

# L'analyse fréquentielle en dynamique des avalanches

L'analyse fréquentielle en dynamique des avalanches

La notion de période de retour – et en filigrane l'analyse fréquentielle – est assez récente en France. Quand j'ai commencé à m'intéresser au sujet en 1992, la notion de période de retour n'existait pas sur le plan opérationnel en France (aucun rapport d'expertise ou document technique n'y faisait référence) et il n'y avait à ma connaissance aucun travail académique très poussé sur le sujet dans le monde.

## Evolution des idées chez les scientifiques

L'analyse de la bibliographie des revues scientifiques jusqu'en 2000 montre que cette notion n'est guère employée :

En 1984, Peter Schaerer montre que la masse d'une avalanche suit une loi de probabilité qui n'est pas de type Gumbel, mais des considérations sur les caractéristiques nivométriques permettent de déterminer l'avalanche centennale ;

En 1985, un universitaire allemand Bernhard Zenke publie un article selon lequel la distance d'arrêt dépend de quelques critères géométriques simples décrivant la topographie, reprenant ainsi des idées décrites depuis assez longtemps pour les grands écroulements rocheux, et qu'il est possible de décrire simplement des phénomènes extrêmes par simple corrélation avec des paramètres topographiques. La notion de période de retour y est introduite mais de façon floue ;

En 1987, Dave McClung et Karsten Lied introduisent une probabilité empirique des distances d'arrêt. Ils définissent une période de retour à partir de distribution empirique de distances observées qu'ils

relient à des paramètres topographiques globaux. Bien plus tard, en 1999, McClung affinera la notion de période de retour.

## **Evolution des idées chez les ingénieurs**

Les ingénieurs américains semblent être les premiers s'être interrogés sur la notion de période de retour. Dans un rapport interne, Ted LaChapelle parle de fréquence d'occurrence (*encounter probability*) qu'il introduit comme la probabilité qu' « une avalanche cause des dommages à une installation pendant la durée de vie estimée de celle-ci ». Comme on le voit, cette définition est conceptuelle et n'est pas reliée à une intensité ; elle a été, cependant, souvent reprise dans les articles scientifiques américains ultérieurs et à ce titre, on peut estimer qu'elle a servi de tremplin à la réflexion.

En parallèle, sans que je sache dater quand exactement, les ingénieurs suisses ont commencé à intégrer dans un cadre de calcul unique des considérations sur les statistiques d'enneigement, la dynamique d'une avalanche (modèle Voellmy-Salm), les effets d'une avalanche sur un obstacle, et la définition du zonage avalanche. En 1975, le directeur du SLF, Maurice de Quervain, fait une présentation des concepts où tous ces éléments sont introduits et justifiés. En 1975, Paul Föhn indique que la distribution temporelle des avalanches obéit à une loi de Poisson, mais il ne la relie pas à l'intensité du phénomène. En 1979, il introduit l'idée que la loi de Gumbel peut servir à décrire la distribution de la magnitude d'une avalanche .

Signalons que les colloques internationaux permettaient des échanges entre chercheurs et praticiens et que Paul Föhn présentait ses travaux à Grenoble en 1982 (on peut considérer qu'à l'époque les Français n'ont pas manifesté de grand intérêt à la chose). Cette approche voit son aboutissement opérationnel avec le travail d'André Burkard, qui fournit des

règles pour obtenir l'accroissement de l'épaisseur du manteau neigeux en fonction de la période de retour. Ce document est disponible depuis 1994 en France.

## La réflexion menée avec Toraval et le Cemagref

Quand, à l'été 1997, je créai Toraval avec Claude Charlier, j'eus ce problème épineux de la définition de la fréquence d'une avalanche. Je livre ici les notes qui ont progressivement servi aux réflexions sur le sujet à cette époque.

## Articles

C. Ancey, M. Meunier, et D. Richard, Inverse problem in avalanche dynamics models, *Water Resources Research*, 39, 1099, doi:10.1029/2002WR001749, 2003

C. Ancey, L'avalanche, l'expert, le modèle, *Neige et Avalanches* 99 (2002) 29–30.

C. Ancey, L'analyse fréquentielle en nivologie: quel enjeu ? *Neige et Avalanches* 94 (2001) 12–16

C. Ancey, F. Rapin, E. Martin, C. Coleou, M. Naaim et G. Brunot, L'avalanche de Péclerey du 9 février 1999, *Neige et Avalanches* 92 (2000) 12–17.

## Notes diverses

C. Ancey, M. Meunier, et D. Richard, Determination of the relationship between intensity and frequency of an avalanche, note interne Cemagref/ETNA, septembre 2001.

C. Ancey, Méthodes d'estimation du risque d'avalanche, note interne Toraval, août 2001.

C. Ancey, L'analyse fréquentielle en nivologie: quel enjeu ?, (projet pour l'article dans *Neige et Avalanches* 94 (2001) 12–16)

C. Ancey, M. Meunier, et C. Charlier, Utilisation

d'outils statistiques dans la détermination des scénarios de l'avalanche de référence et l'aide à la décision, actes du séminaire. 8ème Table Ronde *Avalanche Control in Europe*, pp. 47–58, coord. par Bolognesi et E. Bassetti, Breuil (1999).

C. Ancey, Vers une estimation pratique de la période de retour des écoulements gravitaires rapides, note interne Cemagref/ETNA, août 1999.

## Traductions

Burkard, A., and B. Salm, *Die Bestimmung der mittleren Anrissmächtigkeit d° zur Berechnung von Fliesslawinen*, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, 1992, (Estimation de l'épaisseur moyenne de déclenchement pour le calcul des avalanches coulantes) traduction par C. Ancey, 1994.

Salm, B., A. Burkard, and H. Gubler, *Berechnung von Fliesslawinen, eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen*, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Davos), 1990, (Calcul des avalanches coulantes, une méthode pour le praticien avec des exemples) traduction par C. Ancey, 1992.

## Références à d'autres sources

McClung, D.M., and K. Lied, Statistical and geometrical definition of snow avalanche runout, *Cold Regions Science and Technology*, 13, 107-119, 1987.

McClung, D.M., The encounter probability for mountain slope hazards, *Canadian Geotechnical Journal*, 36, 1195-1196, 1999.

LaChapelle, E.R., Encounter probabilities for avalanche damage, U.S: Department of Agriculture Forest Service, Alta Avalanche Study Center, 1966.

de Quervain, M., Lawinendynamik als Grundlage für die Ausscheidung von Lawinenzonen, in *Interpraevent conference*, pp. 247-267, Innsbruck, 1975.

Foehn, P.M.B., *Statistische Aspekte bei*

Lawineneignissen, in International Symposium Interpraevent, pp. 293-304, Innsbruck, 1975.

Foehn, P., Avalanche frequency and risk estimation in forest sites, in Mountain Forest and Avalanches, edited by I.U.o.F.R. Organizations, pp. 241-254, Davos, 1978.

Föhn, P., and R. Meister, Determination of avalanche magnitude and frequency by direct observations and/or with the aid of indirect snowcover data, in IUFRO/FAO Colloquium on research on small torrential watersheds (incl. avalanches), Mitteilung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, Grenoble, 1982.

Von Zenke, B., Der Einfluss abnehmender Bestandesvitalität auf Reichweite und Häufigkeit von Lawinen, Forest Research, 104, 137-145, 1985.

## **Liens utiles**

Canton du Valais : Tout savoir sur la lutte contre les avalanches en Valais

McClung, D.M., C. Stethem, J.B. Jamieson, and P. Schaerer,

Guidelines for Snow Avalanche Risk Determination and Mapping in Canada, Canadian Avalanche Association, Revelstoke, BC, 2002.

Mears, A.I., Snow-avalanche hazard analysis for land-use planning and Engineering, Colorado Geological Survey, Denver, 1992.

OFEV : Apprivoiser le risque d'avalanches – Les enseignements de l'hiver 1999