.

La recherche consacrée à ce sujet est réalisée dans l'objectif de mieux comprendre les phénomènes physiques contribuant à l'alluvionnement des retenues artificielles. L'étude des courants de turbidité à l'intérieur du réservoir s'appuie sur une revue de littérature, sur des mesures in situ des écoulements d'eau et des mouvements de sédiments, sur des essais de laboratoire pour la reproduction des courants de densité au fond du bassin ainsi que sur la simulation numérique des courants.

Simulation numérique

La modélisation numérique proposée est basée sur le code CFX-F3D développé par Computational Fluid Dynamics Services. Elle est enrichie de modules programmés spécifiquement pour tenir compte de la sédimentation et de l'entraînement de particules sur le fond (Fig. 2).

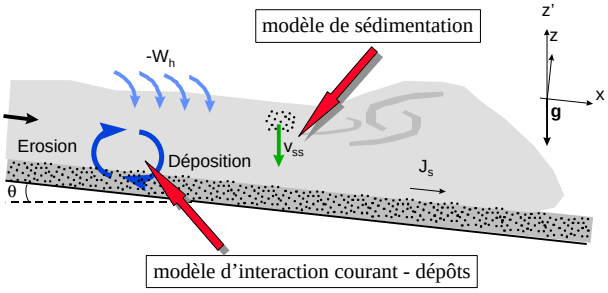

Fig. 2. Interactions du courant de turbidité avec le fond et le fluide ambiant.

Comme la phase solide est mélangée à une échelle beaucoup plus petite que celle de la résolution numérique de la simulation (subgrid scale), chaque phase est traitée comme distribuée de manière continue dans toute cellule de calcul (interpenetrating continuum). Une concentration ou fraction volumique (volume fraction) lui est associée. Il s'agit d'un écoulement à deux phases où

- le fluide est une phase liquide continue (liquid continuous) et
- les particules forment une phase solide dispersée (solid disperse).

Le mélange se comporte comme un fluide spécifique dans un autre fluide, et l'écoulement des particules suit celui du mélange. Un modèle de fluide homogène à deux phases (homogeneous two phase flow model) est utilisé pour la simulation (Fig. 3).

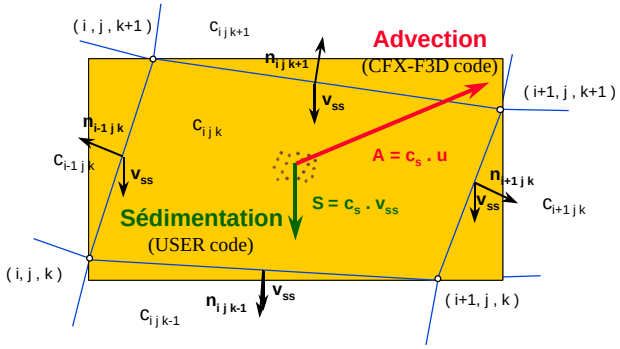

Fig. 3. Schéma de principe des modèles de sédimentation et d'advection utilisés dans CFX-F3D.

Les équations de Navier-Stokes discrétisées sont résolues par une approche en volumes finis. Le domaine physique est constitué d'éléments de volumes. Les variables physiques sont toutes définies au centre des volumes de contrôle (collocated grid). Cet outil informatique permet la simulation tridimensionnelle d'écoulements turbulents à phase solide dans une géométrie quelconque. Son application à la retenue de Luzzone au Tessin a pu être validée par des mesures réalisées in situ (Fig. 4).

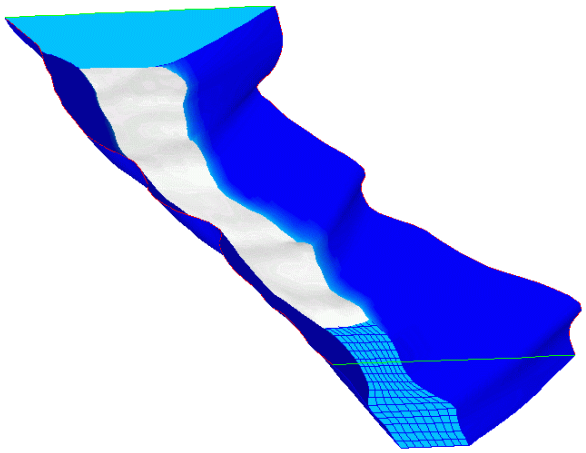

Fig. 4. Courant de turbidité modélisé numériquement dans la retenue de Luzzone.

La modélisation numérique permet de décrire l'évolution d'un certain nombre de paramètres comme la concentration en matières en suspension en fonction de la géométrie du réservoir et des caractéristiques des apports. Des recommandations pour la maîtrise de l'alluvionnement des retenues peuvent en être tirées dans chaque cas particulier.