Effets d'obstacles et de jets sur l'alluvionnement des retenues par courants de turbidité

Christoph Oehy (1999-2002)

L'alluvionnement est un thème d'importance majeure dans nombreuses retenues alpines. Il est souvent associé au processus de transport sédimentaire par courants de turbidité. Ces courants, à hautes concentrations de sédiments, suivent le fond du lac jusqu'aux zones les plus profondes, situées habituellement à proximité du barrage, où ils se déposent (voir figure 1). Ils peuvent ainsi recouvrir la vidange de fond, perturber l'exploitation de la prise d'eau usinière et réduire la capacité de stockage de la retenue. Afin de contrôler l'alluvionnement à l'intérieur d'une retenue, les effets d'un obstacle, d'une grille, de jets d'eau, et d'un écran d'air ont été étudiés par expérimentation physique et simulation numérique.

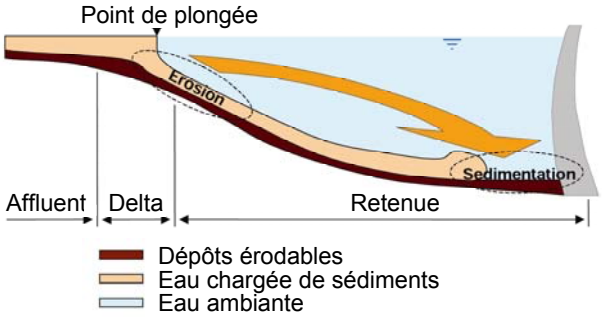

Figure 1 : Schéma du transport de sédiments par courants de turbidité dans une retenue.

Les études expérimentales ont été effectuées dans un canal de 7.1 m de long, 27.2 cm de large et 90.0 cm de haut. Les configurations testées concernent un courant de turbidité passant

- par dessus un obstacle;
- à travers deux types de grilles verticales;
- à travers des jets verticaux sortant d'un diffuseur multi-ports;
- à travers des jets inclinés à 45° sortant d'un diffuseur multi-ports; et
- à travers un écran d'air.

Figure 2 : Expérience d'un courant de turbidité passant à travers une grille verticale.

Pour chaque série d'essais, des expériences sur fond horizontal et incliné ont été faites (voir figure 2). Pour mesurer les dépôts, un appareil original, basé sur la mesure de la résistance de la couche de sédiments déposés, a été développé. Cette méthode de mesure a permis de suivre l'évolution temporelle et spatiale des dépôts avec une précision de l'ordre de 0.15 mm. De plus, des mesures de profils verticaux de vitesse par ultrasons (Ultrasonic Velocity Profiler -- UVP) ainsi que de la vitesse du front du courant de turbidité par traitement d'images ont été réalisées.

Pour étudier les effets d'un obstacle, d'une grille et d'un jet d'eau de manière plus approfondie, un modèle numérique tri-dimensionel basé sur le programme CFX-4.4 a été développé. Des routines ont été implémentées pour tenir compte de la sédimentation des particules, de leur érosion et déposition au fond, du transport fractionnel des sédiments, ainsi que de l'effet de la stratification dans le modèle de turbulence. Les simulations numériques ont été comparées avec les essais expérimentaux et l'efficacité des différentes configurations a été déterminés (voir figure 3).

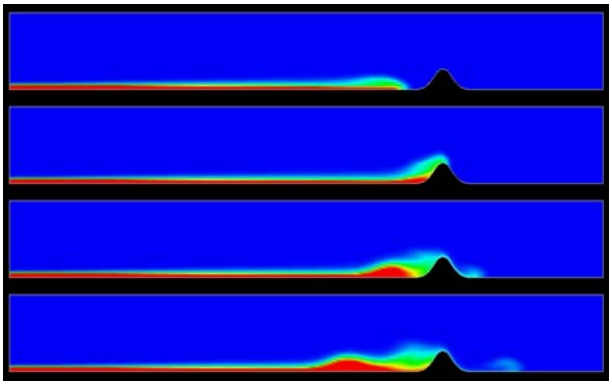

Figure 3 : Simulation numérique d'un courant de turbidité passant par dessus un obstacle.

Comme étude de cas, l'influence des digues submergées sur le courant de turbidité dans la géométrie tridimensionnelle de la retenue de Grimsel a été évaluée (voir figure 4). Les résultats ont montré, que, par l'effet de la digue, les sédiments pouvaient être retenus, évitant ainsi que des dépôts ne se forment à proximité de la vidange de fond et de la prise d'eau.

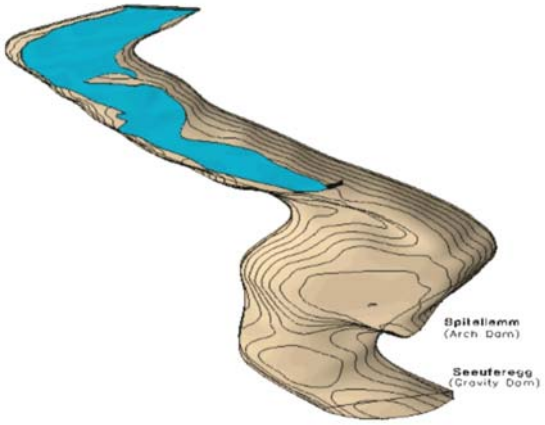

Figure 4 : Simulation numérique d'un courant de turbidité dans la retenue du Grimsel avec une digue submergée.

Sur la base des essais physiques et des simulations numériques, des règles de première approximation ont été définies dans le but de concrétiser les possibilités d'application des différentes mesures étudiées pour contrôler l'alluvionnement.