

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM UMR 3589, Centre d'Etude de la Neige, St Martin d'Hères

Titre du stage : Caractérisation du matériau neige par test de pénétration du cône

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Pascal Hagenmuller (IPEF) et Isabel Peinke (doctorante)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : Pascal Hagenmuller ; 04 76 63 79 01 ; pascal.hagenmuller@meteo.fr ; Isabel Peinke ; isabel.peinke@meteo.fr

Sujet du stage :

Résumé du sujet de stage :

Les tests de pénétration du cône (CPT) sont couramment utilisés pour caractériser la stratigraphie du manteau neigeux, i.e., l'arrangement vertical des différentes strates de neige. Notamment, l'analyse des variations de la résistance à l'enfoncement avec la profondeur permet de classer le manteau neigeux en profils types plus ou moins susceptibles de contribuer à l'aléa avalanche. Au delà de cette analyse qualitative, un modèle a été proposé pour interpréter le CPT en termes de propriétés matérielles géométriques (masse volumique, surface spécifique) et mécaniques (résistance des ponts de glace, module élastique, résistance au cisaillement) de la neige (Löwe and van Herwijnen, 2012). Ce modèle s'appuie sur l'hypothèse que la résistance à l'enfoncement résulte de la somme de contributions indépendantes de ruptures élastiques des ponts de glace. Les mécanismes de déformation en jeu à la pointe du cône ont été étudiés, de manière détaillée, par des CPT suivis par tomographie aux rayons X (Peinke et al., 2017). Une zone de compaction autour de la pointe, dépendant des caractéristiques de la neige, est observée. Cette compaction influence la mesure par CPT et remet en question les hypothèses du modèle initial. C'est pourquoi des nouveaux modèles sont en cours de développement dans le cadre de la thèse I. Peinke et par d'autres groupes de recherche (e.g. Ruiz et al., 2017).

L'objectif de ce stage est d'évaluer par des expériences en chambre froide et des « expériences numériques » les modèles existants reliant le CPT à des caractéristiques matérielles de la neige et d'expliquer physiquement les déviations au modèle. D'une part, des échantillons de neige seront à la fois caractérisés par CPT haute résolution, avec des cônes de différentes taille (SMP, voir Schneebeli et Johnson, 1999), et par des mesures de masse volumique et de surface spécifique. Les expériences se feront sous atmosphère contrôlée en chambre froide avec le suivi de l'évolution d'une couche de neige par métamorphisme d'isothermie et de gradient. D'autre part, un modèle par éléments discrets relativement simple sera développé pour reproduire numériquement le CPT sur des échantillons synthétiques de neige avec une microstructure et des caractéristiques de la loi de contact variables.

Nature du travail attendu et compétences souhaitées

Ce sujet de stage comprend un travail expérimental et de modélisation par éléments discrets. La partie expérimentale demande un attrait spécifique pour le matériau neige et le froid ainsi qu'une grande rigueur méthodologique. Pour la partie modélisation et analyse, des compétences en mécanique des matériaux et/ou géo-mécanique ainsi qu'en informatique (Python) sont requises. Une expérience en modélisation par éléments discrets est un atout supplémentaire.

Références :

Löwe, H., and A. Van Herwijnen (2012), A Poisson shot noise model for micro-penetration of snow, *Cold Reg. Sci. Technol.*, 70, 62–70.

Peinke et al., (2017) Investigation of high-resolution penetration tests in snow by X-Ray tomography. SLAM3 Workshop, Davos, Switzerland.

Ruiz, S., A. Capelli, A. van Herwijnen, M. Schneebeli, and D. Or (2017), Continuum cavity expansion and discrete micromechanical models for inferring macroscopic snow mechanical properties from cone penetration data, *Geophys. Res. Lett.*, 44.

Schneebeli, M., C. Pielmeier, and J. B. Johnson (1999), Measuring snow microstructure and hardness using a high resolution penetrometer, *Cold Reg. Sci. Technol.*, 30(1), 101–114.