

14. Impact du changement climatique sur les avalanches – Nicolas ECKERT (Cemagref Grenoble)

1. Le lien avalanche-climat

Les avalanches sont des phénomènes **contrôlés de façon assez directe par les conditions météorologiques (chutes de neige récentes, métamorphisme du manteau neigeux, etc.)**, et donc **potentiellement par le climat**. A l'extrême, si un jour il n'y a plus de neige du tout dans les Alpes, il n'y aura plus d'avalanches! L'évolution des paramètres météorologiques qui contrôlent les avalanches devrait donc logiquement se traduire par une évolution perceptible des phénomènes avalancheux. **La nature et l'intensité de la réponse de l'activité avalancheuse au changement climatique sont importantes pour la gestion du risque, mais aussi, en retour, pour renseigner sur l'évolution du climat** dans des zones où il existe moins d'observations météorologiques directes.

Cependant, leur mise en évidence et leur quantification sont difficiles pour différentes raisons :

- Il est nécessaire de disposer de séries de données aussi longues et homogènes que possible, c'est-à-dire **d'un observatoire de l'activité avalancheuse**. Malheureusement, la collecte d'observations sur les avalanches est relativement difficile en raison de la difficulté d'accès et de la dangerosité éventuelle des sites avalancheux.
- Il existe différents types d'avalanches en fonction de leurs régime d'écoulement (dense/aérosol), du type de déclenchement (avalanches de plaque par exemple) ou du type de neige (sèche/humide). De plus, différentes variables sont utilisées pour les caractériser (nombre d'occurrences, distances parcourues, volumes de neige mobilisés, etc.). En raison de cette diversité, **la réponse à la question « quel impact du changement climatique sur les avalanches » ne peut pas être unique**.
- Le manteau neigeux est stable ou instable pour des gammes de paramètres apparemment très comparables, et des facteurs de contrôle tels que la température peuvent influencer la stabilité dans des sens opposés.
- **Différentes échelles spatiales et temporelles imbriquées sont à prendre en compte**. Par exemple, on peut examiner les données à l'échelle annuelle ou au contraire sur des échelles de temps beaucoup plus courtes, plus pertinentes pour la prévision et pour la gestion du risque avalancheux.
- L'extraction d'un signal temporel dans des séries de données d'avalanches n'est pas un problème statistique simple. Elle requiert la mise en œuvre de méthodes sophistiquées de détection de tendances qui ne sont pas forcément linéaires. Outre le **besoin identifié d'améliorer nos capacités d'observation**, il est donc également **nécessaire de poursuivre le développement de méthodes adaptées, et de disposer des moyens humains pour le faire**.

2. Quelques résultats importants

Pour palier l'absence de données directes, on peut utiliser des données indirectes (« fossiles »), essentiellement issues d'observations géomorphologiques (dendrochronologie et lichénométrie), qui permettent d'obtenir des informations intéressantes sur les avalanches passées, certes un peu frustes mais sur de longues périodes. **Par exemple, ces approches indiquent qu'au Petit Âge Glaciaire, des avalanches majeures se sont produites à des endroits où elles ne se sont plus produites durant les dernières décennies, ce qui tendrait à confirmer l'existence d'un certain contrôle de l'activité avalancheuse par le climat**.

D'autres résultats sont issus de simulations de l'évolution du manteau neigeux, aussi bien sur les périodes récentes que dans des scénarios de changement basés sur des projections climatiques. Ils indiquent des modifications, principalement à basses et moyennes altitudes, dans les caractéristiques du manteau neigeux, à la fois en quantité et en qualité, en lien avec le réchauffement. La conséquence principale pour l'activité avalancheuse serait **l'augmentation de la proportion d'avalanches de neige humides par rapport aux avalanches de neige sèche**. Ce résultat pourrait avoir des conséquences pour la gestion du risque, car le type de neige intervient dans le régime d'écoulement et ainsi dans les distances que parcourent les avalanches.

En ce qui concerne les données directes d'avalanches, la France est bien servie grâce à l'Enquête Permanente sur les Avalanches, véritable observatoire maintenu par les agents de l'ONF et du RTM depuis le tout début du vingtième siècle. Le Cemagref travaille depuis plusieurs années à l'analyse de ces observations, surtout sur la période post seconde guerre mondiale où les observations sont plus continues et homogènes. **Cette analyse n'a pas permis de détecter de tendance significative constante** sur l'ensemble de la seconde moitié du XXe siècle **dans le nombre d'avalanches observées** chaque hiver. Cependant, **malgré la forte variabilité interannuelle, on a pu identifier un maximum relatif d'activité autour de 1980, suivi par une décroissance du nombre d'avalanches. On retrouve ce motif de manière amplifiée dans les altitudes d'arrêt atteintes par les avalanches**, qui présentent également un minimum relatif autour de 1980.

L'augmentation relative de l'activité avalancheuse sur la période 1960-1980 pourrait correspondre à des hivers plus rigoureux, par ailleurs bien documentés par d'autres indicateurs climatiques. Le « recul des avalanches » observé dans les années 1980-2005 s'inscrit quant à lui dans une période de réchauffement marqué. Par contre, depuis 2005, même si le recul manque et qu'il peut s'agir d'un « effet de fenêtre » (une tendance est toujours relative à la durée de la période sur laquelle on l'observe), on observe à nouveau des hivers plus froids avec davantage d'avalanches d'intensité importante, notamment lors des crues avalancheuses de décembre 2008 dans les Alpes du Sud et en Haute Maurienne qui ont occasionné des évacuations et des perturbations du trafic routier. Des travaux sont actuellement en cours avec Météo France pour tenter de mieux comprendre ces évolutions et les relier directement aux évolutions du manteau neigeux à l'échelle hivernale.

Pour conclure, on peut dire que le « contrôle climatique » de l'activité avalancheuse sur le temps long commence à être assez bien documenté, même si il s'agit d'une thématique de recherche encore émergente dont les résultats doivent de ce fait être regardés avec prudence. En revanche, en ce qui concerne l'évolution des épisodes plus courts d'activité avalancheuse intense, et en particulier leur réponse aux précipitations hivernales plus fortes postulées par les modèles climatiques sous scénarii de changement, on a quasiment pas d'élément de réponse pour l'instant et le problème est très certainement plus complexe.

Discussion

F. Gillet : À l'heure actuelle, on observe (notamment à partir des mesures faites au Col de Portes, près de Grenoble - France) une diminution de l'enneigement à basse altitude depuis une quarantaine d'années environ, tandis qu'il n'y a semble-t-il pas beaucoup d'évolution à plus haute altitude (à partir de 2000m environ), ce qui semble se traduire par moins d'avalanches à basse altitude. Est-ce que cela induit une adaptation dans la gestion du risque ?

J. Liévois : Tout dépend aussi du pas de temps de gestion considéré, selon qu'on considère le pas de temps de la gestion quotidienne du risque d'avalanche sur les pistes ou bien le pas de temps de la gestion en terme d'aménagement du territoire, qui demande une fenêtre temporelle beaucoup plus large pour pouvoir prendre des décisions. L'aménagement du territoire a des implications très fortes en terme de valeur du foncier, et la tentation est vite grande de faire des extrapolations à partir d'une petite fenêtre d'observation pour en tirer des bénéfices sur la valeur du foncier et satisfaire les

propriétaires dont les terrains seraient rendus constructibles ! La difficulté est de faire comprendre aux décideurs que ce n'est pas parce qu'on a cru observer - et encore seulement dans les premières phases - une diminution de l'extension maximum des avalanches depuis les années 1980, qu'on peut lever la garde en terme d'urbanisme. Quand on construit une maison ce n'est pas pour 15 ans !

F. Gillet : Si je pose la question, c'est parce qu'elle a déjà été soulevée par un certain nombre de communes depuis quelques années, peut-être plus particulièrement dans les Alpes du Sud que dans les Alpes du Nord, en considérant qu'avec le réchauffement climatique il n'y a plus d'avalanches à basse altitude et que cela autorise la construction... Ce n'est donc pas une question hypothétique et la réponse de J. Liévois est importante, car il est nécessaire d'expliquer pourquoi aujourd'hui il faut faire attention... Même si les élus sont un peu plus prudents depuis les récentes grosses crues avalancheuses dans les Alpes du Sud (Décembre 2008 dans le Queyras et le Mercantour – à vérifier), de fait c'est une question qui est posée sur le terrain.

N. Eckert : Cela rejoint un peu la différence entre le climat et la météorologie, ou entre activité avalancheuse à l'échelle hivernale et cycles d'activité intense plus courts. En terme de climat, si le réchauffement se poursuit on peut postuler sans trop de difficulté qu'il y aura sans doute moins d'avalanches à basse altitude. Il n'empêche que lors d'épisodes froids et très neigeux, même très ponctuels, les avalanches vont se déclencher à basse altitude comme elles se déclenchaient avant. Par exemple, cet hiver, avant Noël, des randonneurs à ski se sont tués au col du Coq (massif de la Chartreuse) vers 1400m d'altitude, dans ce que les grenoblois considèrent quasiment comme leur jardin, et il est fort possible que ce genre d'événement puisse encore se produire dans 100 ans même si le couvert neigeux moyen devient très faible à cette altitude...

T. Arborino : **On essaie d'analyser les conséquences d'une tendance générale, mais les séries présentent des variations**, avec des pics au-dessus ou en dessous des valeurs moyennes. Quand on dit qu'il n'y aura peut-être plus de neige à un horizon de 100 ans, ce sera peut-être juste en moyenne pour les mesures à venir au cours des 100 prochaines années, mais il y aura toujours des événements au-dessus de la moyenne.

J. Liévois : Il y a une grande différence entre une tendance et un événement. Bien qu'on puisse constater, à un endroit donné, que globalement les avalanches vont moins loin, il n'en demeure pas moins qu'à l'échelle du siècle il y aura toujours des phénomènes exceptionnels... Se pose alors la **question de l'acceptation du risque résiduel, et de « qui fixe le seuil ? »**.

F. Gillet : Et même dans le cas des avalanches, on peut imaginer des phénomènes plus marqués liés à des précipitations plus importantes, et même si ce n'est qu'une hypothèse, on ne peut pas la mettre de côté.