

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 131 (2005)  
**Heft:** 23: Avalanches

**Artikel:** Petite histoire du génie paravalanche  
**Autor:** Ancey, Christophe  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99431>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.12.2025

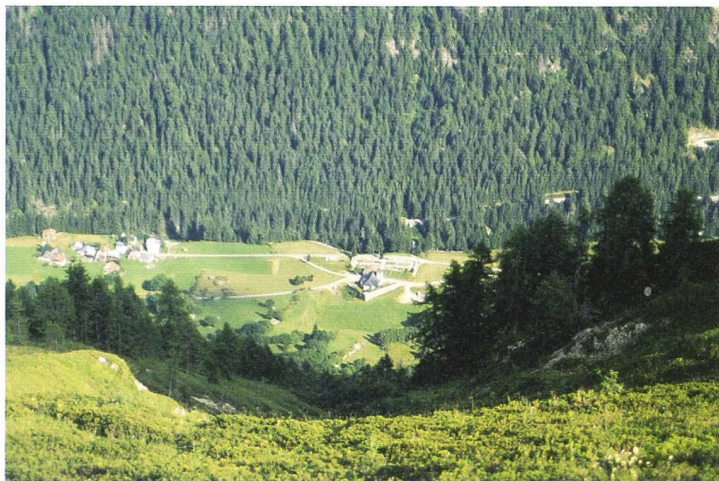
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Petite histoire du génie paravalanche

RISQUES NATURELS

**Les premières actions de défense organisée contre les avalanches en France et en Suisse remontent au XVIII<sup>e</sup> siècle déjà ! Le développement du génie paravalanche n'a par la suite pas été linéaire : avant d'entrer dans l'ère moderne, il y a eu le savoir empirique des populations montagnardes, les premières recherches menées par les services forestiers à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les études des géographes au début du XX<sup>e</sup>, et enfin les développements des ingénieurs civils.**

Au cours des derniers siècles, de nombreux villages ont été touchés par des avalanches. Si dans quelques cas, la seule parade consistait à abandonner le village pour un autre endroit, le plus souvent, on déplaçait les bâtiments les plus exposés. Dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, des actions de défense active furent également menées, comme à Vallorcine, où une étrauve est construite en 1722 pour protéger l'église et le presbytère (fig. 1 et 2). Parfois, les techniques de protection ne sont pas mises en œuvre par les habitants eux-mêmes, mais par les autorités. La mise en ban des forêts dans le royaume de Piémont-Sardaigne est un exemple d'une première législation ayant pour vocation la lutte contre les avalanches.



Barèges, dans les Hautes-Pyrénées, sera le premier site en France à bénéficier d'une défense active contre les avalanches (1860). Reflétant de façon fidèle l'état d'esprit qui prévalait en Europe jusqu'aux lendemains de la seconde guerre mondiale, l'ingénieur Lomet concluait au terme d'un voyage à Barèges en 1794 que c'était le déboisement qui était à l'origine des avalanches catastrophiques : la solution passait donc forcément par une reforestation des pentes.

## L'ère des forestiers

En France, c'est en 1860, sous le Second Empire et à la suite de nombreuses calamités naturelles, qu'une loi donne naissance aux services de Restauration des Terrains en Montagne (RTM). Ces services dépendaient de l'administration des Eaux et Forêts et leur mission principale se focalise d'abord sur le reboisement des zones sensibles, la correction des torrents et la lutte contre l'érosion des versants. Progressivement, les services RTM prendront en charge les travaux de protection contre les avalanches, essentiellement par un reboisement des versants exposés. De son côté, la Suisse se dote, en 1874, d'un service fédéral forestier calqué sur le modèle du Canton des Grisons et vote en 1876 la première loi fédérale sur la police des forêts.

Les forestiers n'ont pas limité leur activité au seul domaine des forêts, mais ils ont aussi fourni une contribution majeure dans l'observation et la compréhension des phénomènes liés aux avalanches. En Suisse, entre 1878 et 1909, l'inspecteur général Johann Coaz accumule les statistiques sur les avalanches grâce à la mise en place d'une procédure de suivi de tous les couloirs menaçant des villages dans différents cantons. A ce titre, Coaz peut être considéré comme le véritable père fondateur de la nivologie. Il écrit en 1881 le premier ouvrage scientifique consacré aux avalanches [1]<sup>1</sup>.

En France, c'est à Paul Mougou que l'on doit la création d'un réseau d'observation des avalanches au début du XX<sup>e</sup> siècle. Alors jeune ingénieur des Eaux et Forêts au service RTM de Savoie, Mougou fait en 1899 un voyage en Suisse au

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article



cours duquel il rencontre Coaz. Dès son retour en France, il crée des postes d'observations nivo-météorologiques et organise le suivi des couloirs d'avalanches pouvant représenter une menace. D'abord limitée à la Savoie, cette expérience sera progressivement étendue à tout le territoire national.

Autre fait marquant des activités de Mougin : une monographie, parue en 1922 [2], qui contient le premier modèle connu pour la dynamique des avalanches. Basé sur l'analogie avec un bloc glissant, ce modèle sera par exemple utilisé par l'ingénieur suisse Lagotala pour dimensionner les pylônes des premières remontées mécaniques à Chamonix (entre 1924 et 1927), ceci avant que le modèle ne tombe dans l'oubli.

### La faillite d'un système : la naissance du génie paravalanche moderne

Après la seconde guerre mondiale, l'influence des forestiers va décroissant, une des principales raisons tenant sans doute à l'arrivée de nouvelles communautés s'intéressant aux avalanches. En effet, dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, alpinistes, skieurs, géographes et ingénieurs civils commencent à publier des monographies sur le sujet. Ainsi, en France, les géographes Allix, Bénévent et Blanchard étudient dans le détail l'enneigement dans les Alpes, les causes des avalanches, les effets des avalanches catastrophiques, etc.

Plus tard, un événement capital a lieu quand, sous l'impulsion du géotechnicien Robert Hæffeli, la Confédération suisse crée en 1936 le premier laboratoire de la neige, le « Schnee- und Lawinen Forschung » (SLF) à Davos au Weissfluhjoch. Ce laboratoire jouera immédiatement un rôle fondamental par l'élaboration des concepts de protection contre les avalanches, concepts qui seront massivement repris par les autres pays occidentaux. Cet événement incarne la première reconnaissance durable par les politiques d'une nécessité de recherches dans le domaine de la neige et des avalanches.

Une autre raison du déclin forestier est probablement à chercher dans les terribles hivers de l'après-guerre. En 1951, la Suisse connaît une terrible crue avalancheuse qui entraîne la mort de 98 personnes. Cette catastrophe soulignait les lacunes existant en matière d'aménagement du territoire - plan d'occupation des sols, urbanisation anarchique - ainsi que l'insuffisance des mesures de protection mises en place. Afin d'éviter pareils drames, la Confédération s'engage alors dans plusieurs voies :

- la reprise du suivi de l'activité avalancheuse sur certains couloirs sensibles (dès 1955) ;
- le développement de méthodes de calcul (les travaux de l'ingénieur civil Vøellmy datent de 1955) ;

- une réflexion sur le zonage d'avalanche et les contraintes urbanistiques.

Finalement, le développement du tourisme hivernal, après la seconde guerre mondiale, favorise l'extension des travaux de protection. Entre 1960 et 1967, des groupes de travail proposent les premières ébauches des principes de zonage. Les avalanches catastrophiques de janvier 1968 rendront encore plus urgente la nécessité de disposer de plan de zonage pour les communes exposées.

C'est ainsi qu'à partir de 1945 la Suisse devient *leader* dans le domaine de l'ingénierie paravalanche et que plusieurs scientifiques suisses - comme André Roch, Bruno Salm ou Maurice de Quervain - jouiront d'une réputation mondiale.

### L'ère des numériciens

L'étude des avalanches dans les pays occidentaux connaît une profonde mutation avec la création, dans les années 1960, d'organismes spécialisés au sein desquels les ingénieurs civils remplacent progressivement les forestiers. On entre alors dans la période moderne de la lutte contre les avalanches. Une autre mutation s'amorce dans les années 1970 avec le développement croissant des modèles numériques. Cette mutation est rendue possible, d'une part, par l'accroissement considérable de la puissance des ordinateurs et, d'autre part, par le développement d'équations décrivant le mouvement des avalanches. C'est sur ce dernier point que l'URSS a joué un rôle majeur et totalement méconnu, en grande partie à cause du plagiat des recherches soviétiques par des scientifiques occidentaux. Il faut aujourd'hui rendre hommage à des chercheurs comme Grigorian, Eglit, ou Kulikovsky en faisant remarquer que la plupart des modèles utilisés actuellement pour les avalanches sont entièrement enracinés sur leurs travaux (voir encadré, p. 8).





Fig. 3 : Route reliant le village de Bessans à Lanslevillard à la fin février 1970. Des fortes chutes de neige ont entraîné une activité avalancheuse de très grande ampleur dans les Alpes du Nord françaises et l'ouest de la Suisse y faisant de nombreuses victimes. (Photo Lucien Anchiérri, service RTM de la Savoie)



### Et demain ?

Peut-on tracer des tendances de ce que sera le génie paravalanche de demain ? On a vu que, comme pour d'autres sciences, les mutations résultent le plus souvent soit d'un constat d'échec, soit de l'apparition de nouvelles technologies. Peut-on craindre un échec ? Récemment, l'expert international Bruno Salm déclarait que « l'augmentation de la complexité des modèles n'implique pas nécessairement une meilleure précision ou stratégie de protection », reflétant ainsi les doutes croissants des praticiens et des scientifiques vis-à-vis du tout numérique. On peut effectivement préfigurer une réhabilitation du savoir naturaliste incarné par le forestier, mais il n'en demeure pas moins que l'outil numérique reste indispensable à l'ingénierie actuelle. Peut-on espérer des avancées technologiques ? Difficile à prédire ! Mais en tout état de cause, l'histoire du génie paravalanche est loin d'être close.

Christophe Ancey, prof., dr. méc. (ECP), ing. méc. (INPG)  
Laboratoire d'hydraulique environnementale  
EPFL-ENAC-ICARE-LHE, Bâtiment GC, Station 18, CH - 1015 Lausanne

On peut mettre au crédit des Occidentaux d'avoir su miser très rapidement - dès les années 1970 - sur le numérique. Aujourd'hui, tous les instituts possèdent leur code numérique et ce n'est pas un hasard si la plupart des équipes de recherche sont dirigées par des numériciens. L'ère du numérique a ouvert une page importante du génie paravalanche en permettant une meilleure quantification des caractéristiques des avalanches, un domaine dans lequel a longtemps dominé le seul avis « à dire d'expert ».

- [1] J.W. COAZ : « Die Lawinen der Schweizer Alpen », Schmid-Franke, Bern, 1881
- [2] P. MOUGIN : « Les avalanches en Savoie », pp. 175-317, Ministère de l'Agriculture, Direction Générale des Eaux et Forêts, Service des Grandes Forces Hydrauliques, Paris, 1922
- [3] N. BOZHINSKIY AND K.S. LOSEV : « The fundamentals of avalanche science », EISFL, Davos, 1998

### Les Soviétiques et la recherche sur les avalanches

Dans les années 1960-70, l'URSS possédait une recherche académique de très haut niveau. En mécanique des fluides, des chercheurs comme Margarita Eglit ou Andreï Kulikovsky ont fait des avancées remarquables dans la modélisation théorique des avalanches en proposant les premiers jeux d'équation du mouvement, tout en se plaçant clairement dans le cadre de la mécanique des fluides, ce qui permettait une bien meilleure description des phénomènes.

A la même époque dans les pays occidentaux, les modèles d'avalanche se fondaient principalement sur l'analogie avec un bloc glissant, même si quelques Suisses (Bruno Salm au SLF) commençaient à ébaucher les premiers modèles modernes.

Un aspect peu connu est qu'en pleine Guerre Froide, les scientifiques occidentaux avaient accès à la recherche soviétique. Ainsi, les Américains traduisaient des revues entières du russe à l'anglais de façon officielle dans plusieurs disciplines. Malheureusement, à côté de cette diffusion désintéressée, certains scientifiques se sont inspirés directement (aux notations près) de travaux soviétiques sans en mentionner la source de sorte qu'en Occident, ils sont devenus les « inventeurs » de ces travaux. La science des avalanches possède à cet égard un triste palmarès puisque la plupart des modèles modernes utilisés en Europe et attribués à des chercheurs européens ont été en fait entièrement produits par les Soviétiques.

On peut rendre hommage aujourd'hui à Charles Bartelt, père d'un des responsables d'équipe du SLF (Perry Bartelt), d'avoir traduit en anglais un historique complet de la recherche soviétique [3] sans esprit polémique, ce qui permet de rendre justice à ces pionniers ignorés de la recherche sur les avalanches.