

Planche 3.5 Accroissements extrêmes de la hauteur de neige

Introduction

L'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (ENA) dépend, pour des raisons d'organisation, de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (FNP). En plus des recherches dans les domaines qui lui sont dévolus, l'ENA assure officiellement le Service de prévision d'avalanches et diffuse en Suisse des informations relatives au danger d'avalanche. C'est dans ce but que l'institut entretient un réseau d'observation avec stations de comparaison et emplacements de mesure (v. planche 3.1). Les variables les plus importantes, décrivant l'état du temps et de la neige, sont mesurées quotidiennement à ces stations et retransmises à la centrale du Weissfluhjoch sur Davos. Les stations les plus anciennes fonctionnent depuis déjà plus de 50 ans. Au cours des années, le réseau s'est considérablement agrandi. Actuellement, des mesures sont effectuées à environ 100 stations dans la zone alpine, ce qui représente une densité d'une station pour 250 km². Les stations dont la série de mesure dépasse 15 ans sont au nombre de 93 et leurs données ont servi de point de départ aux analyses présentées ici. En revanche, les séries de mesures provenant d'autres réseaux, comme par exemple celui de l'Institut suisse de météorologie, n'ont pas été prises en considération.

L'appréciation du danger d'avalanche repose pour l'essentiel sur l'analyse de quatre caractéristiques: quantité de neige fraîche, vent, température et constitution de la couche de neige. Cette dernière caractéristique, pour des raisons qu'il est facile d'imaginer, ne peut être relevée quotidiennement, mais seulement deux fois par mois, dans les terrains d'essais représentatifs des stations, en suivant des «profils de neige». Pour pouvoir préparer les Bulletins d'avalanche [4] qui constituent une aide essentielle à la préparation de prévisions d'avalanches opérationnelles à court terme, les données doivent être disponibles dans un délai très court. Mais elles sont également traitées et stockées dans une banque de données, dont des extraits sont publiés chaque année dans le Bulletin hivernal [3]. A l'aide de modèles de prévision statistiques, on peut pour chaque situation se présentant, tirer des conclusions quant au danger d'avalanche, en se basant sur des situations antérieures. Des analyses, comme celles de la présente planche de l'Atlas, servent avant tout à la protection à long terme contre les avalanches mais peuvent aussi être utiles dans le cadre d'études climatologiques de l'espace alpin. Des directives ont été préparées pour permettre le dimensionnement d'ouvrages de prévention contre le déclenchement d'avalanches [2]. L'ingénieur ayant un projet à réaliser consultera la norme SIA 160 [5] pour les charges nivales extrêmes à prendre en compte (v. planche 3.2).

Episode de chutes de neige, hauteur de la neige fraîche, hauteur totale de la neige

Un épisode neigeux de plusieurs jours est défini par le fait que, tous les matins, de la neige fraîche recouvre la planche d'observation. Aussitôt que se présente un jour sans neige fraîche ou avec moins de 0.5 cm de neige fraîche, l'épisode neigeux est considéré comme terminé.

La longueur d'un épisode neigeux donne une indication quant à la durée des précipitations, bien qu'à l'occasion il puisse y avoir entre-temps des intervalles pendant lesquels il ne tombe pas de neige. La hauteur cumulée de neige fraîche au cours d'un épisode neigeux indique l'intensité des précipitations. D'autre part, la valeur de l'accroissement de la couche de neige donne une indication importante quant au tassement de la couche et par là sur les conditions de température pendant la chute de neige. Rappelons que l'accroissement de la couche de neige est défini comme la différence entre la hauteur totale de la couche de neige le jour précédant immédiatement le début de l'épisode neigeux et la hauteur totale la plus grande mesurée pendant l'épisode. La neige fraîche ne s'accumule en effet pas simplement sur la couche précédente mais, sous l'effet de son poids, elle provoque un tassement parfois important de la vieille neige, ce qui peut avoir un effet décisif sur les avalanches. Lors de longs épisodes neigeux, un état d'équilibre s'établit souvent au bout d'environ trois à cinq jours, en ce sens que l'épaisseur totale n'augmente alors presque plus. Pour la représentation des événements extrêmes, on se limite donc aux plus grandes sommes annuelles de neige fraîche pour 3 jours (HN₃) ainsi qu'aux plus grandes valeurs annuelles de

l'accroissement de la couche de neige en trois jours (HS_3). Les valeurs d'une période de récurrence de 100 ans ont été cartographiées, en utilisant la distribution de Gumbel lors de l'extrapolation temporelle.

Analyses régionales

L'interpolation spatiale des deux paramètres HN_3 et HS_3 a été effectuée à partir des stations représentées sur la carte, en utilisant un procédé courant en météorologie [1]. Les valeurs manquantes ont été interpolées en utilisant des stations voisines, ce qui n'a d'ailleurs concerné que 3 % de toutes les valeurs. Avant l'interpolation, les valeurs mesurées dans le domaine traité par l'ENA ont été ramenées à une altitude uniforme de 2000 m, à l'aide de régressions linéaires. Les facteurs de réduction spécifiques des diverses régions, qui ont été cartographiés, permettent le calcul des deux paramètres pour n'importe quelle altitude entre 1000 m et 2500 m. Le tableau donne les valeurs rapportées à l'altitude des stations ainsi que les valeurs réduites à l'altitude de 2000 m. En raison de la procédure de simplification des tracés adoptée lors de l'interpolation des données, quelques valeurs du tableau se situent exceptionnellement un peu en-dehors du domaine cartographié.

Sur la carte représentant les hauteurs de neige centennales de neige fraîche cumulées sur trois jours, la région du Simplon et le Tessin occidental se distinguent nettement des autres régions, avec des hauteurs de plus de 280 cm. On rencontre d'autre part des valeurs plus petites (< 160 cm) dans la région du Grand-Saint-Bernard ainsi qu'en Haute-Engadine.

La carte des accroissements centennaux de la couche de neige en trois jours fournit des données intéressantes quant à la distribution des épaisseurs qui représentent un seuil pour le déclenchement d'avalanches et sont des données utiles pour calculer leurs conditions d'écoulement. D'autre part, la période de récurrence de 100 ans est usuelle dans la plupart des planifications. On a choisi une altitude de 2000 m car les zones importantes de déclenchement des avalanches se situent à ce niveau. Mais pour la description complète d'une trajectoire d'avalanche isolée, il faut aussi tenir compte des conditions locales d'exposition aux vents, de l'orientation des pentes et de la nature du sol. Il convient d'observer que même dans les régions où les valeurs d'accroissement sont relativement faibles, des avalanches importantes peuvent se produire. La constitution de la couverture neigeuse, de même que la distribution des tensions et la résistance des diverses couches jouent bien sûr un rôle décisif.

Episodes exceptionnels de chutes de neige

Pour les épisodes neigeux au cours desquels le cumul de la neige fraîche dépasse 50 cm, un diagramme a été établi avec les données de sept stations choisies pour faire ressortir l'influence climatique des Alpes. C'est ainsi que le versant nord des Alpes, représenté par les stations de Grindelwald, Trüebsee et Braunwald, montre des conditions nettement différentes de celles du domaine de la zone intra-alpine (Zermatt, Zuoz). L'analyse montre que la station de Trüebsee compte en moyenne, par hiver, six épisodes neigeux de plus de 50 cm de neige fraîche, alors que la station de Zuoz n'en enregistre en moyenne qu'un seul.

En ce qui concerne la fréquence annuelle de ces chutes de neige exceptionnelles, on ne décèle aucune tendance pendant la période couvrant ces 50 dernières années. Par contre, tout récemment, elles se sont produites plus fréquemment à l'approche du printemps, ceci particulièrement au Valais et dans la partie septentrionale des Grisons.

Statistique des valeurs extrêmes

Pour l'extrapolation obtenue à partir de séries de mesure de plus de 15 années d'observation, la loi des valeurs extrêmes de type I (loi de Gumbel) convient relativement bien. Le degré de confiance pouvant être accordé aux extrapolations augmente naturellement avec longueur de la série d'observations. Comme des analyses détaillées l'ont montré [6], il n'est pas nécessaire que toutes

les séries de mesures couvrent le même espace de temps. On trouvera des indications méthodologiques relatives à la statistique des valeurs extrêmes dans la planche 2.4. Pour éviter une représentation graphique confuse, on a renoncé à représenter toutes les valeurs mesurées, avec la courbe des fréquences. Pour la représentation dans le cadre de l'Atlas, on a dû opérer un choix. Mais les diagrammes complets, pour les 93 stations analysées, peuvent être obtenus auprès de l'ENA.

Bibliographie

- [1] **Blackadar A. (1990):** Computer Weather Maps: Contouring Observed Data. In: Weatherwise Vol. 43, No. 3:154–158, Washington.
- [2] **BUWAL – Eidg. Forstdirektion, WSL – Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1990):** Richtlinien für den Lawinenverbau im Anrissgebiet. Vertrieb: EDMZ, Bern.
- [3] **Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1936/37–1993/94):** Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. Winterberichte Nr. 1 bis 57, Davos.
- [4] **Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (1994):** Interpretationshilfe zum Lawinenbulletin. Mitteilung Nr. 50, Weissfluhjoch/Davos.
- [5] **SIA (1989):** SIA Norm 160 – Einwirkungen auf Tragwerke. Zürich.
- [6] **Witmer, U. (1986):** Erfassung, Bearbeitung und Kartierung von Schneedaten in der Schweiz. Geographica Bernensia, G25, Bern.