

2.9. Les avalanches

Walter J. Ammann

Le cumul de nombreuses avalanches destructrices est une catastrophe lourde de conséquences. En Suisse, ce genre d'événement est provoqué en général par une succession rapide de situations de barrage du nord-ouest et du sud, qui entraînent de violentes précipitations et plus de 1 m de neige fraîche. Au 20^e siècle, on n'a observé ni augmentation ni diminution manifeste de la couverture de neige d'hiver, mesurée dans un certain nombre de stations alpines. Les dégâts d'avalanches n'ont pas évolué non plus à Davos. Il n'est pas possible de prévoir de façon fiable l'influence des changements climatiques sur l'activité des avalanches et sur les dommages causés.

Définition, portée et ampleur

Les avalanches constituent un danger naturel important pour le pays de montagnes qu'est la Suisse. De nombreuses avalanches s'y produisent chaque hiver. On désigne par avalanche le déplacement des masses de neige sur toute leur trajectoire de la zone de décrochement à la zone de dépôt. Chaque avalanche peut être classée selon des caractéristiques purement extérieures, morphologiques, relatives à la zone de décrochement, à la trajectoire et à la zone de dépôt. Les avalanches se distinguent en outre par leur ampleur.

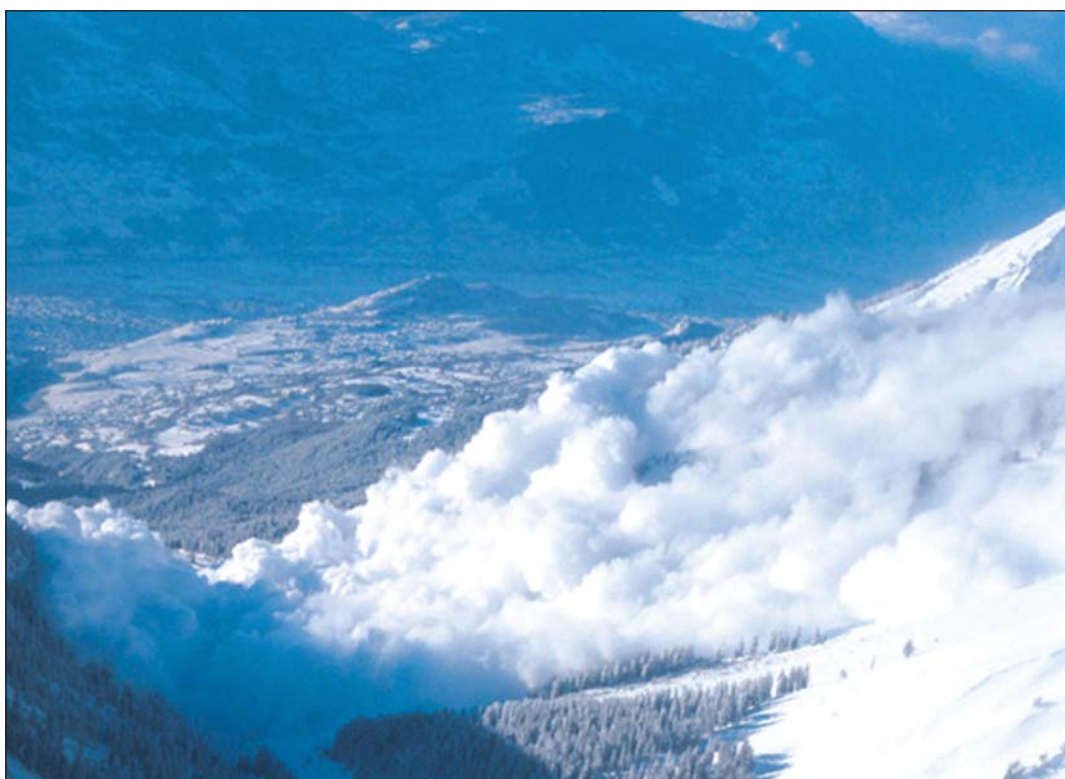
Des avalanches au cours desquelles relativement peu de neige coule le long d'une courte trajectoire se produisent chaque hiver et sont dites avalanches de plaque. Elles sont réparties régulièrement dans l'espace et le temps. En moyenne à long terme, 23 personnes en sont chaque année les victimes en Suisse (cf. chapitre 1.6.2.).

Des avalanches qui mettent en mouvement de grandes masses de neige sur de longues trajectoires – souvent de quelques kilomètres – sont dites grosses avalanches. Elles peuvent descendre jusque dans les vallées et être de véritables catastrophes naturelles. Elles se présentent sous forme d'avalanches coulantes, d'avalanches poudreuses, ou encore d'une combinaison des deux. On entend par avalanche coulante le glissement d'une masse de neige compacte, tandis que lors d'une avalanche poudreuse, la neige tourbillonne et est soulevée par l'air.

Des avalanches extrêmes se produisent relativement rarement dans une région donnée. Leur temps de retour se situe entre 10 et 30 ans et dépasse même le siècle pour les très grosses avalanches. Elles sont perçues comme catastrophes quand elles mettent en danger l'être humain, les agglomérations et les voies de communication. Dans le passé, elles ont fait à maintes reprises de nombreuses victimes et des dommages matériels – la dernière fois en février 1999: plus de 1200 avalanches ont tué 17 personnes et causé pour plus de 600 millions de francs de dommages.¹

Causes et conditions

Des situations catastrophiques, au cours desquelles de très nombreuses avalanches sévissent pendant une même période dans un large périmètre géographique, sont toujours causées par des situations météorologiques particulières. Dans les Alpes suisses, il s'agit en général d'une situation de barrage du nord-ouest ou du sud – ou d'une succession rapide de telles situations – qui conduit à de violentes chutes de neige d'une



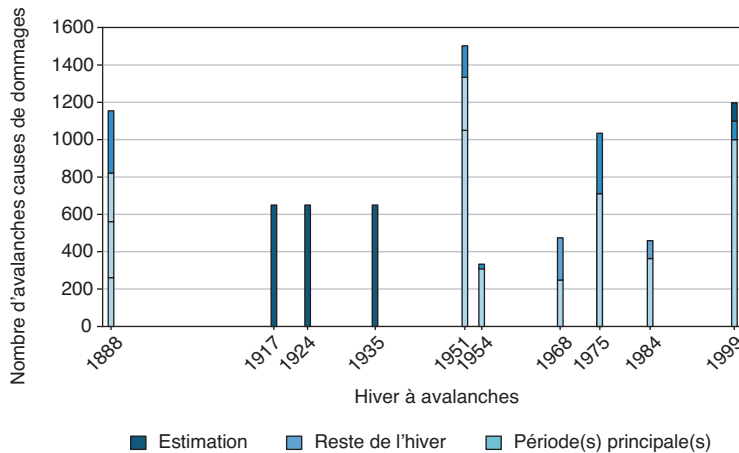


Figure 44: Les hivers à avalanches dans les Alpes suisses depuis 1887/88. Le nombre d'avalanches ayant causé des dommages sert de critère de comparaison. Sont considérés comme dommages aussi bien, par exemple, une étable endommagée qu'une route nationale coupée par une avalanche. Les subdivisions des colonnes correspondent aux principales périodes d'avalanches. Il y eut trois de ces périodes en 1888 (entre mi-février et fin mars), deux en 1951 (en janvier et février). Les données pour 1916/17, 1923/24 et 1934/35 sont des estimations.^{2,3}

durée de plusieurs jours et à des hauteurs de neige fraîche supérieures à 1 m. De telles situations peuvent survenir pendant tout l'hiver, de décembre à avril, mais ne conduisent pas forcément à des avalanches catastrophiques. En février 1999, d'abondantes chutes de neige ont déposé par endroit jusqu'à plus de 5 m de neige fraîche.¹ De tels épisodes de fortes précipitations sont souvent accompagnés de vents tempétueux. De grandes quantités de neige fraîche sont ainsi déportées, qui s'accumulent avant tout sur les pentes abruptes à proximité des crêtes. Dans de telles situations, la couche de neige, qui se décroche et produit une avalanche, peut avoir une épaisseur de plusieurs mètres, une largeur de plus de 1 km et un volume pouvant atteindre jusqu'à un million de mètres cubes.

La zone de décrochement des grosses avalanches se situe généralement bien au-dessus de la limite des forêts. Pendant l'hiver à avalanches 1999, elle se trouvait en moyenne à environ 2300 m d'altitude.¹ Les grosses avalanches s'élancent à grande vitesse vers la vallée: les avalanches coulantes atteignent plus de 100 km/h, les avalanches poudreuses près de 300 km/h. Leur force de destruction est énorme. Elles exercent une pression allant jusqu'à 1000 kN/m². Protéger des bâtiments contre de telles forces est illusoire. En dévalant les pentes, les masses de neige perdent de l'énergie par frottement. Le frottement étant faible pour les masses de neige

glissant sur le sol, les avalanches coulantes ne ralentissent qu'une fois parvenues sur un terrain de moins de 12° de pente. Aussi la portée et l'effet dévastateur d'une telle avalanche sont-ils considérables.

Par temps printanier ou lorsque la pluie pénètre dans la couverture de neige, le risque d'avalanches augmente. Ces avalanches de neige mouillée doivent surmonter toutefois un frottement plus important. Aussi leur portée est-elle sensiblement plus courte que celle des avalanches de neige sèche, même si les volumes de neige sont comparables.

Avalanches historiques et tendances

Hivers à avalanches dans le passé

Des catastrophes, en termes d'avalanches comparables à celle de l'hiver 1999, se sont produites pendant l'hiver 1950/51, où l'on a déploré 95 victimes⁴, et l'hiver 1887/88 (figure 44). On a connaissance aussi de catastrophes similaires qui ont lieu plus loin en arrière dans le passé un peu partout dans les Alpes.⁵

A partir de 1500, les événements marquants en matière d'avalanches sont de mieux en mieux documentés. Ils sont tous consignés depuis 1888. Jusque vers 1500, les témoignages à ce sujet sont lacunaires. Depuis 1945, toutes les avalanches ayant causé des dommages sont systématiquement enregistrées par l'ENA dans une banque de données. On dispose ainsi d'une vue d'ensemble détaillée de la distribution spatio-temporelle de ces avalanches dans les Alpes suisses. Combinée avec les données météorologiques, elle permet d'estimer, pour une situation du temps donnée, la probabilité que des avalanches fassent des dégâts. D'autre part, un projet du PNR31⁵ a constitué, pour Andermatt, Bever et Davos, des séries de données remontant aussi loin que possible dans le passé. Ces stations se trouvent à peu près à la même altitude (env. 1500 m) dans des régions climatiques différentes des Alpes suisses. L'épaisseur de la couverture de neige est mesurée quotidiennement à

Davos depuis 1896, à Bever depuis 1910 et à Andermatt depuis 1947.

Ces données ont permis d'étudier l'évolution de la couverture de neige au 20^e siècle. Pour Davos, on a calculé aussi un paramètre dépendant uniquement de données météorologiques, qui décrit l'activité potentielle en matière d'avalanches destructrices. Les principales conclusions sont (cf. aussi figure 45):

- (a) La hauteur de neige varie fortement d'année en année. On ne constate pas de tendance univoque, probablement du fait que la température moyenne en hiver est aujourd'hui encore nettement inférieure à 0°C. Du point de vue de la hauteur de neige, les dernières années n'eurent rien d'exceptionnel dans les stations étudiées. La hauteur moyenne de neige marque une légère tendance à la baisse au cours des années 1990. Des années pauvres en neige se sont déjà présentées en formation serrée dans les années 1920.
- (b) A Davos, les avalanches destructrices n'ont ni augmenté ni diminué (cf. figure 45).
- (c) Les sinistres se limitent à l'échelon régional. Au cours des 600 dernières années, les avalanches n'ont jamais frappé en même temps dans tout l'arc alpin suisse. On ne distingue pas de tendance à l'augmentation ni à la diminution des avalanches.

Mesures de protection et ampleur des dommages

Les premiers ouvrages anti-avalanches pour protéger les agglomérations ont été érigés déjà après l'hiver 1887/88. On a d'abord construit des murs en blocs de pierre pour le terrassement de pentes, et plus tard surtout des protections en acier pour stabiliser la neige dans les zones de décrochement. Ces mesures furent renforcées massivement après l'hiver catastrophique 1950/51. Jusqu'à maintenant, la Confédération a investi en gros 1.5 milliards de francs dans les ouvrages de protection anti-avalanche.

L'ampleur considérable des dommages causés par les avalanches pendant l'hiver 1999 ne remettent pas en question les mesures de protection prises au cours des décennies précédentes. Au contraire: le travail de prévention effectué depuis de nombreuses années en étroite collaboration par les communes, les cantons et la Confédération a fait ses preuves! La vulnérabilité des êtres humains et des biens matériels s'est accrue d'un multiple

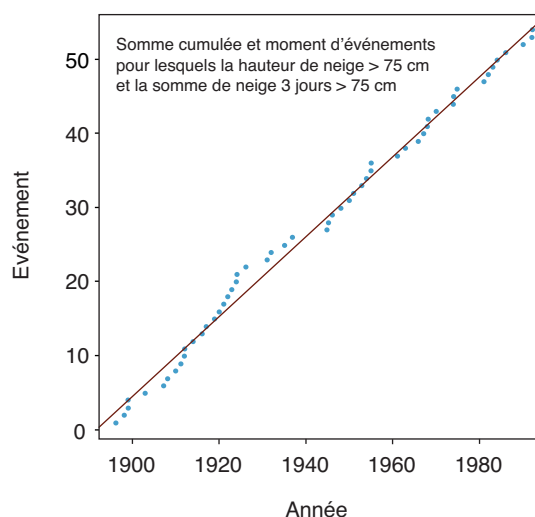


Figure 45: Somme et moment des événements pour lesquels la hauteur de neige et la somme de neige sur 3 jours étaient supérieures chacune à 75 cm. La ligne droite indique la tendance moyenne de 1896 à 1993 pour Davos. La pente est plus forte pour les séquences potentiellement actives que pour celles pauvres en avalanches.⁵

depuis 1950/51.¹ Or en 1999, on a déploré six fois moins de morts qu'en 1950/51. Les dommages matériels ont augmenté un peu plus que proportionnellement aux sommes d'assurance pour les bâtiments et les infrastructures. Des dispositions techniques, des mesures d'aménagement du territoire et d'organisation, mais aussi la protection à grande échelle assurée par les forêts de montagne ont permis de limiter les dommages.

Influence des changements climatiques

Des situations extrêmes en matière d'avalanches découlent de situations météorologiques exceptionnelles, qui produisent des jours durant des chutes de neige abondantes au-dessus de 1200 m environ.

On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent un réchauffement des températures moyennes ainsi qu'une augmentation en hiver des précipitations et de la fréquence de situations météorologiques extrêmes. Il n'existe encore que peu d'études à ce sujet et celles-ci examinent exclusivement l'influence de l'augmentation des températures sur la couverture de neige et les avalanches.⁶ L'influence d'autres changements et de leur combinaison sur la couverture de neige et les avalanches n'est pas encore étudiée. Si bien qu'on ne peut faire encore que des évaluations qualitatives⁷:

- (a) La limite des chutes de neige montera de quelques centaines de mètres en raison du réchauffement. Considéré isolément, ce dernier réduira l'épaisseur et la durée du manteau neigeux.⁶
- (b) D'autre part, des précipitations d'hiver plus abondantes forment des couches de neige plus épaisses au-dessus de la limite des forêts, c'est-à-dire dans des zones de décrochage potentiel. Si cette augmentation des précipitations n'est pas répartie sur tout l'hiver, mais a lieu principalement lors d'une situation météorologique exceptionnelle, le potentiel de situations extrêmes en matière d'avalanches s'accroîtra par rapport à aujourd'hui.
- (c) Aujourd'hui, des conditions météorologiques exceptionnelles conduisent une fois sur trois à une situation extrême en matière d'avalanches.¹ La probabilité de telles situations extrêmes augmentera donc si la situation météorologique sort plus souvent de l'ordinaire.
- (d) A plus basse altitude, des pluies plus fréquentes sur la couverture de neige peuvent conduire à davantage d'avalanches de neige mouillée. Mais ce genre de situations se présente aujourd'hui déjà au printemps, aussi le risque n'augmentera-t-il guère.
- (e) Le glissement de la couverture de neige sur le sol devrait s'accroître avec le réchauffement, ce qui pourrait accroître les dommages causés à la végétation et au sol par le glissement de la neige.

-
- 1 SLF, Der Lawinenwinter 1999 – Ereignisanalyse. Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, Davos, 588 S., 2000.
 - 2 Source: banque de données des avalanches de l'ENA.
 - 3 Calonder G. P., Ursachen, Wahrscheinlichkeit und Intensität von Lawinenkatastrophen in den Schweizer Alpen, Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zurich, 1986.
 - 4 SLF, Schnee und Lawinen in den Schweizeralpen im Winter 1950/51, Winterbericht des Eidg. Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Nr. 15, SLF Davos, 1952.
 - 5 Schneebeili M., M. Latenser, P. Föhn und W. Ammann, Wechselwirkungen zwischen Klima, Lawinen und technischen Massnahmen, Schlussbericht NFP31, vdf, Zurich, 132 S., 1998.
 - 6 Föhn P. M. B., Climatic change, snow-cover and avalanches, CATENA, Supplement 22, 11–21, 1992.
 - 7 Ammann W. J. and V. Stöckli, Economic consequences of climate change in Alpine regions: Impact and mitigation. In: Steiniger K. and H. Weck-Hannemann [eds.], Global environmental change in Alpine regions, impact, recognition, adaptation and mitigation, Edward Elgar Publishing, London, 2002.