Physique

Comment la forêt freine les avalanches

Quand une coulée de neige traverse une forêt, son débit est fortement réduit. Des modélisations visant à identifier les paramètres déterminants ouvrent la voie à la conception de systèmes plus efficaces pour limiter les risques liés aux avalanches.

Sean Bailly

30 mai 2023 | POUR LA SCIENCE N° 548 | Temps de lecture : 3 mn

Les forêts agissent comme des obstacles pour les avalanches.

© AS-kom/Shutterstock

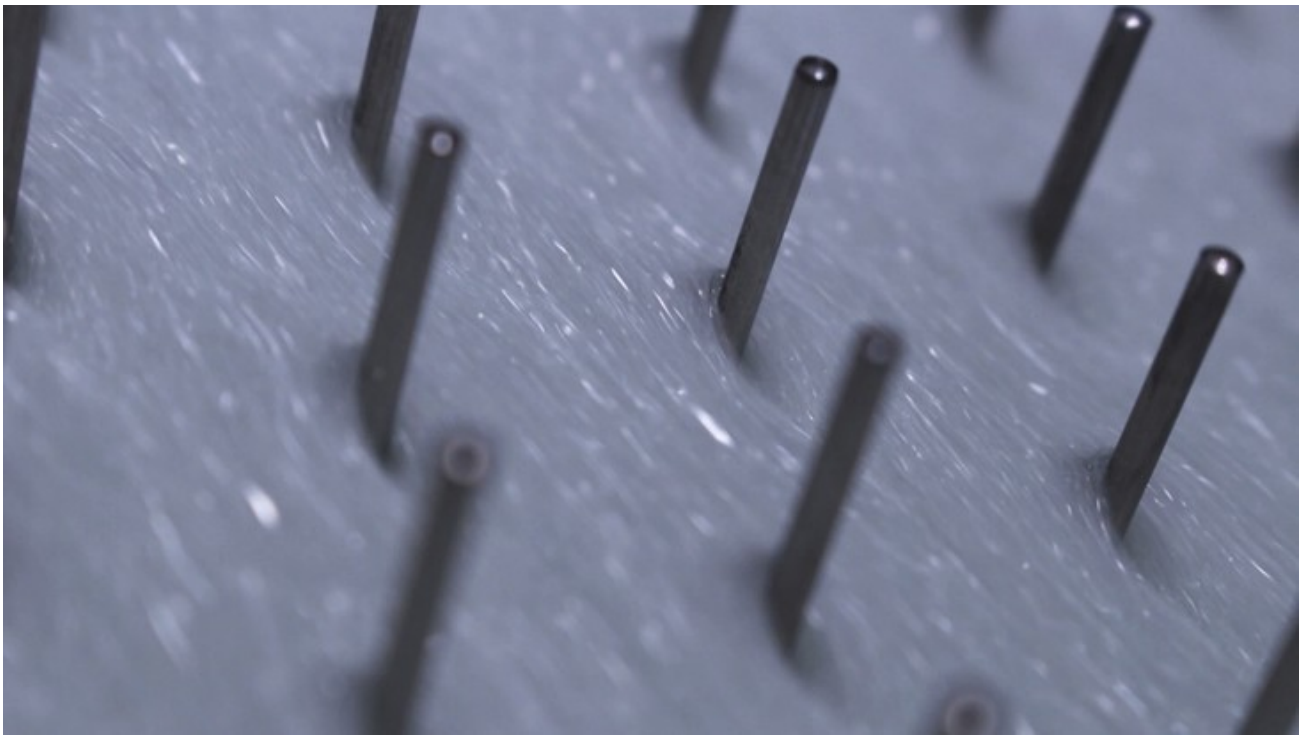
Le 18 mars 2023, une avalanche dans la commune de Champagny-en-Vanoise, en Savoie, a fait une victime. Deux autres personnes ont pu être secourues. De tels drames se produisent chaque année. Or, il est très difficile d'anticiper le déclenchement de ces événements. En plus de la sensibilisation menée auprès des skieurs et de la surveillance du risque d'avalanche, il est important de mieux caractériser les mécanismes en jeu dans ces coulées de neige, et plus largement dans les éboulements de pierres ou les glissements de terrain.

Ces questions relèvent du domaine des écoulements granulaires. De façon générale, l'angle de la pente est le facteur principal du risque de déclenchement d'une avalanche, même si d'autres éléments entrent en jeu, comme la qualité de la neige, la structure des couches, etc. Avec leurs collègues, Yann Bertho et Philippe Gondret, du laboratoire FAST, à Orsay, s'intéressent à l'influence des obstacles – par exemple des arbres – sur la progression d'une avalanche.

Les versants des montagnes ont en général des configurations assez complexes à modéliser. Si certains sont assimilables à des plans lisses, la plupart présentent des changements de pentes, des gorges qui canalisent les éboulements, ou sont parsemés d'obstacles comme des roches ou des forêts de conifères.

En 2012, Yann Bertho, Philippe Gondret et leurs collègues s'étaient intéressés aux conditions de stabilité d'une couche de grains secs (des petites billes de verre jouant le rôle des grains de neige) en fonction de l'angle d'inclinaison et en présence d'une « forêt », modélisée par des piliers cylindriques régulièrement espacés. Ils ont ainsi confirmé ce que suggérait l'intuition : les arbres stabilisent la couche de neige, c'est-à-dire qu'il faut un angle d'inclinaison plus grand pour que l'avalanche se déclenche. Les chercheurs ont précisé comment des paramètres comme la densité d'arbres augmentent la stabilité de la couche de grains.

Dans une nouvelle étude, Yann Bertho et Philippe Gondret, avec Baptiste Darbois Texier, lui aussi du laboratoire FAST, ont cette fois étudié le cas d'une avalanche déjà en cours qui traverse une forêt. Cette situation se manifeste souvent en pratique, l'avalanche se déclenchant sur un versant lisse et rencontrant des conifères en aval. Les chercheurs ont mesuré le débit de l'écoulement granulaire, et confirmé que les arbres diminuent bien ce dernier de façon importante. « Une partie de notre travail a été de développer un modèle qui prend en compte la résistance des piliers sur le mouvement de la couche de grains afin de prédire la diminution de débit observée dans les expériences », explique Baptiste Darbois Texier. Ils ont ainsi montré que le débit pouvait être réduit de deux tiers. Transposée dans des conditions réelles, une telle réduction du débit de l'avalanche serait obtenue avec des arbres espacés de trois mètres environ.

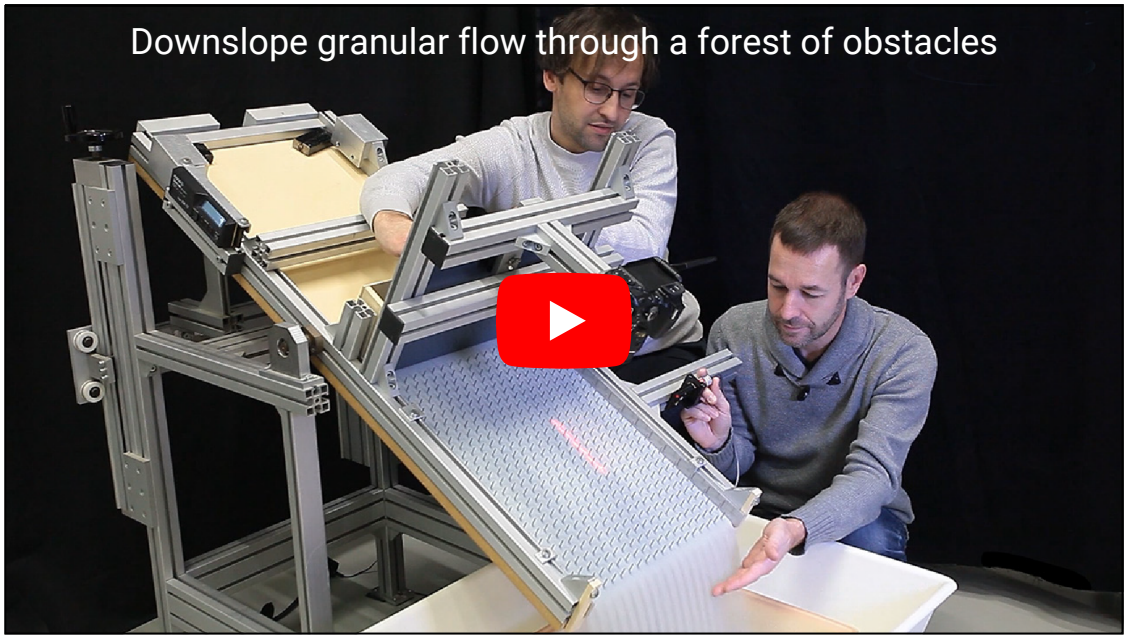


L'ensemble des piliers exerce une résistance sur l'écoulement des grains.

© B. Darbois Texier et al., Phys. Rev. Fluids 2023.

Cette modélisation n’est cependant qu’une première étape et des écarts avec les observations expérimentales ont été relevés. La modélisation ne prend pas en compte certains effets qui pourraient aussi contribuer à modifier l’écoulement. « Nous avons considéré l’action de chaque arbre de façon indépendante, avec un effet global sur l’écoulement correspondant à la somme des actions individuelles. Mais si les arbres sont suffisamment proches, ces perturbations individuelles pourraient interagir », précise Yann Bertho. Reste aussi à comprendre comment les caractéristiques de l’écoulement granulaire (comme la taille des grains) influent sur l’effet amortisseur des arbres. Enfin, pour reproduire des situations plus réalistes, comment cet amortissement est-il modifié si les arbres sont répartis de façon aléatoire ou bien si de l’eau est ajouté aux grains pour rendre le matériau davantage cohésif, comme le manteau neigeux réel ?

Les résultats de ces travaux fourniront des outils pour dimensionner correctement des dispositifs destinés à limiter les risques en cas d’avalanche, par exemple en amont des habitations.



Auteur

Sean Bailly

Sean Bailly est rédacteur et responsable des actualités à *Pour la Science*.

Suivre @SeanBailly

Références

B. Darbois Texier *et al.*, Downslope granular flow through a forest of obstacles, *Physical Review Fluids*, 2023.

J. Benito *et al.*, Stability of a granular layer on an inclined "fakir plane", *Europhysics Letters*, 2012.