



ClimChAlp

Interreg III B Alpine Space

Impacts observés et potentiels du changement climatique sur les aléas naturels

Synthèse - Avalanches

Juin 2008

Rhône-Alpes Région



Pôle Grenoblois d'études et de recherche pour la prévention des Risques Naturels



Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique

Working Package 5 – Module Natural Hazards

Références prises en compte

Reconstitutions	Observations	Modélisations	Hypothèses	Commentaires
- Paul 2002 - Jomelli & Pech 2004	- Schneebeli & al. 1997 - Bader & Kunz 2000a - Ancey 2005 - Jomelli & al. 2007c	- Schneebeli & al. 1997 - Martin & al. 2001 - Jomelli & al. 2007c	- ProClim 1999 - Bader & Kunz 2000a - Stoffel & Monbaron 2000 - Demirdjian 2004 - Ancey 2005 - Beniston 2005a - Seiler 2006	- Etchevers 2007

Définition

Une avalanche est un mouvement gravitaire rapide du manteau neigeux sur une pente, causé par une perte d'équilibre. En fonction de la dépose de la neige, de la température du sol, du couvert végétal, de la température et du taux d'humidité de l'air, ce mouvement peut survenir au niveau du sol (avalanche de neige lourde ou de plaque) ou sous forme d'aérosol. Ces types d'avalanches ont des caractéristiques de propagation différentes, qui induisent différents types de sollicitations sur les ouvrages, et auxquels répondent des moyens de protection différents.

Données concernant les avalanches dans l'arc alpin

Les reconstructions historiques de l'activité avalancheuse sont réalisées à partir de récits des dommages, certaines chroniques remontant jusqu'au 16^e siècle. Mais ce genre d'analyse ne permet pas de proposer une évolution de l'aléa naturel car les événements non catastrophiques ne sont pas répertoriés. Des techniques de dendrochronologie et de lichenométrie ont déjà été utilisées pour caractériser l'activité passée des avalanches dans un couloir précis. Ces techniques ont également leurs limites : le nombre réduit d'études ne permet pas encore d'avoir une vision critique des méthodes utilisées et de croiser les résultats. Des problèmes de calage temporel des séries de données peuvent également se poser. De plus, même si l'activité avalancheuse peut être reconstruite pour un couloir donné à partir de ces techniques, le lien avec des paramètres climatiques est malaisé à établir, si tant est qu'un lien puisse être établi, les auteurs sont obligés d'extrapoler des données météorologiques à partir de stations de mesure localisées parfois assez loin du lieu d'étude.

L'observation des avalanches est compilée dans des atlas d'avalanche, documents qui sont souvent tenus par des services forestiers ou équivalents, dans l'arc alpin. Cette observation se fait à partir de couloirs identifiés sur des cartes. Les agents de terrain relèvent ensuite les caractéristiques de la coulée observée et les consignent dans des fiches qui constituent par la suite une base de données. Des réseaux de coopération avec les stations de ski permettent également de fournir des informations sur les couloirs avalancheux dans le périmètre des domaines skiables ou à proximité. L'analyse de ces données ne permet toutefois pas de conclure quand à une évolution claire de l'aléa avalancheux et encore moins de la relier avec une évolution des caractéristiques climatiques. Par contre ces données sont utilisées de manière opérationnelle par les stations de skis et les services météorologiques, notamment dans les pays anglo-saxons (Etats-Unis, Nouvelle Zélande, Canada...), pour évaluer le risque d'avalanche avec des méthodes probabilistiques de type « plus proche voisin ».

Les données en France

L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) a commencé avant 1900 en Savoie et devient systématique dans les Alpes et les Pyrénées à partir de 1965, aboutissant à une base de données qui compte aujourd'hui plus de 80 000 événements répertoriés.

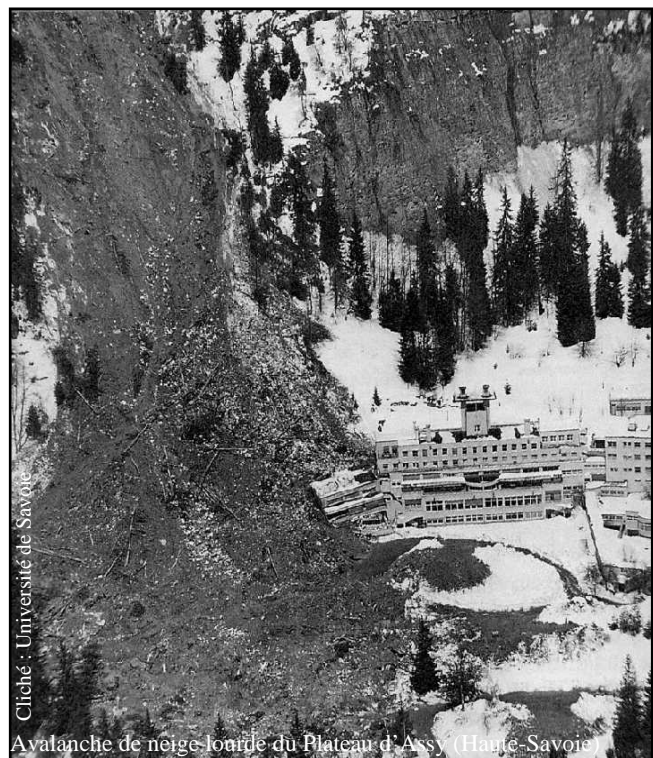
Cet exercice est longtemps resté tributaire des initiatives et de la disponibilité des personnels de l'Office National des Forêts (ONF) et plus spécialement des services Restauration des Terrains en Montagne (RTM). Néanmoins des chroniques assez exhaustives sont disponibles pour de nombreuses communes, en particulier après 1945.

Depuis 2002, le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (aujourd'hui MEEDDAT) a souhaité régulariser cette situation (suivant en cela une recommandation du Retour d'Expérience consécutif à l'avalanche catastrophique de Montroc en 1999). Un protocole a été mis en place afin que l'observation se fasse toujours du même point, des repères sur les cartes permettent d'identifier des seuils limites d'observations, les périodes sans avalanches sont également renseignées afin qu'il n'y ait pas d'amalgame avec des périodes sans observations, les observations sont assurées même pendant les vacances de poste ; toutes ces consignes font l'objet d'un manuel. Cette régularisation de l'observation des avalanches permet d'étudier de manière scientifique l'évolution de l'aléa avalancheux pour certains couloirs spécifiques.

Le réseau nivo-météorologique géré en partenariat par les stations de ski et Météo-France a été mis en place au début des années 1980. Ce réseau transmet quotidiennement des informations sur l'activité avalancheuse observée à proximité des stations de ski pendant la saison touristique. Ces données ne sont pas exhaustives ni d'un point de vue géographique, ni d'un point de vue temporel. Elles souffrent de lacunes lorsque les conditions météorologiques empêchent l'observation (brouillard par exemple).

Par ailleurs, comme les crues, les avalanches sont des phénomènes fortement surveillés (dans les sites sensibles) et de nombreuses mesures de prévention/protection existent. L'installation d'ouvrages de protection (râteliers, dents déflectrices, digues...) ou des changements du couvert forestier ont, par exemple, des impacts très marqués sur l'activité avalancheuse. Ces mesures viennent « brüter » l'évolution des tendances naturelles de l'aléa en lui-même.

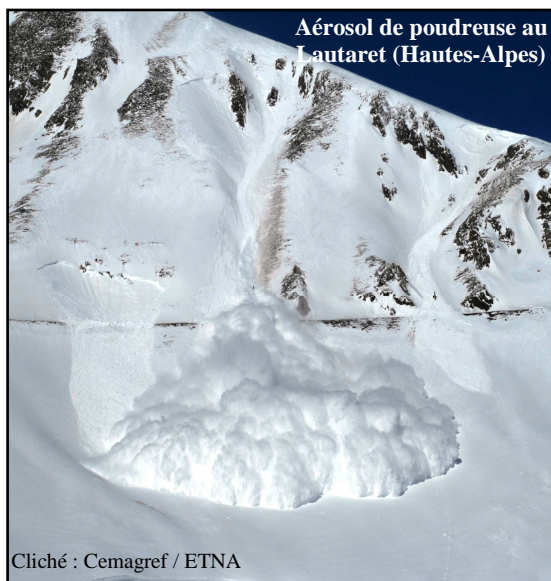
Ainsi, même si les informations fournies dans les bases de données sont précieuses, elles ne constituent pas pour autant une chronique systématique et instrumentale de tous les événements permettant d'effectuer une étude statistique complète de l'évolution de l'aléa.



Il s'agit alors de choisir un échantillon de couloirs qui puisse être représentatif du massif à étudier. La difficulté de collecter des données avec un protocole standardisé (comme celui de l'EPA) est donc un problème crucial pour l'étude des avalanches. Des recherches visant à combler ces lacunes (détection automatique des avalanches par des capteurs sismiques ou par des images satellite par exemple) sont actuellement en cours, mais des limites techniques se posent également.

Sensibilité des avalanches aux paramètres climatiques

Les situations avalancheuses, qui sont le fruit d'une situation météorologique extrême (fortes chutes de neige, redoux important) combinée à un manteau neigeux fourni, sont plutôt conditionnées par des facteurs météorologiques à très court terme (quelques jours), alors que les études climatiques se font plutôt sur des tendances à long terme et sur des moyennes.



Il est donc nécessaire de connaître l'évolution de l'occurrence de ces situations météorologiques extrêmes pour prévoir l'évolution de l'activité avalancheuse, mais la représentation des phénomènes extrêmes dans les modèles de climat est encore un sujet de recherches. Les approches de type « plus proche voisin » qui sont utilisées de manière opérationnelle pour l'évaluation du danger d'avalanche peuvent également être utilisées pour des approches probabilistes visant à associer des probabilités de déclenchement à une situation climatique donnée. Des études ont testé la corrélation potentielle de l'activité avalancheuse dans certains massifs avec des cycles climatiques tels que l'Oscillation Nord Atlantique, mais aucun lien n'a pu être trouvé.

En outre, il faut caractériser précisément l'évolution des conditions du manteau neigeux pour différentes tranches d'altitudes, correspondant aux zones de départ, aux couloirs et aux zones de dépôts. En effet, les caractéristiques des avalanches (distance d'arrêt, volume mobilisé,...) sont fortement conditionnées par le manteau neigeux. Toutes les avalanches sont par définition liées à la présence de neige et une possible réduction (en durée, en étendue ou en épaisseur) du couvert neigeux ou une remontée moyenne de la limite pluie/neige auront des impacts sur l'activité avalancheuse.

Selon le type d'avalanche considéré, d'autres paramètres entrent en ligne de compte. Si la propagation des aérosols de poudreuse est relativement indépendante de la topographie locale, celle des avalanches de neige humide ou de plaques est sensible au relief, au couvert forestier et à la sensibilité de la zone à l'érosion.

Tous ces facteurs ne permettent donc pas de relier directement l'activité avalancheuse aux conditions climatiques d'une part, et aux conditions neigeuses d'autre part. Et bien que l'on dispose d'observations correctes de l'évolution du manteau neigeux avec des tendances claires et des modélisations diverses (dans un contexte de réchauffement climatique), ces données ne sont pas suffisantes pour une évaluation de l'évolution potentielle de l'aléa

avalanche. Des conjectures peuvent être proposées mais elles se heurtent aux limites mentionnées précédemment.

On ne dispose en effet pas aujourd'hui de modèles complets qui prennent en compte les facteurs de prédisposition, le déclenchement et la propagation des avalanches. Pour contourner ces limites, Météo-France a développé en 2001 une approche basée sur la chaîne de modélisation SAFRAN-CROCUS-MEPRA, utilisée de manière opérationnelle pour diagnostiquer la stabilité du manteau neigeux sur une pente à partir des conditions météorologiques analysées et prévues. Grâce à cet outil, il est possible de tester la sensibilité du manteau neigeux à une évolution des paramètres météorologiques, telle qu'une augmentation de la température de l'air ou des précipitations par exemple. Par ailleurs, le Cemagref dispose d'outils numériques pour le calcul d'écoulement des avalanches.

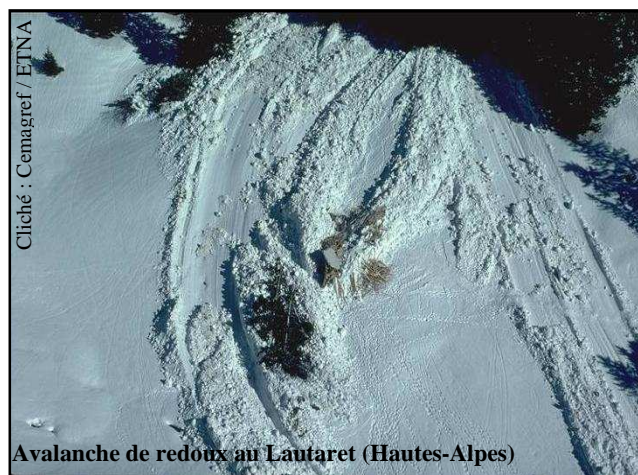
Impacts observés du changement climatique sur les avalanches

Le climat ne semble pas avoir évolué de manière suffisante pour influencer sur l'activité avalancheuse. D'ailleurs, aucune tendance n'a pu être observée que ce soit en termes de fréquence ou de localisation des avalanches dans les Alpes. Les études sur ce sujet restent cependant limitées : d'une part, les données disponibles sont relativement peu nombreuses et d'autre part toutes les pistes d'analyse n'ont pas été explorées. L'intensité et la saisonnalité sont notamment les facteurs les moins étudiés ; il apparaît donc difficile de proposer des conclusions pour ces paramètres.

Les situations avalancheuses catastrophiques telle que celle qui a frappé les Alpes en 1999 sont la conséquence de chutes de neige extrêmes. Dans les conditions climatiques actuelles, de telles situations se rencontrent environ tous les dix ans et il ne semble pas y avoir eu de changement concernant ce type de situations.

Impacts potentiels du changement climatique sur les avalanches

De nombreuses conjectures existent quant à l'évolution des avalanches. Certains auteurs prédisent une augmentation potentielle des avalanches de neige humide à cause de périodes de redoux et d'une limite pluie/neige plus élevée en altitude. Mais ils supposent également que, ramenés à la moyenne annuelle, ces changements seraient à peine perceptibles. D'autres hypothèses proposent que l'activité avalancheuse serait réduite à basse et moyenne altitudes en raison d'une diminution de la couverture neigeuse alors qu'elle pourrait augmenter à haute altitude (> 2500 m), à cause d'une augmentation attendue des précipitations (sous forme de neige).



L'étude de Météo-France menée en 2001 montre que la stabilité du manteau neigeux aurait tendance à augmenter lorsque le climat se réchauffe, la fraction d'instabilités de type « neige fraîche » ayant tendance à diminuer (en raison notamment de la remontée de la limite pluie/neige). Des résultats préliminaires du Cemagref vont dans le sens de cette hypothèse. Il semblerait que l'altitude d'arrêt des avalanches référencées dans l'EPA soit remontée en altitude sur les 30 dernières années. Cette propagation réduite s'explique par un plus grand nombre d'avalanches de neige humide et un moins grand nombre d'avalanches de neige sèche.

Au final, il apparaît donc difficile de dresser une esquisse globale de l'évolution de l'activité avalancheuse en termes d'intensité, de fréquence, de localisation et de saisonnalité par rapport au changement climatique. Des conjectures dans une perspective de changements climatiques ont été proposées mais les évolutions supposées sont difficilement quantifiables et décelables à l'aide des données actuellement disponibles. Un plus grand nombre d'avalanches de neige humide et une diminution de l'activité avalancheuse aux basses et moyennes altitudes sont les deux hypothèses les plus probables au vu des connaissances actuelles.

Plusieurs pistes sont cependant explorées pour progresser sur ce thème : amélioration des observations, développement de méthodes statistiques dédiées pour analyser les données actuelles, développement d'outils numériques permettant de mieux caractériser l'activité avalancheuse et le lien avec les paramètres météorologiques, régionalisation des scénarios climatiques en zone de montagne.

Note : Cette synthèse, réalisée par G. Prudent (PGRN) avec les contributions de D. Richard (Cemagref), P. Etchevers (CEN-Météo France), N. Eckert (Cemagref), J-M. Vengeon et B. Einhorn (PGRN), repose sur l'analyse bibliographique mise en œuvre pour la "Base ClimChAlp" :

http://www.risknat.org/projets/climchalp_wp5/