
Observations et défis scientifiques autour des processus non-linéaires dans les terrains à permafrost alpin

Florence Magnin*¹

¹Laboratoire Environnements, Dynamiques et Territoires de la Montagne (EDYTEM) UMR5204 – Université Savoie Mont Blanc, Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS – France

Résumé

Le permafrost (*i.e.* portion de lithosphère en dessous de 0 degré Celsius pendant au moins 2 ans consécutifs, pergélisol en français) est un état de gel permanent qui concerne au moins 6000 km² de la surface des Alpes Européennes, soit une superficie plus de 3 fois supérieure à celle des glaciers. Ces terrains contiennent de la glace en proportions variables (typiquement entre 5 et 50%), dont les propriétés physiques et mécaniques évoluent lorsque le permafrost se dégrade (réchauffement, dégel). Les versants à permafrost peuvent alors se déstabiliser (*e.g.* écroulements rocheux) et poser d'importants défis géotechniques, économiques et de gestion des risques naturels.

Du fait de l'invisibilité du permafrost, la compréhension de sa distribution, de son évolution et de son rôle dans les déstabilisations de versants se heurte à plusieurs défis. La distribution et l'évolution du permafrost résultent du bilan d'énergie entre l'atmosphère et le terrain sur plusieurs années. Celui-ci dépend des variables atmosphériques (température de l'air, rayonnement solaire, précipitations, etc.) redistribuées par la topographie (altitude, pente, orientation), modulées par les couvertures de surface (débris rocheux, neige), et transférées en profondeur par différents modes (conduction, circulations d'air ou d'eau). La distribution du permafrost alpin est donc largement discontinue et son évolution difficilement prédictible car elle résulte d'effets non-linéaire et des changements de phase (fonte de la glace) qui retardent la réponse au signal climatique. Par ailleurs, les déstabilisations de versants en contexte de permafrost dépendent de l'évolution des propriétés mécaniques de la roche, de celles de la glace, en grande partie contrôlées par sa teneur en eau (surfusion, changement d'état), en air et impuretés, de la température et des infiltrations d'eau.

Cette communication propose de faire l'état des connaissances et des défis scientifiques qui animent la communauté du permafrost alpin. En s'appuyant sur des observations de terrains, des mesures *in-situ* (température, résistivité électrique), des modèles statistiques et à base physique, elle mettra en évidence (i) les questionnements autour des effets non-linéaires des échanges thermiques entre l'atmosphère et les terrains à permafrost, (ii) des changements de phase de la glace que ces terrains contiennent, et (iii) des couplages thermo-hydro-cryo-mécaniques non-linéaires qui défient la compréhension des déstabilisations de versant. Ces questionnements limitent actuellement la cartographie du permafrost à échelle fine (versant), l'anticipation de son évolution pour les décennies à venir et l'identification des terrains potentiellement instables et source de risques pour les infrastructures et les populations.

*Intervenant