

## Répartition du pergélisol alpin: le cas des éboulis

**Quatre à six pour cent de la Suisse sont estimé d'être couvert par le pergélisol. Les connaissances sur la répartition du pergélisol à l'échelle locale sont très vagues. Des études de terrain au Valais permettent à mieux comprendre les processus dans les versants et l'existence du pergélisol.**

CHRISTOPHE LAMBIEL

En Suisse, on estime que le pergélisol couvre environ quatre à six pour cent du territoire. Au-dessus de 2500 m d'altitude, de larges portions du territoire sont soumises à des conditions de gel permanent. Cependant, la répartition du pergélisol est extrêmement hétérogène, car elle découle de la conjonction de multiples paramètres (altitude, exposition, topographie, nature du sol, granulométrie, lithologie, neige etc.). De fait, les connaissances mêmes sur la répartition du pergélisol à l'échelle locale (échelle d'un versant) demeurent lacunaires.

Pour accroître ces connaissances, les études de terrain demeurent encore et toujours indispensables. Si les glaciers rocheux ont, depuis plusieurs décennies, focalisé l'attention de nombreux chercheurs, le fait est qu'il n'en a pas été autant pour les éboulis. Or, ceux-ci constituent une composante essentielle de la zone périglaciaire alpine (figure 1). Dans l'optique d'une probable dégradation du pergélisol en réponse au réchauffement climatique en cours, l'intensification des études sur ces terrains sédimentaires à forte déclivité s'avère des plus importantes.

### Études au Valais

Pour cette raison, une vingtaine d'éboulis situés dans la partie ouest

du Valais (régions du Mont Gelé (Verbier/Nendaz), d'Arolla et du Grand-Chavalard/Ovronnaz) ont été étudiés. Comprises entre 2300 et 3000 m d'altitude, les formes prospectées offrent une large variabilité, tant dans les dimensions, la lithologie, la granulométrie que la morphologie des pentes. Les méthodes traditionnelles de prospection du pergélisol ont été utilisées: mesures thermiques (BTS et mesures en continu, basées sur le principe que la température du sol mesurée lorsque le manteau neigeux est bien établi reflète essentiellement la température du sous-sol) et mesures géoélectriques (la résistivité électrique du terrain croissant avec une augmentation de la teneur en glace et une diminution de la température).

### Contrastes entre les parties aval et amont

Les sondages géoélectriques effectués dans la partie inférieure des éboulis ont généralement permis la mise en évidence d'un niveau résistant en dessous d'une profondeur de deux à cinq mètres. Cette couche est interprétée comme un niveau de sédiments gelés d'une épaisseur variable (de 5 à 30 m), surmontée par un niveau mixte de gros blocs de surface et de blocs supportés par une matrice de sédiments plus

Figure 1. Vue latérale sur un éboulis typique de la zone périglaciaire alpine. Ici, l'éboulis de Isena Réfien, dans la région d'Avolla (exposition nord-est, altitude basale 2600 m). (Photo: Christophe Lambiel)



fins. Cette stratigraphie est commune à de nombreux cas étudiés. Lorsque l'on s'élève dans la pente, la résistivité du niveau gelé tend à décroître. Une diminution de la teneur en glace (et/ou un réchauffement du terrain) en est vraisemblablement la cause. Le niveau gelé tend même à disparaître dans bien des cas. La décroissance des résistivités en direction de l'amont est illustrée par la figure 2, qui présente les résistivités apparentes mesurées à une profondeur d'environ 10 mètres, c'est-à-dire au sein du corps gelé.

Ce contraste entre les portions aval et amont d'un éboulis se retrouve au niveau des températures BTS. Sur la figure 2, on observe clairement que les températures minimales sont enregistrées au bas de la pente et que le sol se réchauffe en direction de l'amont, là où sont généralement mesurées les résistivités les plus faibles. Ainsi, si les indices témoignant de la présence de pergélisol sont nombreux dans la partie inférieure des pentes, ils sont

par contre beaucoup plus rares dans les sections supérieures.

Pour des raisons évidentes de sécurité (risques d'avalanches, chutes de blocs), les mesures ont été beaucoup moins nombreuses dans les portions sommitales des différents éboulis prospectés. Cependant, les rares données disponibles témoignent d'une probabilité d'occurrence du pergélisol relativement élevée au sommet des éboulis globalement orientés vers le nord, au-dessus de 2700 m environ.

### **Des anomalies thermiques**

La configuration de la distribution du pergélisol mise en évidence ici avait déjà été montrée par Haeberli en 1975. Pour l'expliquer, on a souvent mis en avant le rôle des avalanches, qui redistribuent la neige au bas des versants, protégeant de ce fait le sol du réchauffement estival. L'autre facteur communément admis est la granulométrie grossière que l'on trouve habi-

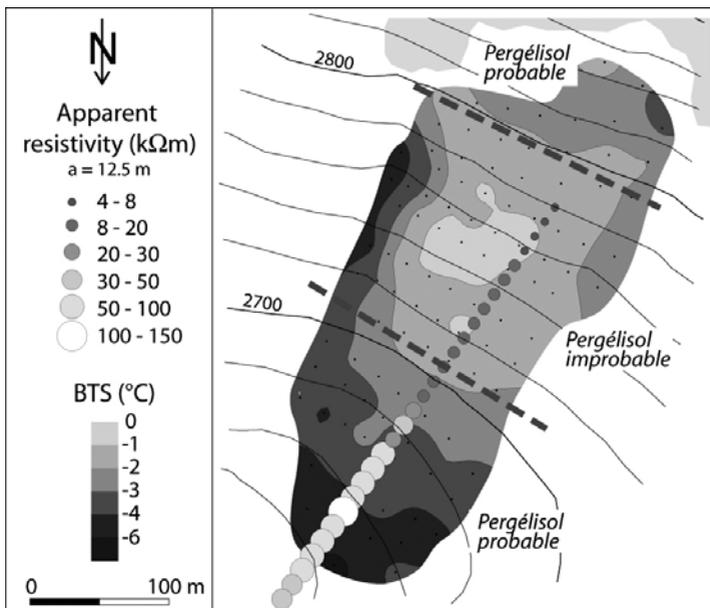


Figure 2. Exemple de résultats obtenus sur un éboulis (Tsena Réfien, Arolla). Les résistivités électriques maximales et les températures BTS minimales sont situées dans la partie inférieure de la pente.

BTS = bottom temperature of winter snow

(Image: Christophe Lambiel)

tuellement au bas des éboulis et qui contribue à y maintenir des températures froides. Cependant, ces facteurs ne peuvent expliquer à eux seuls toutes les anomalies thermiques que l'on rencontre généralement dans un éboulis. Par exemple, ils n'expliquent pas la probable absence de pergélisol dans des versants exposés au nord, à des altitudes de près de 2800 m, comme on peut le voir sur la figure 2.

De complexes circulations d'air internes aux éboulis ont été mises en évidence dans des formations de basse altitude (1200 à 1600 m), provoquant une anomalie thermique négative dans le bas des éboulis et une anomalie thermique positive dans le haut. Ce mécanisme est à l'origine de la présence de pergélisol dans la partie aval de certains de ces éboulis, situés largement en dessous de la ceinture du pergélisol alpin. Les mesures thermiques effectuées montrent que ce mécanisme fonctionne également à plus haute altitude, dans certains des éboulis étudiés. Ce processus provoquant un réchauffement de

la partie supérieure des éboulis, il est vraisemblable qu'il porte une part de responsabilité notoire dans l'absence de pergélisol dans le haut des pentes.

### Une distribution systématique

Cette étude a permis de mettre en évidence le caractère systématique des disparités aval-amont de la distribution du pergélisol dans les éboulis. Toutefois, les mesures effectuées doivent être validées par d'autres mesures, aussi bien thermiques que géoélectriques (2D) ou sismiques. La compréhension des processus qui déterminent cette distribution doit également faire l'objet d'efforts tout particuliers.

Christophe Lambiel  
 Université de Lausanne, Institut de géographie  
 Quartier Dorigny, Bâtiment Anthropole  
 1015 Lausanne  
 christophe.lambiel@unil.ch  
<http://www.unil.ch/igul/page16229.html>