

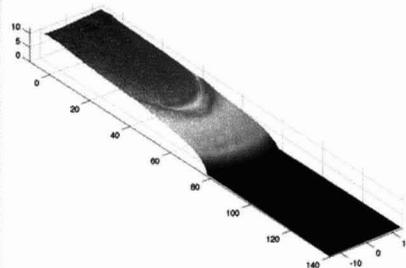
Avalanche en laboratoire

Les premiers modèles d'avalanche ont été développés dans les années 1920, puis 1950 et avaient une vocation bien simple : fournir un ordre de grandeur des vitesses et des extensions d'avalanches pour les ingénieurs. Plus tard, à partir des années 1960 et 70, des chercheurs comme Bruno Salm en Suisse et Margarita Eglit en URSS ont commencé à développer des modèles moins rudimentaires d'avalanche, fondés sur l'analogie entre une avalanche et une crue rapide dans une rivière. Tous les modèles utilisés actuellement sont des évolutions de ces premières modélisations.

Assez étrangement, très peu se sont interrogés sur la validité des équations du mouvement utilisées dans ces modèles. Comme la comparaison directe avec de vraies avalanches reste très délicate, nous avons attaqué ce problème en étudiant des avalanches de fluide en laboratoire. Le raisonnement était le suivant : comme les équations employées dans les modèles d'avalanches sont relativement générales, on peut les tester dans des contextes très variés. L'avantage du laboratoire est certain : en générant une avalanche expérimentalement, on a la maîtrise de l'ensemble des paramètres, tels que la qualité du matériau, les conditions initiales, la pente, etc., ce que le terrain ne permet pas de faire.

Nous avons donc réalisé un dispositif expérimental avec l'objectif de générer et étudier le mouvement d'une masse de fluide sur un plan incliné. Si le principe en était relativement simple, les difficultés de réalisation ont été nombreuses.

La principale difficulté rencontrée a concerné la mesure de la vitesse et de la forme du fluide en écoulement. Après avoir testé différents systèmes, nous avons conçu un dispositif de prise de vues capable de fournir des images tridimensionnelles d'un objet en mouvement. Pour cela, on commence



par projeter un motif géométrique sur l'objet. Le motif projeté est déformé et le degré de déformation renseigne directement sur l'épaisseur de fluide. Avec une caméra numérique à cadence rapide, on enregistre la déformation du motif, puis à l'aide d'un algorithme de traitement d'images, on déduit l'épaisseur de fluide responsable de cette déformation en une multitude de points, ce qui permet de reconstruire entièrement la surface du fluide en mouvement. La photographie 1 montre le plan incliné, sur lequel vient de s'écouler une masse de fluide viscoplastique (un produit très proche d'un gel pour cheveux) ; une série de bandes alternées bleues et blanches constitue le motif projeté. La photographie 2 montre à gauche ce que voit la caméra numérique et à droite la surface tridimensionnelle reconstituée par traitement d'images.

Après la phase de mise au point et de tests, qui a duré deux ans, nous avons obtenu les premiers résultats expérimentaux avec des fluides très visqueux (du caramel liquide !) et des fluides viscoplastiques, qui sont les idéalizations les plus simples que les scientifiques ont utilisées pour décrire le comportement mécanique des avalanches. Le dépouillement des données montre pour l'instant une assez bonne concordance entre modèles théoriques (pour ce type de fluide) et données expérimentales. Des fluides plus complexes (comme des matériaux granulaires secs ou saturés) vont être testés dans les mois à venir. ■

Christophe ANCEY
Steve COCHARD,
École Polytechnique Fédérale
de Lausanne