

### Dangers en montagne

## Laves torrentielles

*Au cours des trente dernières années, les coulées de boue ont fait plus de vingt morts en Suisse, avec des dégâts se chiffrant à plus de 360 millions de francs. La compréhension de ce phénomène est, par conséquent, d'importance capitale pour la protection de la population et de la vie dans les Alpes.*

Le grondement s'amplifie, le sol commence à vibrer, et un mur fait d'un mélange de blocs de la taille d'une caravane, de graviers, de sable et d'eau se précipite vers la vallée dans un bruit de tonnerre. Une coulée boueuse – appelée aussi lave torrentielle lorsqu'il existe un chenal d'écoulement – est un événement alliant une crue, un glissement de terrain et un éboulement. Elle se déplace à une vitesse pouvant aller jusqu'à 60 km à l'heure, détruisant tout sur son passage, y compris les maisons. Elle recouvre les champs et les routes de plusieurs mètres de matériaux détritiques sur une surface totale équivalant à plusieurs terrains de football. Une lave torrentielle importante charrie des centaines de milliers de mètres cubes de débris, ce qui correspond au chargement d'un train de marchandises de 20 km de long. Le tout ne dure que quelques minutes, après quoi le débit du torrent se normalise.

### Un phénomène saisonnier

Chaque année, on compte en moyenne en Suisse une vingtaine de coulées dévastatrices. Si elles sont assez importantes, elles font les manchettes des journaux. Personne n'a oublié la catastrophe de Gondo (VS) en octobre 2000, ni la coulée de novembre 2002 qui détruisit un grand nombre de maisons à Schlans (GR) et obstrua d'importants axes de communication.

Les laves torrentielles, appelées aussi ovailles ou rougnes (les germanophones

utilisent les termes Murgang, Mure, Rūfen), font partie des dangers de la montagne et il semblerait que les premiers habitants des régions alpestres aient volontairement pris ce risque sur eux. Dans la vallée, le long des grands fleuves, il fallait s'attendre à des inondations fréquentes. Une manière de se protéger était de s'installer sur les cônes de déjection des torrents, où la menace était moindre vu leur position surélevée.

### Comment une coulée de boue se forme-t-elle?

Pour la formation d'une coulée de boue, il faut un terrain à forte déclivité et des matériaux instables, faiblement consolidés, comme on en trouve fréquemment sur les pentes à éboulis dans les Alpes. La plupart des coulées sont déclenchées par des précipitations abondantes et persistantes. C'est aussi la raison pour laquelle le phénomène n'est enregistré qu'en été. Les coulées provoquées par des chutes de séracs, des glissements de terrain dans un chenal préexistant ou par l'obstruc-

tion temporaire d'un cours d'eau par des arbres, des branches et des éboulis sont plus rares.

Un témoin décrit ainsi le déroulement chronologique d'une lave torrentielle: dans un chenal à l'origine peu alimenté en eau, on voit très nettement se détacher et dévaler un front charriant des pierres, des blocs de plusieurs



Photo: Brian W. McArdell

Le Stelli/GR, 2622 m, avec deux chenaux de laves torrentielles et la zone d'arrachement très raide située à l'ombre, tout en haut. Plus bas, on voit le lit du torrent, relativement court dans cet exemple, et un important cône de déjection en grande partie recouvert d'un tapis herbeux



Photo: Brian W. McArdell



Pratiquement aucun matériau à faible granulométrie, mais beaucoup d'arbres et de blocs caractérisaient la lave torrentielle du Chummerbach, près de Davos, survenue pendant l'été 1999

Vue sur le bassin versant fortement raviné de l'Illgraben. Les quantités importantes de matériaux instables et la forte déclivité favorisent la formation de laves torrentielles. On en enregistre plusieurs par année lors de fortes précipitations



tonnes, de l'eau et des sédiments plus fins. La coulée peut transporter aussi des arbres entiers lorsqu'elle a traversé des zones boisées. Par la suite, elle va progressivement se fluidifier et le calibre des débris diminuer en même temps que le débit se normalise. Les coulées suivantes cherchent souvent d'autres passages, formant de nouvelles langues de dépôts.

Un trait caractéristique sans être la règle des laves torrentielles sont les

«levées», digues parsemées de gros blocs s'élevant de part et d'autre d'un chenal en pente très raide. Ces dépôts latéraux d'éboulis rétrécissent le chenal pour l'arrière de la coulée. Il n'est pas rare qu'une lave torrentielle change complètement le visage d'un cours d'eau, vu les importants phénomènes d'érosion dans les zones à forte déclivité et les dépôts dans ses segments plus plats.

Le chenal d'essai de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), avec les dépôts d'une lave torrentielle. Les plus grosses pierres mesurent

environ 10 cm. Un rayon laser (en haut au centre) permet de mesurer la profondeur de la coulée et la topographie du chenal



Photo: D. Weber

L'installation de caméras vidéo et de projecteurs le long du cours d'eau qui traverse le village de Randa sert à récolter des données sur le phénomène de la lave torrentielle. A l'arrière-plan, le lit du torrent et le bassin versant du Grabenhorn, 3372 m



Photo: Brian W. McArdell

### Remonter à la cause

Depuis la fin des années quatre-vingt, les milieux de la science sont devenus plus attentifs à ce phénomène naturel. Il existe ainsi à l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) une équipe qui se consacre exclusivement à l'étude des laves torrentielles, en essayant par exemple de les reproduire dans des conditions de laboratoire. Comme il est impossible de travailler avec des blocs pesant plusieurs tonnes et qu'une part importante de sédiments fins modifie le

comportement d'une coulée, la simulation des processus s'avère difficile, ce qui rehausse l'importance des stations d'observation gérées par le WSL à Silenen/UR, à Randa/VS, dans l'Illgraben près de Susten/Loèche/VS et à Preonzo/TI. Dès qu'une lave torrentielle se prépare, elle stimule des sismographes qui mettent en marche toute une série d'appareils de mesure, comme des caméras vidéo pour filmer la coulée, ainsi que des instruments mesurant la profondeur et le volume des débris. Dans l'Illgraben, les

chercheurs du WSL ont installé un dispositif de pesage qui fournit des indications sur la composition de la coulée. C'est le premier appareil de ce type dans le monde. Après l'événement, des prélèvements, la cartographie des dépôts ainsi que le relevé des changements survenus le long du chenal livrent de précieuses informations complémentaires. Ces données permettent alors de réaliser des modélisations sur ordinateur et de localiser ainsi d'éventuelles zones d'arrache-

ment dans le lit du chenal qui servira de trajectoire à la coulée. Elles permettent en même temps de calculer l'extension des surfaces de dépôt sur le cône d'éboulis, ce qui est très important pour le dimensionnement correct des zones de protection. L'ordinateur peut également analyser l'influence des ouvrages de protection tels que dépotoirs à alluvions, barrages de correction et digues de déviation. Tous ces éléments peuvent être ensuite utilisés pour l'établissement de cartes des dangers et de plans de zones.



Photos: D. Naef

**Le bassin de réception, qui atteint une profondeur de 15 m dans la zone d'arrachement de la lave torrentielle survenue au-dessus de Fully, en octobre 2000. Les mesures ont montré que près de 250 000 m<sup>3</sup> de débris provenaient de cette zone**

**Les racines dans le flanc gauche du chenal d'écoulement montrent clairement la limite entre les levées de trois mètres de haut et les profondes tranchées creusées par l'érosion après la coulée survenue à Fully en octobre 2000, qui charriait plus de 300 000 m<sup>3</sup> de matériaux détritiques**



## Bilan

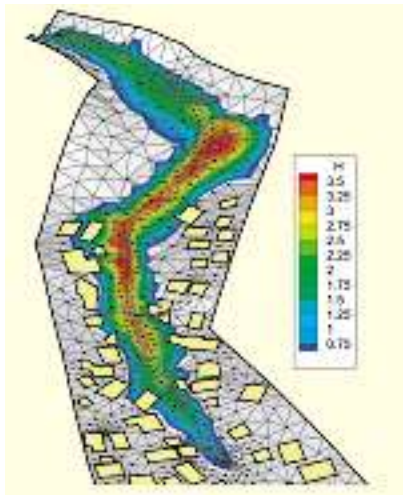
En dépit de tous ces travaux de recherche, les laves torrentielles restent des phénomènes imprévisibles. L'évolution des conditions météorologiques permet certes de reconnaître les situations à risque et de prendre les mesures nécessaires, de convoquer par exemple des cel-

lules de crise et d'alerter les pompiers. Mais prévenir à temps la population demeure difficile, étant donné que l'on ne dispose que de quelques minutes, voire de quelques secondes pour réagir. Les résultats que nous a fournis jusqu'ici la recherche permettent toutefois de désigner aujourd'hui déjà des zones à risque et de

prendre des mesures qui renforcent nettement la sécurité. Une meilleure connaissance des facteurs de déclenchement et des caractéristiques des laves torrentielles contribuera à rendre plus sûrs la vie et le séjour dans les régions de montagne. ▲

Daniel Näf, Brian W. McArdell  
Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL),  
Birmensdorf (trad.)

**Des simulations sur ordinateur – ici la coulée de Münster en 1987 – permettent de réunir les données qui pourront servir à protéger les zones habitées. En gris la grille de calcul, en jaune clair les bâtiments. Les couleurs renvoient à la profondeur du chenal d'écoulement**



**Environ 2 ha de vignes et 3 ha de forêts de châtaigniers furent détruits par la lave torrentielle d'octobre 2000 à Fully. Le volume des débris charriés totalisait plus de 300 000 m<sup>3</sup>. Les zones habitées ne furent heureusement pas touchées, la coulée s'arrêta en plein champ**



**On distingue nettement la limite de sédimentation au sein de cette coulée charriant des racines et des arbres. Les matériaux détritiques atteignaient par endroits 8 m d'épaisseur**

