

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 133 (2007)  
**Heft:** 05: La fonte des Alpes

**Artikel:** Conséquences du réchauffement dans les régions alpines  
**Autor:** Rouiller, Jean-Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99553>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Conséquences du réchauffement dans les régions alpines

**En matière de réchauffement climatique, le doute n'est aujourd'hui plus permis : nous allons vivre une augmentation générale de la température. Dès lors, parallèlement aux mesures devant être envisagées pour tenter de ralentir un phénomène inéluctable, les milieux alpins doivent se préparer à affronter les conséquences prévisibles de cette évolution.**

## Fonte du permafrost : le cas du Durnand

Le 25 juillet 2006 au soir, au lieu-dit le Borgeaud, à l'entrée des vallées du Gd-St-Bernard, une lave torrentielle a emprunté le cours du torrent Durnand et a provoqué un embâcle au point de sa confluence avec la Dranse (fig. 1). Une passerelle pédestre faisant obstacle, 35 000 m<sup>3</sup> de matériaux transportés par la lave ont créé un lac de quelque 20 000 m<sup>2</sup> à 2 km à l'amont de la ville de Martigny.

La configuration du lieu – un verrou glaciaire que l'on rencontre communément à l'entrée des vallées alpines – ne laisse que peu de place au cours d'eau principal et aux voies de communication. Le torrent latéral passe successivement sous le viaduc de la route cantonale et sous le petit pont du chemin de fer Martigny-Orsières, dont le tracé serpente dans le lit de la Dranse 50 m plus bas.

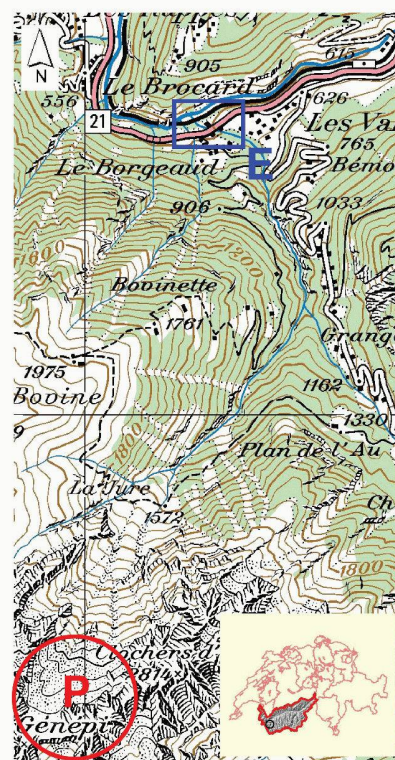
La lave a fortement érodé le tracé inférieur du Durnand, arrachant le pont de l'ancienne route cantonale et celui du chemin de fer, emportant les rails sur près de 400 m. La dernière « bouffée » a provoqué le déraillement de la rame du train qui s'apprêtait à franchir le pont, manquant de l'emporter lui aussi (fig. 2). Compte tenu de l'impossibilité d'apprécier rapidement le volume d'eau accumulée en amont de l'embâcle à cause de l'obscurité et de la topographie du lieu, certains immeubles de la Ville de Martigny sis à proximité de la Dranse ont dû être évacués pendant quelques heures.

## Circonstances de l'événement

Pour comprendre l'événement de juillet 2006, il faut remonter à une altitude comprise entre 2400 et 2600 m, sous les falaises des Génépi et Six Carro, au lieu où s'étend le glacier rocheux des Liapeys de Grône (fig. 1). Il s'agit de la der-

nière trace de petits glaciers qui occupaient au XIX<sup>e</sup> siècle le flanc nord de ces deux pointes. On retrouve aux Liapeys de Grône deux facteurs clés pour la constitution d'un glacier rocheux : des falaises très fissurées en cours de démantèlement depuis des milliers d'années surplombant une première pente faiblement inclinée. Cette situation a permis l'accumulation saisonnière de matériel rocheux et de neige au cours de la dernière période de glaciation.

La partie ouest du glacier rocheux forme une cuvette qui contient la plus grande partie des matériaux potentiellement mobilisables (fig. 5). Les blocs de granite très anguleux proviennent directement de la dégradation des falaises sus-jacentes (fig. 3). Ils sont figés dans une gangue de matériel



P = zone de production (glacier rocheux)

E = zone de l'embâcle dans la Dranse



Fig. 1: Situation de la zone de production de la lave (P) et de la zone de l'embâcle dans la Dranse (E)

Fig. 2: Embouchure du Durnand dans la Dranse avec la passerelle (cercle) et le train

Fig. 3: Blocs composant le glacier rocheux

Fig. 4: Confluence des Jures du Durnand en provenance des Liapeys de Grône



argilo-sableux qui est prépondérante pour donner à la lave sa force érosive.

L'événement de juillet 2006 tient donc d'un processus qui s'inscrit dans la continuation du réchauffement qui a succédé au Petit âge glaciaire<sup>1</sup>. Les circonstances de son déclenchement sont les suivantes :

- un zéro degré diurne au-dessus de 4200m pendant la majeure partie du mois de juillet, ce qui a activé la fonte de la tranche supérieure (3-4 m) du glacier rocheux ;
- l'eau de fonte des névés sommitaux a percolé dans les matériaux rocheux au gré de leurs perméabilités, y creusant des chenaux préférentiels (fig. 6) ;
- au plus fort de la fonte journalière, le matériau a commencé à solifluer et à alimenter les Jures du Durnand (fig. 4)<sup>2</sup> ;
- en fin de journée, un violent orage a déversé sur la région une quantité de pluie estimée à 60 mm en quelques heures qui a généré des bouffées de lave torrentielle transportant des blocs de l'ordre de 3 à 4 m<sup>3</sup>.

Il ressort de ce qui précède que sans la fonte de la partie superficielle du glacier rocheux occasionnée par les hautes températures de juillet, la lave torrentielle n'aurait pas été aussi chargée. Tout laisse à penser que la fraction fine du dépôt – concentrée par l'effet « cuvette » et ainsi protégée du délavage de pente saisonnier – a grandement contribué à la capacité d'érosion et de transport des blocs de la lave.

#### *Un phénomène observé depuis près d'un siècle*

La fonte du permafrost est un phénomène qui a été observé en Valais dès le début du XX<sup>e</sup> siècle. Depuis 1920, le torrent du Ritigraben (Grächen) crache régulièrement des laves ;

le Pétérey (Zinal) a nécessité la création, il y a une trentaine d'années, d'un dépotoir de plus de 10 000 m<sup>3</sup>. Les intempéries de Münster (août 1987) et Brig (septembre 1993) ont produit une forte part de lave liée à la fonte du permafrost. Celles d'octobre 2000 font exception, car elles n'ont pas été précédées d'une période caniculaire. Dans les années nonante, les moraines périglaciaires du Dolent (Ferret) et du Lauigrabe (Simplon-Dorf) ont aussi produit des laves. La forte canicule de 2003 a occasionné des éboulements au Cervin, à la Dent Blanche, au Vêlan, aux Drus, etc.

#### **Mise en perspective du réchauffement prévu**

Le rapport 2007 du GIEC promet pour l'arc alpin une hausse moyenne de température de 2 à 5 degrés selon la saison d'ici la fin du siècle (voir art. p. 7). C'est un peu moins que ce qu'annonçait le rapport précédent. Sans minimiser ce pronostic, l'histoire du climat invite tout de même à le relativiser.

La variation du climat a de tout temps affecté la surface terrestre et la vie ne s'y est adaptée qu'en sacrifiant ses espèces les plus évoluées qui sont aussi les moins « adaptables » (comme les dinosaures). Cela signifie que pour un être hyperspécialisé comme l'homme, seul son génie peut éventuellement lui permettre de prolonger quelque peu sa présence dans le cosmos. S'il pourra peut-être maîtriser les

<sup>1</sup> Naturel à l'origine, ce réchauffement s'est sans doute accéléré depuis le début de l'ère industrielle.

<sup>2</sup> Selon un témoin oculaire, dans la chaleur de l'après-midi, l'eau en provenant du glacier rocheux était ce jour-là déjà très chargée en matériau.

<sup>3</sup> L'excellent ouvrage « Histoire du climat depuis l'an mil » (E. Leroy Ladurie, 1967) exprime très bien la lenteur de l'évolution de ce phénomène.



Fig. 5 : Cirque glacio-rocheux avec la cuvette ouest (cercle)

Fig. 6 : Vue de la cuvette depuis le Nord-Ouest, avec une rigole d'érosion en bordure

Fig. 7 : Eboulement de Randa en 1991 (Image revue « Les Alpes », Club alpin suisse)  
(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par le CREALP.)



émanations de gaz à effet de serre – qui ne sont qu'une partie des causes du réchauffement – il n'en ira pas de même des causes naturelles de ce réchauffement. Lequel sera inmanquablement suivi d'une phase de refroidissement, probablement tout aussi difficile à supporter.

Au cours du dernier million d'années, la terre a connu quatre grandes phases de réchauffement entrecoupées par des phases glaciation. Chacune de ces huit phases a été une succession de « mini » phases de hausses et de baisses de la température. Sachant qu'il est impossible de séquencer exactement une phase de variation climatique – les changements sont peu perceptibles par manque de mesures aussi sophistiquées que celles d'aujourd'hui – la durée totale du Petit âge glaciaire est estimée à 500 ans<sup>3</sup>. Depuis 1850 (cette date n'a valeur que de repère), nous sortons progressivement de cette période et force est de reconnaître que si ce réchauffement n'a que peu été perçu jusqu'à la fin des années soixante, c'est surtout par manque d'intérêt pour la chose.

Toujours est-il que la cryosphère se réchauffe. Le déclenchement de l'éboulement de Randa en 1991 (fig. 7), que nous attribuons *pro parte* au dégel tardiglaciaire du matériau aquifère qui occupait très profondément les fissures du massif de Grossgugger, montre ce à quoi il faudra s'attendre en altitude au fur et à mesure du retrait du permafrost.

### Conséquences du scénario du GIEC

Les impacts possibles du scénario du GIEC seront forcément distincts selon l'altitude considérée. Si la modification progressive de la topographie de la frange située au-dessus de 2200 mètres ne devrait pas avoir de grandes consé-

quences économiques, il n'en ira pas de même pour les zones d'activité humaine sises au fond des vallées.

#### Impact sur la frange de haute altitude

Une recrudescence des éboulements au-dessus de 2200 m est inévitable à terme du fait du relèvement de la limite inférieure du permafrost lié au retrait glaciaire. Il y a fort à parier qu'à la vitesse de réchauffement annoncée, des sommets aussi mythiques que le Cervin ou les Drus – dont une grande partie des pièces du puzzle rocheux sont cimentées depuis le Petit âge glaciaire par la glace présente en profondeur dans les fissures – auront perdu une part non négligeable de leur masse rocheuse d'ici à l'an 2100.

L'autre conséquence sera l'augmentation – là aussi par perte progressive de leur cimentation « pergélisolée » – de la masse de matériau meuble disponible (débris de pente, moraines, etc.) et la recrudescence de leur mobilisation lors des fortes pluies. Le retrait glaciaire actuel donne un avant goût de l'évolution grandissante de ce phénomène. Si, comme le pronostique le GIEC, il devait y avoir un accroissement de la quantité des précipitations annuelles, avec qui plus est, de la pluie au détriment de la neige à haute altitude, on va assister à une accélération de la vitesse d'érosion.

#### Impact sur les zones d'activité humaine

Bien que la hausse de température aura à terme des répercussions directes sur la géomorphologie de la cryosphère et sur les activités économiques liées au tourisme d'altitude, les cantons alpins doivent concentrer leur attention en priorité sur le risque encouru par le bâti et les infrastructures. Il s'agit





7

de lieux à forte concentration humaine, soumis à un trafic important ou ayant une grande valeur foncière. Dans ces zones, au danger de lave torrentielle explicité plus haut, viennent s'ajouter les dangers associés à la recrudescence d'inondation et de glissement superficiel spontané (ovaille). Peut-être pas avec des conséquences aussi dramatiques qu'à Gondo, où les éléments de béton du mur de protection contre les chutes de pierres avaient, en surfant sur la coulée, fortement contribué à l'aggravation du bilan de la catastrophe<sup>4</sup>; mais tout au moins avec un niveau de risque comparable aux dégâts causés au bâti touché par une ovaile en 1991 à Orsières.

Notre expérience personnelle, née des intempéries de 1987, 1993 et 2000 ainsi que de toutes les alertes inondation qui ne se sont pas transformées en catastrophe, nous incite à accorder une attention particulière à l'évolution de la température de la Méditerranée. Supposons que les 25 degrés automnales de sa couche superficielle – si propices à la formation du front sud qui franchit périodiquement les Alpes valaisannes à cette saison, engendrant des inondations et des glissements de terrain – devaient augmenter de quelques degrés, il faudra alors s'attendre à des intempéries plus importantes tant en durée qu'en intensité. Le record des 13-16 octobre 2000 (800 mm à Gondo et 100 mm en rive droite du Rhône) aurait alors toutes les chances d'être battu, avec pour conséquences un danger accru d'inondation de la plaine du Rhône et de glissements superficiels spontanés.

En revanche, il n'y a a priori pas à attendre de recrudescence due au réchauffement des phénomènes « habituels » (chutes de pierres, glissements de terrain, éboulements) qui affectent périodiquement les infrastructures (au Gothard, il y a une année, ou plus récemment, sur la rampe d'accès au tunnel du Mont Blanc). A ce propos, il faut savoir que la per-

formance des outils d'analyse et de surveillance disponibles actuellement (voir art. ci-contre) devrait permettre de réduire à deux ou trois jours l'interruption de la circulation sur des axes aussi vitaux.

### Prévention face aux nouveaux dangers

Pour se prémunir au mieux des risques découlant des « nouveaux » dangers qui devraient affecter le territoire valaisan, il y a lieu de densifier, au-dessus de 2200 mètres, le réseau d'observation de paramètres mesurables: températures en surface et en profondeur, précipitations, déplacement des masses rocheuses, évolution de l'épaisseur du manteau neigeux, etc. Cette mesure doit être appliquée avant tout dans les endroits où une évolution de ces paramètres pourrait conduire à un risque pour des zones d'activité humaines sises à l'aval.

Dans les zones d'activité humaine, trois mesures devraient être prises pour faire face aux risques potentiels découlant des pronostics du GIEC:

- Améliorer la protection de la plaine du Rhône contre l'inondation. Cette mesure a déjà débuté avec le projet Rhône 3 qui va s'étaler sur plus d'une trentaine d'années<sup>5</sup>.
- Inventorier les zones exposées au risque de lave torrentielle d'altitude du type rencontré sur le Durnand. A partir de cet inventaire, concentrer les études sur les sites de production potentielle et les mesures de protection utiles.
- Développer une méthodologie apte à détecter les périmètres à risque en matière de glissement superficiel spontané, les cartographier et, là aussi, définir les mesures de protection utiles.

Il y a aussi lieu de prévoir dès maintenant, comme mesure d'accompagnement, un plan de gestion intégrée des matériaux de lave supplémentaires attendus du fait du réchauffement. Cela sous-entend l'établissement d'un concept de leur entreposage *in situ* définitif, qui pourrait aller dans le sens d'un rehaussement contrôlé et régulé sur plusieurs siècles du niveau du fond des vallées latérales. L'idée de ce concept est de recréer l'étalement naturel des matériaux d'érosion qui dominait en fond de vallée avant que ce processus ne soit interrompu par les captages hydroélectriques et autres aménagements anthropiques. En effet, au vu de l'étroitesse des vallées alpines, la gestion de ces matériaux naturels charriés par les torrents devient de plus en plus problématique pour les collectivités locales. De plus un tel concept s'inscrit parfaitement dans l'esprit d'un développement respectueux de l'environnement.

<sup>4</sup> « Case Story » disponible sur <www.crealp.ch>

<sup>5</sup> <http://www.vs.ch/rhone.vs>