

Comparaison de codes de calcul d'avalanches

Contexte

Pour le zonage des dangers et le dimensionnement des ouvrages paravalanches, les codes de calcul de dynamique des écoulements se sont révélés de précieux auxiliaires. La plupart des codes actuels sont fondés sur les équations de Saint Venant utilisées en hydraulique, avec une loi de frottement spécifique à la neige. En général, c'est la loi de Voellmy qui est employée.

Parmi les modèles actuellement disponibles, le code RAMMS commercialisé par le SLF (Davos) est le plus utilisé. C'est la variante numérique du modèle de Salm [1, 2]. Il résout les équations de Saint-Venant à l'aide du solveur de Riemann dit HLL, qui est une méthode de résolution numérique développée dans les années 1980 [3].

Depuis cette époque, des méthodes plus élaborées ont été proposées, notamment pour corriger les défauts et lacunes des méthodes de type HLL. La multiplication de bibliothèques numériques offre de nouvelles possibilités en matière de modélisation des écoulements d'avalanche [4–6].

Par exemple, AVAC résout les équations de Saint-Venant en se servant de la bibliothèque fortran GeoClaw au sein d'une bibliothèque plus large écrite en fortran et python (ClawPack) qui a été développée depuis les années 1990 pour résoudre des problèmes d'écoulement [7, 8]. Le solveur GeoClaw développé par David George a spécialement été conçu pour les équations de Saint-Venant sur des topographies quelconques [8]. Contrairement aux méthodes de type HLL, il permet de traiter des zones « sèches ». Il est également compatible avec les stratégies de calcul à grille adaptative.

Le but du travail est d'évaluer l'influence de la méthode numérique sur les prédictions d'avalanches.

Objectif

L'objectif du projet est de comparer les prédictions de deux modèles numériques qui résolvent les mêmes équations (Saint-Venant + Voellmy) : RAMMS et AVAC.

Travail demandé

- Prise en main du code de calcul AVAC : compilation d'un code fortran, manipulation du script d'interface en python pour les calculs, export graphique (python ou QGIS) ;
- Récolte des données tirées de cas pratique en liaison avec le bureau Geoformer de Brigade ;
- Entrée des conditions initiales (topographie, zone de départ) dans QGIS ;
- Calcul numérique, export, et post-traitement de l'information ;

- Comparaison avec les calculs effectués par Geoformer sur les mêmes cas pratiques.
- Rapport

Encadrement

Professeur responsable : Christophe Ancey

Liaison avec Geoformer : Pascal Venetz (p.venetz@geoformer.ch)

Bibliographie

- [1] Salm, B., A. Burkard, and H. Gubler, Berechnung von Fliesslawinen, eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Davos), 1990.
- [2] Christen, M., J. Kowalski, and P. Bartelt, RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain, *Cold Regions Science and Technology*, 63, 1-14, 2010.
- [3] LeVeque, R.J., *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- [4] Mergili, M., K. Schratz, A. Ostermann, and W. Fellin, Physically-based modelling of granular flows with Open Source GIS, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 187-200, 2012.
- [5] Rauter, M., A. Kofler, A. Huber, and W. Fellin, faSavageHutterFOAM 1.0: depth-integrated simulation of dense snow avalanches on natural terrain with OpenFOAM, *Geoscientific Model Development*, 11, 2923–2939, 2018.
- [6] Hergarten, S., and J. Robl, Modelling rapid mass movements using the shallow water equations in Cartesian coordinates, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15, 671-685, 2015.
- [7] Mandli, K.T., A.J. Ahmadi, M. Berger, D. Calhoun, D.L. George, Y. Hadjimichael, D.I. Ketcheson, G.I. Lemoine, and R.J. LeVeque, Clawpack: building an open source ecosystem for solving hyperbolic PDEs, *PeerJ Computer Science*, 2, e68, 2016.
- [8] George, D.L., Augmented Riemann solvers for the shallow water equations over variable topography with steady states and inundation, *Journal of Computational Physics*, 227, 3089-3113, 2008.