

DETECTION SISMIQUE DES AVALANCHES

L'information sur les risques d'avalanches, du public et des responsables de la sécurité, repose en grande partie sur les bulletins de prévision des risques d'avalanches émis quotidiennement par les services de Météo-France. Ces prévisions sont constamment confrontées aux observations effectives d'avalanches; mais nous manquons de moyens objectifs d'observation de ces phénomènes que l'on cherche à prévoir. Celles-ci sont en effet dépendantes d'une présence humaine sur le terrain et de conditions visuelles favorables: d'où parfois, des informations limitées et/ou imprécises sur la date exacte (constat du dépôt seulement).

L'objectif de ce programme de recherche porte donc sur la réalisation d'un système d'enregistrement sismique, qui permette de détecter les signaux dus à des avalanches en les reconnaissant automatiquement, et qui puisse fournir des informations à distance et en temps quasi-réel.

Il ne s'agit donc pas de chercher des signes précurseurs des avalanches, mais de les détecter lorsqu'elles se produisent et d'en définir éventuellement la localisation et le type.

Ce système doit ainsi pouvoir fournir une indication objective de l'activité avalancheuse d'un massif (sur une zone de 75 km² environ):

- en temps différé pour le contrôle des prévisions, l'amélioration des modèles et pour compléter les fichiers d'observations,
- en temps quasi-réel pour confirmer les analyses des prévisionnistes et pour signaler en temps utile l'amorce des "crues et des décrues" avalancheuses.

Des études antérieures (84-88), effectuées notamment sur La Plagne, avaient montré la faisabilité d'une détection sismique des avalanches et la possibilité de reconnaître de tels signaux; mais le système alors utilisé était peu pratique et peu adapté à nos besoins, et la reconnaissance automatique n'avait été que peu étudiée dans l'optique opérationnelle.

Avec le financement de la région Rhône-Alpes (fin 1990) dans le cadre d'un contrat Etat-région de 3 ans, ce programme de recherche sur la détection sismique des avalanches a pu être relancer sur de nouvelles bases techniques et avec des moyens plus efficaces: équipement progressif de deux sites d'enregistrements sismiques près de St Christophe en Oisans.

Ce programme de recherche comporte en fait deux aspects:

- **un aspect technique** axé sur la réalisation d'un système d'acquisition de signaux sismiques (basé sur une station 3 composantes), qui soit adapté aux objectifs précédemment mentionnés et à un fonctionnement régulier (en hiver) en montagne;

- **un aspect scientifique** lié,

d'une part à des campagnes d'enregistrements sismiques en montagne, couplées à des observations sur le terrain, en vue d'acquérir une base de données (fichier d'apprentissage et de tests),

et d'autre part à des analyses et traitements en différé des signaux, afin de définir des méthodes et critères qui, implantés dans une station sismique, permettront automatiquement de reconnaître les signaux d'origine avalancheuse et éventuellement de localiser ces avalanches.

Le début de ce programme (**fin 1990 et une grande partie de 1991**) a porté sur la définition des caractéristiques du système, sur l'installation et l'équipement du site de Prè Clôt (après des tests sismologiques), et sur la mise au point des différents logiciels de gestion et de transmission à distance des données.

En 1992, une première campagne d'enregistrements sismiques a été effectuée à Prè Clôt (de janvier à mai 92), mais avec un hiver peu enneigé et peu avalancheux; les signaux ainsi enregistrés ont alors été analysés (analyses temps / fréquences), et identifiés à partir des informations recueillies sur le terrain ou déduites du réseau SISMALP,

Puis, en vue de l'hiver suivant, nous avons équipé un deuxième site d'enregistrements sismiques (au refuge de La Lavey, dans le Parc des Ecrins), et fait modifier les balises sismiques.

En 1993, les deux sites ont été utilisés simultanément pour la campagne hivernale d'enregistrements sismiques (jusqu'en mai), avec quelques problèmes techniques sur La Lavey.

Mais cette année a surtout été marquée par le début d'une phase d'études plus approfondies des différents signaux déjà enregistrés, afin de définir des critères de reconnaissance automatique des avalanches.

Ainsi plusieurs méthodes de traitements des signaux ont été abordées, et sont en cours de développement (sujet d'un Thésard depuis octobre 93):

- des méthodes autoregressives pour filtrer "le bruit terrain",
- le blanchiment du signal par des filtres autoregressifs adaptatifs (non permanents), qui permettent de mieux détecter les différents phases d'un signal notamment quand celui-ci est noyé dans du bruit de fond,
- des études sur la polarisation des ondes pour rechercher les différents types d'ondes caractéristiques du signal: polarisation linéaire et/ou plan, ondes elliptiques,...

Les résultats déjà obtenus à ce jour, ont mis en évidence un certain nombre de critères qui pourraient être automatiquement utilisés, soit pour reconnaître des signaux d'avalanches, soit pour éliminer certains types de signaux d'origine non avalancheuse; mais pour plus

d'efficacité, ces critères devront sans doute être appliqués selon des procédures de type expert.

Pour 1994, le bon enneigement de ce début d'hiver 93-94, nous a déjà permis d'enregistrer un nombre significatif de signaux d'avalanches (notamment à La Lavey), et cela d'autant mieux que nous avons profondément modifié les installations à l'inter-saison.

Les premières années de ce programme ont été surtout consacrées à l'acquisition nécessaire des données sismiques d'avalanches et à la résolution des différents problèmes techniques que posaient de telles campagnes d'enregistrements en montagne (en hiver). L'année en cours est, elle, davantage axée sur les traitements de ces signaux et la définition de critères de reconnaissance automatique.

Ce programme pluriannuel fait appel à des connaissances multidisciplinaires et à des collaborations entre différents laboratoires de recherche; mais, nécessitant des équipements et frais de fonctionnement assez lourds, il n'aurait pas pu être envisagé sérieusement et se poursuivre correctement sans l'aide financière apportée par la région Rhône-Alpes.