

Soutenance de thèse de **Neige Calonne**

**« Physique des métamorphoses de la neige sèche :
de la microstructure aux propriétés macroscopiques »**

“Physics of dry snow metamorphism:
from the microstructure to macroscopic properties”

le vendredi 14 novembre à 10h00 dans l’amphi K118 du LEGI

Résumé : L'objectif général de la thèse est de contribuer à l'amélioration de nos connaissances sur les métamorphoses de la neige sèche et sur sa description physique, à l'échelle microscopique (grains de glace et pores) et macroscopique (couche de neige). Dans un premier temps, **la méthode d'homogénéisation** basée sur les développements asymptotiques à échelles multiples est appliquée à la physique des métamorphoses de la neige sèche. On présente ainsi les **descriptions macroscopiques équivalentes du transport de vapeur et de chaleur** dérivées à partir de la description de la physique à micro-échelle. On considère à l'échelle des grains la diffusion, la conduction, et la convection forcée, couplées aux changements de phase (sublimation et déposition). Dans un second temps, **les propriétés effectives de transport** impliquées dans les descriptions macroscopiques (conductivité thermique effective, coefficient effectif de diffusion de vapeur et perméabilité intrinsèque) sont estimées à l'aide d'images 3D de neige couvrant toute la gamme de masses volumiques et de types de neige. Enfin, on s'intéresse au **suivi temporel des métamorphoses**. Les liens entre la microstructure et les propriétés effectives d'une couche de neige sont mis en évidence au cours d'une métamorphose de gradient de température en utilisant des **images 3D**. On présente ensuite une cellule cryogénique que nous avons mise au point pour le suivi grain à grain par **tomographie** de l'évolution d'un échantillon de neige au cours de sa métamorphose, et qui s'utilise à température ambiante.

Abstract: The main objective of the thesis is to improve our knowledge about the dry snow metamorphism and its physical description, at the microscopic (ice grains and pores) and macroscopic (snow layer) scales. First, **the homogenization method** of multiple scale expansions is applied to the physics involved in dry snow metamorphism. This way, we present the **equivalent macroscopic descriptions of heat and vapor transfers** derived from the physical description at micro-scale. We consider at the grain scale the diffusion, the conduction, and the forced convection, coupled to phase changes (sublimation and deposition). In a second time, **the effective properties of transport** arising in the macroscopic descriptions (effective thermal conductivity, effective coefficient of vapor diffusion, and intrinsic permeability) are estimated from 3D images of snow spanning the whole range of density and snow types. Finally, the **monitoring of metamorphism with time** is considered. The relationship between the microstructure and the effective properties of a snow layer are investigated during a temperature gradient metamorphism using **3D images**. We present then a new cryogenic cell that we developed to monitor the grain to grain evolution of a snow sample by time-lapse **tomography** during the metamorphism, and which operates at room temperature.

Jury de thèse :

- Benoit Goyeau (Ecole Centrale Paris) - Rapporteur
- Martin Schneebeli (WSL/SLF, Suisse) - Rapporteur
- Ian Baker (Thayer School of Engineering, USA) - Examineur
- Sylvain Drapier (École Nat. Sup. des Mines de St-Étienne) - Examineur
- Luc Salvo (SIMAP - Grenoble INP) - Examineur
- Christian Geindreau (3SR) - Directeur de thèse
- Frédéric Flin (CNRM-GAME/CEN) - Co-directeur de thèse

Le plan d'accès à la salle de soutenance est au dos.

