

Changements climatiques et risques naturels : un défi pour l'aménagement du territoire en zone alpine

Markus STOFFEL et Michel MONBARON

Groupe de Recherches en Géomorphologie (GReG),

Institut de Géographie – Université de Fribourg

Pérolles

CH-1700 Fribourg

Introduction

Les températures moyennes mondiales sont en augmentation. Les experts de l'«Intergovernmental Panel on Climate Change» estiment que, vers 2100, le réchauffement climatique pourrait atteindre + 2° Celsius par rapport à la température de 1990 (IPCC 1996). A l'intérieur des Alpes et en altitude, l'augmentation de la température moyenne devrait être encore plus accentuée (Beniston 1997). Ohmura et al. (1996) supposent que les températures devraient dépasser celles de l'ère pré-industrielle de 0.5 à 1.5° Kelvin en hiver et de 2 à 4° Kelvin en été. Le régime annuel des précipitations serait également influencé de manière significative.

En surimposant son action perturbatrice aux fluctuations naturelles, l'Homo economicus influence le climat par ses émissions de gaz à effet de serre. Par son intervention, il crée des rétroactions au sein des systèmes naturels, qu'il ne pourra guère contrôler. On doit s'attendre en Suisse, au 21^e siècle, à enregistrer plus de situations de sécheresse en été et plus de crues importantes en automne. En zone alpine, les villages et les voies de communications pourraient être menacés plus fréquemment et les stations de ski soumises à une durée d'enneigement de plus en plus courte. La modification des zones de dangers existantes ou la création de nouvelles zones à risques pourraient en être les conséquences logiques.

Dans cette perspective d'incertitude, la Confédération a lancé le PNR 31 («Changements climatiques et dangers naturels» - 1990 à 1998), qui avait pour objectif d'étudier les impacts et les conséquences d'un réchauffement climatique au niveau helvétique. Par leur sensibilité particulière face aux changements climatiques, les régions de montagne requéraient tout particulièrement l'attention des chercheurs. Les vallées de la Viège (Valais) comptaient parmi les régions tests désignées par le comité de programme.

Le paysage des vallées de la Viège est caractérisé par deux profondes et étroites entailles à travers les structures des Alpes penniques valaisannes (les vallées de Zermatt et de Saas). La région étudiée s'étend sur une surface d'environ 540 km² (Bloetzer et al. 1998). Le modelé est caractérisé tout à la fois par l'action des glaciers quaternaires et par l'érosion linéaire et régressive des rivières. Les phénomènes d'instabilité de versant (glissements de terrain, chutes de pierre, éboulements et écroulements rocheux) y sont très actifs.

De nos jours, les dangers naturels sont une composante essentielle de la vie communautaire de la région étudiée. Ils limitent les possibilités d'évolution des villages en contrebalançant la pression démographique et les intérêts du secteur touristique. Les sites hors d'atteinte des aléas naturels et aptes à la construction résidentielle sont très limités – et en bonne partie déjà occupés. Pour cette raison, les limites de croissance des villages dans les vallées de Saas et de Zermatt seront bientôt atteintes (Stoffel 1999a). De plus, on peut s'attendre à ce que les zones à bâtir soient encore rapetissées, suite à la péjoration de la situation touchant aux dangers naturels.

Contrastant avec les limitations naturelles, le secteur touristique offre un énorme potentiel de développement. Actuellement, les stations de Zermatt et de Saas Fee hébergent environ 1.5 millions de touristes par année (Stoffel 1999c). Au vu de leur potentiel d'enneigement très favorable, ces stations pourraient devenir des centres de tourisme d'hiver encore plus importants (Abegg 1997).

Dans le cadre de l'étude du PNR 31, trois questions clés se posaient aux aménagistes de la région :

- Quelles seraient les **conséquences environnementales** d'un réchauffement climatique dans les vallées de la Viège ?
- Les **zones de dangers** devraient-elles être modifiées, et si oui, comment ?
- Quelles seraient les mesures à prendre au plan de **l'aménagement du territoire** (= AT) face aux changements climatiques prévus et au possible accroissement des dangers naturels ?

Tâches de l'AT

L'AT a comme but de garantir une affectation appropriée et économe du sol et une occupation rationnelle du territoire. A cet effet, il doit créer les conditions - cadres d'un développement économique optimal, déjà durant la phase de planification. En outre, les terrains réservés à la construction sont soumis à des normes de sécurité (zones de danger, zones à risques) imposées par la législation fédérale. Cette loi demande aux cantons et aux communes :

- de dresser un cadastre d'événements ainsi que de lever des cartes d'indices, pour chaque site et chaque type de danger
- de définir et de fixer sur carte des zones de danger (avec trois degrés de dangerosité)
- de proposer des mesures de protection en cas de conflit d'intérêt entre zones de danger et espaces déjà construits

Avec le réchauffement du climat en cours, un nouvel aspect doit être pris en compte : les changements climatiques attendus pour les prochaines décennies vont influencer, au même titre que les paramètres économiques, les décisions des aménagistes (Stoffel 1999b).

L'étude de cas menée pour le PNR 31 dans les vallées de la Viège (Bloetzer et al. 1998, Stoffel 1999a) a donc cherché à caractériser et analyser les dangers existants actuellement ainsi que les dangers nouveaux, rendus plausibles par la perspective d'un climat plus chaud. Les résultats prospectifs, présentés très succinctement ci-dessous, doivent désormais être confrontés avec les documents de l'AT ayant force de loi (p. ex. les plans d'affectation).

Mais il ne faut pas oublier que ces modifications jugées souhaitables, voire même nécessaires, ne représentent pas des pronostics en temps réel, contrairement aux décisions prises dans le cadre de l'AT, qui sont toujours des solutions pragmatiques et immédiates, ayant le plus souvent des conséquences économiques majeures (Bloetzer et al. 1998).

Les dangers naturels climatiquement modifiés : scénarios

Les scénarios d'aléas d'une petite région d'étude, basés sur des modélisations climatiques simulées à l'échelle suisse (modèles RegCM2 et ECHAM3, voir Ohmura et al. 1996) ne représentent, dans le meilleur des cas, qu'une approche imparfaite d'une situation future. De plus, il faut considérer que chaque événement naturel est fortement dépendant de facteurs topographiques, microclimatiques et météorologiques locaux. Ainsi, les paramètres régissant l'instabilité des versants, ou les éléments déclenchant cette instabilité, varient fortement d'un endroit à un autre. En conséquence, des généralisations hâtives et péremptoires doivent à tout prix être évitées.

Tenant compte de ces réserves, nous pouvons formuler quelques hypothèses concernant l'évolution possible des dangers naturels dans la région test des vallées de la Viège. Elles sont susceptibles de circonscrire les problèmes et de générer de nouvelles études :

- a) les **dangers géologiques** de type tremblement de terre ou écoulement massif de falaise rocheuse sont indépendants d'un changement climatique. Leur occurrence ne sera donc pas modifiée (Bader & Kunz 1998). Néanmoins, la recherche dans ces domaines doit être intensifiée, afin de mieux protéger la population de leurs effets.
- b) contrairement aux écoulements rocheux de grande taille, la saisonnalité des **chutes de pierre** sera affectée par la modification du processus gel - dégel. Toutefois, la limite du zéro degré remontant en altitude, une possible augmentation des chutes de pierre dans des secteurs d'altitudes supérieures ne devrait guère menacer les villages au fond des thalwegs. Dans ce cas de figure, les changements escomptés n'auront donc que peu d'incidence sur les populations concernées.

Pour certains lieux, il existe déjà des cartes de danger pour ces deux premiers types d'aléas.

- c) le **danger d'avalanches** ne subira pas de modifications importantes. Il est plutôt probable que les effets positifs des constructions paravalanches contrebalanceront largement les impacts de telles avalanches «climatiquement modifiées» (Bader & Kunz 1998). Les zones avalancheuses sont bien connues dans les vallées de la Viège, où des cartes de danger existent déjà.
- d) pour les mêmes raisons, les **chutes de séracs** ne devront pas poser plus de problèmes qu'auparavant. Il est vrai que le retrait généralisé des glaciers de la région pourrait créer des situations d'instabilité latente, mais les glaciers ainsi amoindris auront un volume beaucoup moins important. Les glaciers à risques sont actuellement déjà contrôlés en permanence.
- e) seul un type particulier de **glissement de terrain** réagira aux influences climatiques : c'est celui des mouvements superficiels (creeping, solifluxion). Leur ampleur reste toutefois assez modeste. Les glissements (très) profonds sont par trop insensibles aux modifications graduelles du climat et ne seront donc guère influencés. Les cartes de danger pour les glissements de terrain sont actuellement en élaboration dans la zone d'étude.
- f) le nombre de **crues** et d'**inondations** semble avoir augmenté de manière significative au Tessin durant ces deux dernières décennies (1978, 1987, 1993, 1994). Dans la région d'étude, plus à l'abri des précipitations mais influencée par le même régime pluviométrique, une évolution semblable peut être constatée. Pour le moment, aucune tendance significative n'est mesurable, les valeurs extrêmes demeurant dans les limites statistiques d'incertitude. Mais on peut supposer qu'un climat plus chaud et plus humide en automne (c'est du moins le scénario habituellement admis) pourrait générer une augmentation des situations favorables au déclenchement de crues. Pour l'aménage-

ment du territoire, il n'existe pour l'instant que des cadastres d'événements ainsi que des cartes d'indices, mais pas encore de carte de danger ni de risque.

- g) la plus sérieuse menace sera vraisemblablement celle des **laves torrentielles**. Ce phénomène, étudié en Suisse depuis les événements de 1987, est encore mal connu. Il est fort probable qu'une augmentation de la température pourrait faire fondre certains glaciers et faire disparaître le pergélisol dans son domaine d'extension inférieur. Les matériaux détritiques (éboulis ou moraines), auparavant consolidés par la glace du pergélisol, seraient ainsi exposés à l'érosion. Si la pente - critique de ce matériel est atteinte, des laves torrentielles sans précédent historique pourraient être déclenchées (Zimmermann et al. 1997). Pour prédire l'activité future de ces écoulements catastrophiques, les chercheurs doivent d'une part étudier soigneusement les mécanismes de leur déclenchement dans les niches d'arrachement (Monbaron & Lugon 1998) et d'autre part, analyser à fond les paramètres de taille, de fréquence et de répartition des dépôts sur les cônes de débris.

Conclusions : que faire ?

Disposant des données climatiques actuelles et des prévisions concernant l'évolution plausible des dangers naturels dans les vallées de Saas et de Zermatt, nous pouvons tirer une série de conclusions ayant des incidences sur l'AT :

1. Par sa politique prévoyante, l'AT crée les conditions adéquates, propres à **minimiser** au maximum la majeure partie des inconvénients liés aux dangers naturels. Par la création et la délimitation de zones de danger de type «**zone - tampon**», ou «zone de danger attendu» (Stoffel 1997), la situation face aux changements environnementaux prévus pourrait encore être améliorée.
2. Une telle politique prévoyante et restrictive, obéissant au **principe de précaution**, devrait être appliquée tant au niveau du plan directeur cantonal qu'à celui du plan d'affectation communal. Il devrait déployer tous ses effets lors de l'octroi de l'autorisation de construire par la commune.
3. Dans une telle perspective, ladite politique devrait être accompagnée d'une phase de **transmission du message** à la population, exécutée par des spécialistes, qui rendraient palpable et compréhensible la notion de risque auprès de tout un chacun. Le débat autour des mesures proposées, ainsi que leur acceptation générale, est un élément primordial du comportement collectif face aux changements climatiques futurs.
4. La définition des zones de danger est un processus en **constante évolution**. Chaque nouvel événement naturel fournit des informations utiles, dont découle une meilleure compréhension du phénomène. Les documents légaux doivent donc continuellement être adaptés aux connaissances nouvelles (Stoffel in press). Une carte de danger n'est jamais définitive.
5. Dans une perspective de développement socio-économique équilibré à moyen et long terme, les instruments d'AT devraient promouvoir une **diversification** de l'offre touristique dans la région d'étude, afin d'en réduire la dépendance face à la «monoculture» du ski.
6. Etant donné que l'espace constructible est très limité, le tourisme dit «de ski journalier» pourrait **gagner en importance**, au détriment des séjours de plus longue durée. Cela nécessiterait toutefois des voies de communication encore mieux protégées contre les phénomènes naturels (avalanches, laves torrentielles, etc.) et des infrastructures plus performantes (navettes, parkings) aux portes des stations concernées.

7. Il ne faut pas perdre de vue que les connaissances actuelles à propos des dangers naturels restent très **lacunaires** et ne permettent pas toujours des analyses de risques suffisamment pertinentes. En conséquence, il n'est pas exclu que les modifications de la dangerosité ou l'augmentation des risques encourus se situeront encore à l'intérieur des limites de sécurité actuellement admises (Bloetzer et al. 1998).
8. Dans cette perspective, la **recherche** dans le domaine des dangers naturels doit être **intensifiée**, afin que ces lacunes de connaissance puissent être comblées. Une meilleure compréhension des sites et des événements facilite également le choix du type et de l'ampleur des mesures de protection à ordonner. Mais l'extension de ces dernières ne doit en aucun cas servir de prétexte à un élargissement ultérieur des zones à bâtir (Stoffel in prep).
9. Ajoutons encore que, conjointement à une perception plus affinée des dangers avérés et de leurs possibles modifications, le comportement modifié de l'homme vis-à-vis de son environnement a également beaucoup contribué à faire évoluer les idées. L'augmentation marquée du risque n'est donc pas uniquement due au changement de l'aléa, mais aussi à l'augmentation de la **valeur marchande** de l'objet menacé. En conséquence, la résolution des problèmes liés aux dangers naturels devrait à la fois consister en un combat contre la menace elle-même et en une réduction optimale du potentiel d'infrastructure exposé à celle-ci.

Soulignons enfin que la **conjonction des nombreux aléas sectoriels** qui sont latents dans les vallées de la Viège constitue en soi un **risque majeur** pour les habitants, ceux-ci s'en accommodant, envers et contre tout, depuis des siècles...

[retour au sommaire](#)

Littérature

- Abegg Bruno, *Klimaänderung und Tourismus*, Rapport final PNR 31, vdf Zurich, 1997.
- Bader Stephan, Kunz Pierre, *Climat et risques naturels – La Suisse en mouvement*, Rapport final PNR 31, vdf Zurich, 1998.
- Beniston Martin, Diaz Henry, Bradley Raymond, «Climate Change at High Elevation Sites», in : *Climatic Change*, 36, 1997, pp. 232 – 254.
- Bloetzer Werner et al, *Klimaänderung und Naturgefahren in der Raumplanung – Methodische Ansätze und Fallbeispiele*, Rapport de synthèse PNR 31, vdf Zurich, 1998.
- IPCC, Climate Change 1995, *The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press Cambridge, 1996.
- Monbaron Michel, Lugon Ralph, *Stabilité des terrains meubles en zones de pergélisol et changements climatiques*, Rapport final PNR 31, vdf Zurich, 1998.
- Ohmura Atsumu et al, *Simulation of Climate Trends over the Alpine Region*, Rapport final PNR 31, vdf Zurich, 1996.
- Stoffel Markus, *Neue Ansätze zur Berücksichtigung klimatisch beeinflusster Naturgefahren auf Raumplanungsdokumenten*, Institut de Géographie de l'Université de Fribourg, inédit, 1997.
- Stoffel Markus, *Klimawandel als Herausforderung für die Raumplanung der Vispertäler*, Travail de mémoire, Institut de Géographie de l'Université de Fribourg, 1999a.
- Stoffel Markus, «Géomorphologie et aménagement du territoire», in : Beniston M. (ed.) *Institut de Géographie de l'Université de Fribourg Suisse, Rapport de recherche 1998*, 1999b, pp. 36-37.
- Stoffel Markus, «Impacts of Climate Change on Natural Hazards and Land Use in the Saas and Zermatt Valleys (Switzerland)», in : *Geographica Helvetica*, 54/4, 1999c, pp. 224-228.

Stoffel Markus, «Impacts of Climate Change and Natural Hazards on Land Use in the Saas and Zermatt Valleys (Switzerland)», *Proc IGU-LUCC Symp*, Honolulu (Hawai'i), July 10th – 13th 1999, New Delhi, à paraître.

Stoffel Markus, «Climate Change and Debris Flows in the Zermatt Valley (Valais, Switzerland) : a Challenge for Land Use Planning», in : *Regional Environmental Change*, à paraître.

Zimmermann Markus, Mani Peter, Romang Hans, «Magnitude-frequency aspects of alpine debris flows», in : *Eclog geol Helv*, 90, 1997, pp. 415-420.

Mots-clés

Risques naturels. Changements climatiques. Aménagement du territoire. Alpes.

[retour au sommaire](#)