

Modélisation des courants de turbidité dans le bassin Nord du lac de Lugano (1999 - 2001)

A. Lavelli, G. De Cesare
Etude confiée par le Canton du Tessin

Introduction

La crue exceptionnelle du Cassarate de septembre 1994 a partiellement bouleversé l'équilibre des eaux hypolimniques du bassin Nord du lac de Lugano. Ce constat renforce l'hypothèse que les eaux chargées du Cassarate pénètrent à différentes profondeurs du lac, en fonction de leur densité apparente.

L'affluent en crue est ainsi à l'origine d'une circulation interne susceptible de provoquer l'érosion des sédiments déjà constitués sur le fond, augmentant encore la charge solide et l'accélération d'avantage. Ce phénomène est connu sous l'appellation "courant de turbidité érosif". Ce dernier, qui dépend de la stabilité et de la consistance des dépôts sur les rives sous-lacustres et de sa propre vitesse, peut devenir une véritable avalanche lacustre. Il met alors en mouvement de grandes quantités d'eau et peut parcourir des distances très élevées. Les équilibres chimiques lacustres peuvent ainsi être altérés lors de tels événements exceptionnels raison pour laquelle leur impact sur l'écosystème mérite d'être étudié.

L'analyse des courants de turbidité à l'intérieur du lac s'appuie conjointement sur une revue de littérature, sur des mesures in situ de l'écoulement chargé de l'affluent et sur le fond du lac à l'embouchure ainsi que sur la simulation numérique des courants.

Modélisation numérique

Les modèles "classiques" d'équilibre d'une colonne d'eau dans les lacs ne permettent pas d'expliquer le comportement de ce type d'événement. Seul un modèle hydrodynamique numérique en trois dimensions est en mesure de simuler la circulation d'eau résultant d'une crue de l'affluent précité.

La modélisation numérique de tous ces phénomènes est basée sur le code CFX-4 développé par Computational Fluid Dynamics Services et commercialisé par AEA Technology (Fig. 1 et 2).

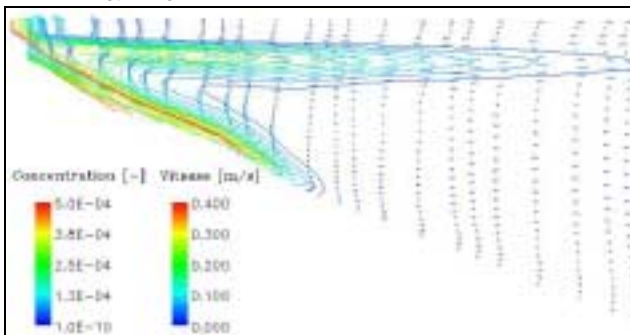


Fig. 1 : Isolignes de concentration et vecteurs vitesse dans le plan axial longitudinal, une heure après la pointe de la crue de 1994. Courant de densité sur le fond et intrusif

Cet outil informatique permet la simulation tridimensionnelle d'écoulements turbulents à phase solide dans le lac de Lugano.

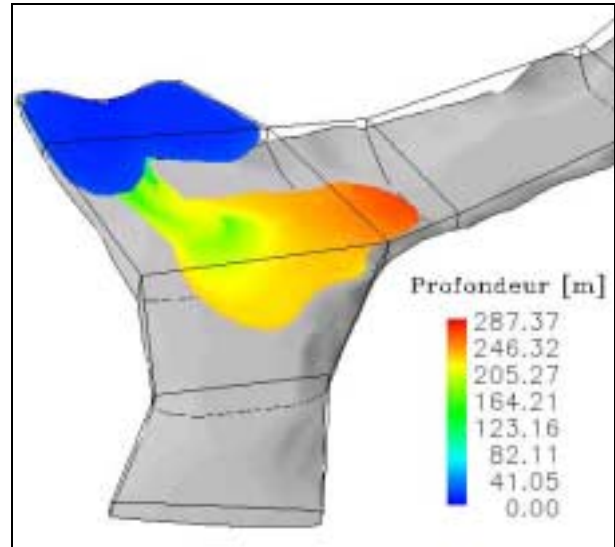


Fig. 2 : Courant de densité sur le fond et intrusif cinq heures après la pointe de la crue de 1994

Mesures in situ

Les données limnologiques recueillies ces dernières années dans le lac de Lugano par le Laboratoire cantonal d'études environnementales permettent de décrire les tendances évolutives générales du lac. La forte stratification thermique qui s'installe durant la période estivale s'oppose à un échange vertical substantiel entre les eaux anoxiques profondes et l'hypolimnion oxygéné.

Parallèlement aux calculs numériques, une station de mesure a été installée sur le Cassarate à l'amont de l'embouchure et des chaînes de courantmètres ont été mouillées dans le lac. Pendant deux années consécutives, des campagnes de mesure ont ainsi été réalisées dans le Cassarate et le long de l'axe principal du lac de Lugano à Melide.

En plus de la crue de 1994, deux événements hydrologiques importants survenus en 1999 et en 2000 ont ainsi pu être modélisés. L'impact d'un événement hypothétique à caractère extrême a également été analysé.

Solutions techniques

Finalement, des solutions techniques (par exemple un diaphragme vertical, Fig.3) ont été imaginées et testées numériquement pour réduire l'impact des crues du Cassarate sur l'écosystème du lac de Lugano.

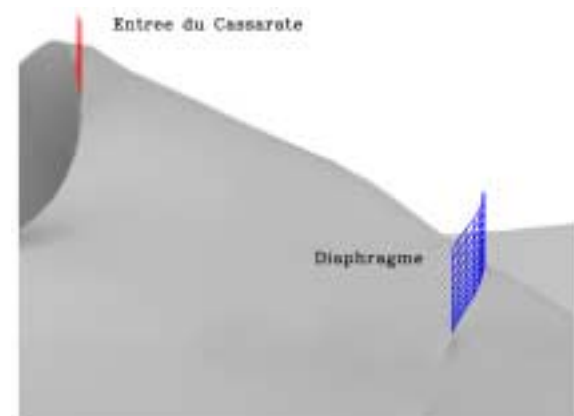


Fig. 3 : Vue latérale du diaphragme vertical dans la modélisation numérique