

Le pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité: distribution, régime thermique et instabilités

Résumé de thèse

Dans le contexte d'un climat de plus en plus chaud, la localisation du pergélisol dans les terrains sédimentaires à forte déclivité et l'évaluation des mouvements de terrain qui y ont cours s'avèrent primordiales. S'insérant dans cette problématique, ce travail de thèse s'articule autour de deux axes de recherche différents. D'un point de vue statique, cette recherche propose une étude de la distribution et des caractéristiques du pergélisol dans les éboulis de la zone périglaciaire alpine. D'un point de vue dynamique, une analyse de l'influence des caractéristiques du pergélisol (teneur en glace, température du pergélisol, etc.) et des variations des températures de l'air et du sol sur les vitesses de fluage des corps sédimentaires gelés est effectuée.

Afin de répondre à ce double objectif, l'approche "terrain" a été privilégiée. Pour déterminer la répartition et les caractéristiques du pergélisol, les méthodes traditionnelles de prospection du pergélisol ont été utilisées, à savoir la mesure de la température du sol à la base du manteau neigeux (BTS), la mesure de la température du sol en continu ainsi que la méthode géoélectrique. Les mouvements de terrain ont pour leur part été mesurés à l'aide d'un GPS différentiel.

L'étude de la distribution du pergélisol a été effectuée dans une quinzaine d'éboulis situés dans les régions du Mont Gelé (Verbier-Nendaz) et d'Arolla principalement. Dans la plupart des cas, un pergélisol a pu être mis en évidence dans la partie inférieure des accumulations sédimentaires, alors que la partie médiane des éboulis est souvent exempte de glace. Si cette absence de pergélisol se prolonge parfois dans les portions sommitales des pentes, les mesures réalisées montrent que dans d'autres cas des sédiments gelés y sont à nouveau présents. Les résistivités électriques mesurées dans les portions gelées des éboulis étudiés sont dans la plupart des cas nettement inférieures à celles mesurées sur les glaciers rocheux.

Des études préalables ont montré que des circulations d'air internes sont responsables de l'anomalie thermique négative et, lorsqu'il existe, du pergélisol que l'on trouve dans la partie inférieure d'éboulis situés plus de 1000 m plus bas que la limite inférieure régionale du pergélisol discontinu. L'étude de quatre sites de basse altitude (1400-1900 m), et notamment l'équipement du site de Dreveneuse (Préalpes Valaisannes) avec deux forages, des capteurs de température de surface et un anémomètre a permis de vérifier et de préciser le mécanisme de ventilation actif au sein des éboulis froids de basse altitude. Ce mécanisme fonctionne de la manière suivante: en hiver, l'air contenu dans l'éboulis, plus chaud et plus léger que l'air extérieur, monte à l'intérieur de l'accumulation sédimentaire et est expulsé dans ses parties sommitales. Cet effet de cheminée provoque une aspiration d'air froid à l'intérieur de la partie inférieure de l'éboulis, causant ainsi un sur-refroidissement marqué du terrain. En été, le mécanisme s'inverse, l'éboulis étant plus froid que l'air environnant. De l'air froid est alors expulsé au bas de la pente.

Une ventilation ascendante hivernale a pu être mise en évidence dans certains des éboulis de haute altitude étudiés. Elle est probablement en grande partie responsable de la configuration particulière des zones gelées observées. Même si l'existence d'un effet de cheminée n'a pu être démontrée dans tous les cas, du fait notamment de la glace interstitielle qui entrave le cheminement de l'air, des indices laissant présager son possible fonctionnement existent dans la quasi totalité des éboulis étudiés. L'absence de pergélisol à des altitudes qui lui sont favorables pourrait en tous les cas s'expliquer par un réchauffement du terrain lié à des expulsions d'air relativement chaud.

L'étude des mouvements de terrain a été effectuée sur une dizaine de sites, principalement sur des glaciers rocheux, mais également sur une moraine de poussée et quelques éboulis. Plusieurs glaciers rocheux présentent des formes de déstabilisation récente (niches d'arrachement, blocs basculés, apparition de la matrice fine à la surface, etc.), ce qui témoigne d'une récente accélération des vitesses de déplacement. Ce phénomène, qui semble général à l'échelle alpine, est probablement à mettre sur le compte du réchauffement du pergélisol depuis une vingtaine d'années. Les vitesses mesurées sur ces formations sont souvent plus élevées que les valeurs habituellement proposées dans la littérature. On note par ailleurs une forte variabilité inter-annuelle des vitesses, qui semble dépendre de la variation de la température moyenne annuelle de surface.