

Proposition de Sujet de thèse 2019

Laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :
CNRM - UMR 3589

Titre du sujet proposé :
Transport de la chaleur et de la matière dans la neige à l'échelle microstructurale

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) :
Samuel Morin, ICPEF, CNRM/CEN, HDR
Pascal Hagenmuller, IPEF, CEN/MANTO
Florent Domine, DR, UMI 3376, Québec, HDR

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :
pascal.hagenmuller@meteo.fr 04.76.63.79.01
samuel.morin@meteo.fr 04.76.63.79.03
florent.domine@gmail.com +1 418 656 3131 poste 407387

Résumé du sujet de la thèse

La neige est une interface entre l'atmosphère et les surfaces continentales et océaniques des hautes latitudes, qui en modifie considérablement le bilan d'énergie et d'eau. En particulier, la neige isole thermiquement les surfaces qu'elle recouvre et ce pouvoir isolant est quantifié par sa conductivité thermique, une variable qu'il est difficile de mesurer de manière fiable et continue en région éloignée comme l'arctique¹. Le gradient de température qui s'établit dans le manteau neigeux mène à un flux vertical de vapeur d'eau qui transfère ce composé depuis les sols et le manteau neigeux vers l'atmosphère, et ce processus essentiel dans le bilan hydrologiques des régions froides est pour l'instant imprécisément quantifié.

Les développements récents dans l'imagerie et l'analyse microstructurale de la neige permettent une compréhension détaillée des phénomènes de transport de chaleur et de matière dans la neige². Ceci ouvre d'importantes possibilités de tester nos méthodes de mesure et de modélisation relative à ces processus et finalement de paramétrer plus précisément les modèles physiques de neige et de climat. Cette thèse se focalise sur 2 processus : (1) la compréhension des processus de transport de chaleur lors de la mesure de la conductivité thermique de la neige par aiguille chauffée. Cette méthode, qui est la seule applicable aujourd'hui en mode automatique, est suspectée de présenter des artefacts³ qu'il est important de quantifier et de corriger en développant un algorithme adapté. (2) La diffusion de la vapeur d'eau dans la neige et d'autres milieux poreux comme les sols est complexe car elle fait intervenir des processus de sublimation-condensation des cristaux de glace qui contribuent au transfert de matière de manière encore non quantifiée⁴. Il est important de pouvoir calculer un coefficient de diffusion apparente de la vapeur d'eau afin de simuler précisément le métamorphisme de la neige, et donc toutes ses propriétés physiques, ainsi que le bilan hydrologique des surfaces enneigées.

Nature du travail: Le travail consistera à obtenir des images tomographiques haute résolution d'échantillons de divers types de neige, à réaliser des mesures de conductivité thermique et de bilan d'eau, et à réaliser des simulations sur les microstructures obtenues par tomographie afin d'interpréter les mesures.

Compétences souhaitées :

Expérimentation, méthodes numériques, traitement d'images, intérêt pour la cryosphère.

Références bibliographiques

1. Domine, F.; Barrere, M.; Sarrazin, D., Seasonal evolution of the effective thermal conductivity of the snow and the soil in high Arctic herb tundra at Bylot Island, Canada. *The Cryosphere* **2016**, *10* (6), 2573-2588.
2. Calonne, N.; Geindreau, C.; Flin, F., Macroscopic modeling of heat and water vapor transfer with phase change in dry snow based on an upscaling method: Influence of air convection. *J. Geophys. Res.* **2015**, *120* (12), 2476-2497.
3. Riche, F.; Schneebeli, M., Thermal conductivity of snow measured by three independent methods and anisotropy considerations. *The Cryosphere* **2013**, *7* (1), 217-227.
4. Colbeck, S. C., The vapor diffusion-coefficient for snow. *Water Resour. Res.* **1993**, *29* (1), 109-115.