

Les risques d'avalanches

par Claude CHARLIER

Chargé de l'analyse des risques à la division Nivologie - CEMAGREF

Pour la plupart d'entre nous, le terme Avalanche est immédiatement, et presque irréductiblement, associé à une notion de Danger.

Pour ceux qui ont quelques raisons d'y être effectivement confrontés ou directement impliqués, le problème consiste à savoir "Comment s'en protéger ?"

Voici soulignée toute l'importance de la question posée de la Prévention du risque d'avalanche.

Le cadre de cet exposé ne permet évidemment pas de traiter l'intégralité de ce sujet. Il s'agit seulement d'examiner les points où l'art et la science des topographes peuvent concourir à développer notre connaissance du phénomène, et aider à la gestion rationnelle des risques par les responsables chargés d'assurer la sécurité des personnes et des biens exposés.

Mais dans un premier temps, rappelons quelques généralités sur le phénomène Avalanche et sur la manière de l'appréhender par les spécialistes du domaine.

Qu'est-ce qu'une avalanche ?

Cette interrogation présente aujourd'hui paradoxalement le plus grand intérêt car nous assistons justement depuis quelques mois à la naissance d'un nouveau regard porté sur leur domaine par les spécialistes nivologues eux-mêmes.

En effet, l'une des premières conséquences, inattendue, d'une étude destinée à construire un Système-Expert capable d'aider à l'analyse des sites soumis à des risques d'avalanches, fut l'obligation de reconsidérer les concepts habituels, les termes consacrés, les classifications admises, les notions élémentaires dans le souci d'y apporter plus de précision et plus de cohérence. Cette réflexion a conduit non seulement à la réalisation d'un glossaire rénové, mais aussi, à la révision des méthodes d'analyse, des modes de raisonnement, des chaînes de déduction habituelles, de la représentation des connaissances traditionnellement employés en nivologie.

Sans ce nouvel éclairage, la définition elle-même de l'avalanche se transforme et devient : "phénomène natu-

rel consistant en un déplacement gravitaire rapide d'une masse de neige importante".

Son avantage réside dans la formulation en terme de mouvement de masse, et non plus comme c'était le cas des innombrables définitions et classifications d'avalanches, existantes, selon la forme du culot de neige déposé, ou du type de déchirure en zone d'accumulation, ou du nombre de strates affectées du manteau neigeux, ou encore de la structure de la neige en mouvement...

L'expression et la description de l'avalanche d'une manière dynamique autorisent alors une approche réellement scientifique, et, partant, le calcul des efforts produits par les avalanches sur des structures placées dans leur trajectoire, et notamment la conception d'ouvrages de protection paravalanche ou le renforcement des équipements exposés.

De même la forme du phénomène avalancheux varie selon des facteurs fort divers : géométrie et dimensions du site, conditions nivométéorologiques, circonstances du déclenchement, constitution et cohésion du manteau neigeux..., mais plus particulièrement aux yeux du spécialiste chargé d'évaluer la nature et l'ampleur du risque d'avalanche, en raison de son "type d'écoulement".

L'importance de ce facteur est aujourd'hui jugée prépondérante. Il intègre d'ailleurs les effets de la plupart de tous les autres puisqu'il en est, en quelque sorte, la conséquence.

Or, les experts dotés de leur savoir empirique, et les physiciens munis des résultats de calculs théoriques, se sont retrouvés dans le classement des différents types d'écoulement des avalanches définies dans l'approche système expert. C'est ainsi que tous peuvent être décrits, d'un point de vue macroscopique, dans l'une des cinq catégories suivantes :

1 — Ecoulement de plaque ou de solide :

Une partie de la neige en mouvement est constituée de gros blocs sous forme de séracs ou de morceaux de plaque ; ce type d'écoulement caractérise souvent le départ de l'avalanche.

2 — Ecoulement laminaire ou visqueux :

Semblable à celui d'une lave volcanique, sans turbulences internes, si bien que la matière conserve une certaine organisation pendant le mouvement ; nécessite généralement une neige dense à cohésion élevée.

3 — Ecoulement granulaire :

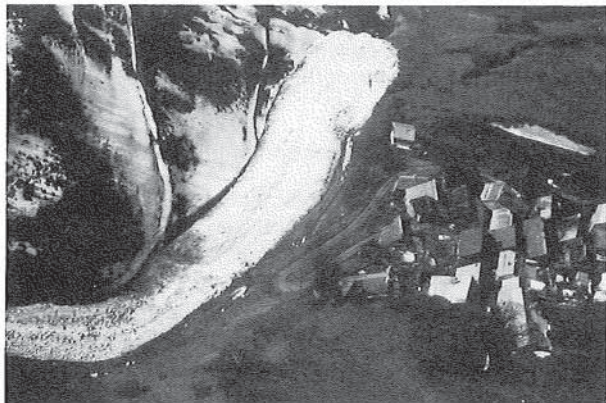
La neige en mouvement est granulaire à faible cohésion, c'est-à-dire sans liaison entre particules ; les échanges internes restent principalement d'ordre mécanique : chocs entre grains.

4 — Ecoulement en suspension :

Fortement turbulent, début d'incorporation d'air, formation d'un panache (turbo-train !), apparition possible de bouffées locales, caractérisent cette forme d'écoulement ; il représente souvent l'état critique du suivant.

5 — Ecoulement à aérosol ou nébuliforme :

En raison de la formation d'un nuage de neige (densité inférieure à 10 kg/m³) ; l'avalanche paraît progres-



L'avalanche parfois menace même les vieux villages.



L'étude des sites d'avalanches et la mesure de l'évolution du volume des glaciers nécessitent des lois topographiques précises et spécifiques.

ser sur un coussin d'air à grande vitesse et développer un front de grande hauteur. Elle obéit à des lois dynamiques différentes des précédentes.

Toutes les avalanches, et pour chaque avalanche chacune des phases de son écoulement, trouvent leur description dans l'un des cinq types d'écoulement.

Et là encore, la possibilité d'une approche scientifique constitue le grand intérêt de ces définitions. Les lois de la dynamique s'appliquent à ces écoulements et l'on peut établir des formules mathématiques caractéristiques du mouvement des avalanches et calculer ces divers paramètres pour procéder à des simulations ou à des modélisations, ou estimer soit la valeur des efforts produits, soit la géométrie de l'emprise du phénomène, la connaissance de ces critères, rappelons-le, restant indispensable à l'expert nivologue généralement consulté pour conseiller et proposer la meilleure solution de protection.

Grâce à cette nouvelle formulation des définitions élémentaires et la généralisant à toute la logique des analyses des risques d'avalanches, l'ensemble des concepts et des paramètres habituellement maniés par le spécialiste trouvent ou doivent trouver leur redéfinition adaptée. Ce travail se poursuit, il est long, délicat et difficile mais passionnant.



L'occupation récente de la montagne entraîne une obligation de protection contre les avalanches : ici, à l'arrière plan, dispositif d'ouvrages paravalanches.

Mais, et les topographes ?

Leurs techniques sont employées et développées en nivologie sous les formes et à des niveaux les plus divers : soit à l'occasion des expertises, sachant que leur champ s'étend de l'analyse du site et de l'histoire des événe-

ments produits dans le passé jusqu'à la proposition d'une technique de protection jugée la plus raisonnable et la plus judicieuse, en passant nécessairement par l'estimation de scénarii des phénomènes majeurs potentiels et par la sélection de stratégie paravalanche adaptée ; soit au cours des actions de recherche et des expérimentations.

Il est possible de les regrouper sous quatre rubriques :

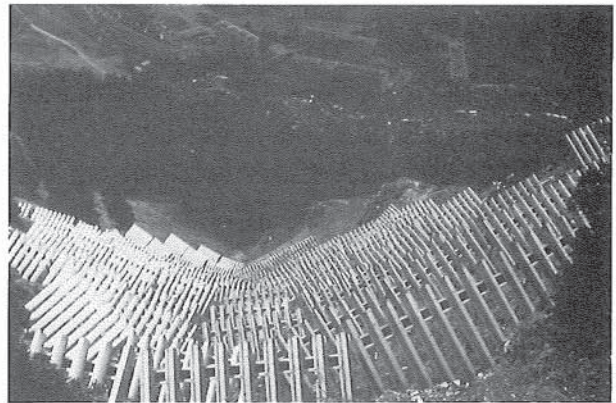
1 — Les techniques et méthodes topographiques traditionnelles sont utilisées d'une façon tout à fait banale :

- choix et rattachement à la triangulation générale de repères de référence pour le levé des langues d'avalanches pénétrant les périmètres d'observation préalablement déterminé (OPA) ;

- levé des emprises, mesure des caractères de la géométrie des couloirs d'avalanches et implantation précises d'ouvrages paravalanches ;

- transmission des mesures et conception de méthode de calcul et de dessin automatique grâce à l'informatique ;

- adaptation des techniques de cartographie numérique pour la mise à jour des Cartes de Localisation Probable des Avalanches (CLPA) ;



Rateliers paravalanches protégeant une station de ski.

- recherche en synthèse d'image pour l'étude et l'archivage de divers plans de zonage des risques d'avalanches : Plans des Zones Exposées aux Avalanches (PZEA) et Plans d'Exposition aux Risques prévisibles (PER) ;

- parfois ces travaux de topographie usuelle se singularisent en raison de l'environnement où ils sont pratiqués : en effet, l'implantation de Câbles Transporteurs d'Explosifs (CATEX) destinés à réaliser des déclenchements préventifs artificiels d'avalanches, nécessite des levés précis en très haute montagne le long des arêtes les plus inaccessibles... ou encore le suivi de l'évolution du volume des glaciers oblige à placer et rattacher des balises de références aux plus hautes altitudes pour permettre des études photogrammétriques.

2 — Topographie, télédétection et photo-interprétation

- à l'occasion de l'établissement des Cartes d'avalanches avec le concours des techniciens de l'Institut Géographique National (IGN) ou des différents plans de zonage déjà cités ;

- étude, conception et réalisation de couverture en photographies aériennes pour des besoins spécifiques souvent liés à des opérations de recherche ;

- suivi du développement de l'imagerie satellitaire en vue d'éventuelles applications à la nivologie.

3 — Topographie et Système-Expert

Nous l'avons vu, la grande majorité des données observées par les experts en avalanches peuvent se représenter sous une forme graphique et sont liées à la géométrie du site étudié. L'emploi et la mise au point de modèles numériques de terrain adaptés à nos travaux est inéluctable : l'équipement en conséquence des services est actuellement à l'étude.

4 — Techniques de la photogrammétrie

Ici encore, depuis quelques années, l'usage des méthodes photogrammétriques s'est développé à la Division selon plusieurs directions :

— comme outil de recherche : quand par exemple il s'agissait de caler en vraie grandeur la valeur de certains paramètres déterminés sur des modélisations physiques ou numériques de la dynamique des avalanches. En effet, la vitesse du front de l'avalanche, et le volume de la neige en mouvement déterminant la densité, sont deux des paramètres significatifs qui permettent le calcul des pressions développées par l'avalanche. Leur mesure in situ sur des avalanches réelles déclenchées artificiellement n'est rendue possible que par l'étude photogrammétrique de couples stéréoscopiques pris à cadence rapide. Des résultats satisfaisants ont d'ores et déjà été obtenus ;

— en remplacement d'anciennes méthodes de mesures "manuelles" longues, onéreuses, imprécises, incom-

plètes et quelquefois aléatoires, comme par exemple dans l'opération du suivi de l'évolution des glaciers alpins français. Depuis 10 ans, la méthode a été totalement renouvelée : une campagne de quelques journées consistant à placer des repères sur le périmètre des zones glaciaires, suivie d'une couverture photographique aérienne permettant l'observation stéréophotogrammétrique, remplace de longues semaines de levé de terrain en fournissant des informations plus riches, plus précises et à un moindre coût.

Pour conclure cet exposé, rapportons une anecdote soulignant le degré d'implication de la topographie dans le domaine des avalanches.

Au cours de la décennie 1970, le glacier de Taconnaz à Chamonix, a montré un gonflement de sa langue terminale. Or, une avalanche connue, le parcourant régulièrement, était jusque-là, systématiquement rejetée sur sa gauche par une moraine latérale formant une digue de déviation naturelle et protégeant ainsi tout un groupe d'habitation. L'élévation du glacier au niveau de la moraine a légitimement soulevé les craintes des habitants du village qui ont demandé une enquête de sécurité.

Hé bien, la prescription de sécurité définie par l'étude des risques, fût la surveillance du gonflement du glacier ! C'est-à-dire la mise en œuvre d'un suivi topographique précis de la langue glacière de manière à signaler le moment où la moraine ne pourrait plus détourner l'avalanche...

Assemblée générale ordinaire 1986 de l'Association Française de Topographie

CONVOCATION

Les membres de l'Association Française de Topographie sont convoqués à l'Assemblée Générale Ordinaire annuelle qui se tiendra le :

Mercredi 10 décembre 1986 — 9 h 30

dans les locaux de :

L'Ecole Nationale des Sciences Géographiques
Salle Robert Genot
2, avenue Pasteur, 94160 Saint-Mandé
Métro Saint-Mandé (ligne n° 1)

sur l'Ordre du Jour suivant :

- Ouverture de l'Assemblée Générale par le Président.
- Compte rendu de l'Assemblée Générale Extraordinaire du 29 octobre 1986.
- Nomination de deux vérificateurs aux comptes.
- Nomination d'un Président du Bureau de vote et de deux scrutateurs pour le dépouillement des votes à l'élection des membres du Conseil.
- Vote pour l'élection de membres nationaux supplémentaires au Conseil de l'Association.
- Rapport moral par le Secrétaire Général.
- Rapport financier par le Trésorier.
- Fixation du montant des cotisations pour 1987 et 1988.
- Membres d'Honneur.
- Questions diverses.
- Résultat du Vote.
- Clôture de l'Assemblée Générale.

Le vote par correspondance étant admis, les membres de l'Association recevront en temps utile le bulletin de vote portant la liste des candidats.