

Interactions entre écoulements à surface libre de fluides complexes et un obstacle

Application aux laves torrentielles et aux avalanches de neige dense

Travaux menés par l'Unité de recherche Erosion Torrentielle, Neige et Avalanches du Cemagref avec le soutien de la Fondation MAIF

Contexte

Les avalanches et les laves torrentielles sont deux phénomènes naturels de montagne à très fort pouvoir destructeur, comme en témoigne par exemple la catastrophe du 9 février 1999 à Mont-Roc (vallée de Chamonix), où 11 personnes ont trouvé la mort dans leur habitation détruite par une avalanche (photo ci-dessous). Les mesures de prévention de telles catastrophes sont de deux types :

- des mesures structurelles, consistant en la mise en place d'ouvrage de protection, qui pour une grande part d'entre eux sont destinés à dévier, canaliser ou assurer la rétention des écoulements ;
- des mesures non-structurelles, consistant en la mise en place de procédures d'alerte et de réglementation de l'occupation des sols, notamment dans le cadre des Plans de Prévention des Risques (PPR). Ces Plans permettent d'imposer des mesures d'interdiction de construire ou de construction sous condition (renforcement des bâtiments, par exemple).

Aussi bien le dimensionnement de structures de protection que l'évaluation des dommages potentiels aux infrastructures humaines, nécessaire à l'établissement d'un zonage des risques dans le cadre des PPR, requièrent une connaissance précise des pressions développées par l'impact des phénomènes sur la structure considérée. Or, le manque de connaissance scientifique sur les interactions entre écoulements avalancheux ou de laves torrentielles et un obstacle ne permettait pas, jusqu'à ce jour, une évaluation précise de ces pressions d'impact. L'acquisition d'une telle connaissance scientifique était donc nécessaire.



Photo : habitation détruite par l'avalanche du 9 février 1999 à Mont-Roc (cliché Cemagref)

Démarche et résultats scientifiques

Les interactions entre avalanches de neige ou laves torrentielles et un obstacle ont été étudiées de façon expérimentale en canal de laboratoire, en utilisant des fluides modèles tels que des billes de verre pour ce qui concerne les avalanches denses ou un fluide « boueux » transparent, le Carbopol[®], pour ce qui concerne les laves torrentielles. Outre des mesures fines des champs de vitesse de l'écoulement au voisinage de l'obstacle lors de la phase d'impact, des mesures de pression développées sur l'obstacle ont été effectuées à l'aide de capteurs de petite taille. Cette approche expérimentale a été complétée par des modélisations numériques. Les résultats obtenus ont mis en évidence l'existence de deux régimes d'impact selon la vitesse d'arrivée du phénomène sur l'obstacle :

- pour des vitesses d'impact élevées, l'évolution de la pression présente un pic peu de temps après le début de l'impact ; la valeur maximale de la pression développée dépend directement de la vitesse de l'écoulement ;
- pour des vitesses d'impact plus faibles, la pression évolue plus lentement dans le temps ; la valeur maximale de la pression ne dépend plus uniquement de la vitesse de l'écoulement mais est également influencée par les propriétés mécaniques du matériau (neige ou boue), de telle sorte que les pressions maximales développées peuvent, dans certains cas, être élevées, même pour une avalanche ou une lave torrentielle relativement lente.

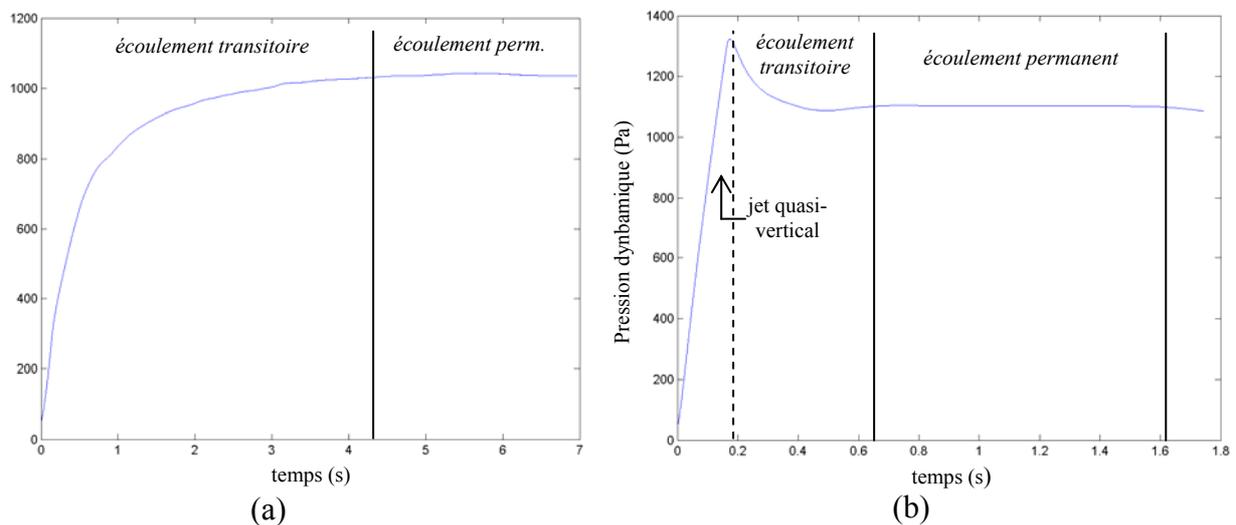


Figure: Evolution comparée de la pression dynamique exercée par l'impact d'une coulée boueuse sur un obstacle transversal, par un écoulement de vitesse modérée (a) ou plus élevée (b).

Transfert aux acteurs opérationnels de la prévention des risques naturels en montagne

Le fait notamment que des avalanches ou des laves torrentielles relativement lentes soient néanmoins en mesure de développer des pressions d'impact élevées est un résultat novateur aux conséquences pratiques importantes, tant en termes de dimensionnement d'ouvrages de protection qu'en termes de zonage des risques. Le Cemagref a par conséquent entrepris de faire connaître ces résultats au milieu de la recherche, par l'intermédiaire de publications scientifiques. Il a surtout entrepris de porter ces résultats à la connaissance des acteurs opérationnels de la prévention des risques naturels en montagne (notamment services de Restauration des Terrains en Montagne), par l'intermédiaire de publications ou ouvrages à caractère technique ou par l'intermédiaire d'actions de formation continue.