

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre d'Études de la Neige, Centre National de Recherches Météorologiques
1441 rue de la piscine, 38400 Saint Martin d'Hères (campus de l'université de Grenoble)

Titre du stage : **Quel apport de la modélisation haute résolution de la neige pour la prévision du risque d'avalanche ?**

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage :

Léo Viallon-Galinier, Matthieu Lafaysse

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :

Léo Viallon-Galinier – leo.viallon@meteo.fr – 04.76.63.79.03

Matthieu Lafaysse – matthieu.lafaysse@meteo.fr – 04.76.63.79.28

Sujet du stage :

Contexte

La prévision du risque d'avalanche nécessite d'estimer la variabilité des propriétés physiques du manteau en montagne sur un large éventail de pentes et d'altitudes. Pour cela, les prévisionnistes s'appuient sur des réseaux d'observation et dans certains pays sur la modélisation numérique du manteau neigeux pour mieux appréhender l'extension spatiale et l'évolution temporelle des risques [Morin et al., 2020]. Néanmoins, la résolution actuelle des systèmes opérationnels ne répond pas à l'ensemble des besoins : la modélisation est soit appliquée sur des zones géographiques trop larges par rapport aux processus en jeu (en France ou au Canada par exemple) soit sur des points de mesure insuffisamment représentatifs de la variabilité des pentes (Suisse, par exemple). Ainsi, le Centre d'Études de la Neige développe un nouveau système numérique à haute résolution (250 mètres) nommé EDELWEISS [Lafaysse, 2023] permettant de représenter plus finement l'évolution du manteau neigeux ainsi que la représentation explicite de nouveaux processus comme le transport de neige par le vent [Baron et al., 2024].

Dans ce contexte, des outils de synthèse sont nécessaires pour que ces simulations permettent effectivement d'améliorer la prévision du risque d'avalanches. Des indicateurs basés sur notre connaissance de la mécanique du manteau neigeux ont été implémentés dans Crocus [Viallon-Galinier et al., 2022] mais n'ont pour l'heure été évalués que sur un nombre réduit d'observations et pas directement sur l'objectif final qui est de donner des informations spatialisées sur l'activité avalancheuse.

Objectifs du stage

L'objet de ce stage est d'évaluer la pertinence de ces indicateurs de stabilité du manteau neigeux et estimer l'influence des nouveaux processus représentés, en particulier le transport de neige par le vent sur les informations disponibles pour la prévision de risques d'avalanche, dans le cadre du passage à la haute résolution de la modélisation du manteau neigeux. On cherchera également à identifier l'échelle spatiale la plus pertinente pour l'analyse de la stabilité du manteau neigeux.

A partir d'observations d'avalanches naturelles et/ou provoquées issues des réseaux d'observations de Météo-France (réseau nivo-météorologique) [Giard et al, 2018] et de réseaux partenaires (Enquête permanente avalanche, EPA, INRAE-ONF), le ou la stagiaire pourra quantifier les corrélations avec les différents indicateurs de stabilité afin de fournir une première estimation de leur pertinence. Le stagiaire évaluera ensuite l'impact de la

modélisation du transport de neige par le vent sur les indicateurs de stabilité en comparant des simulations avec et sans transport de neige par le vent.

Dans le cadre du stage, une réflexion sur l'échelle spatiale pertinente pour l'interprétation des indicateurs de l'activité avalancheuse issue du modèle devra être menée afin d'identifier les échelles d'agrégation des simulations pertinentes pour la prévision du risque d'avalanche.

Les résultats de ce stage contribueront à l'amélioration de la prévision du risque d'avalanche en contribuant au passage à la haute résolution dans le cadre du projet EDELWEISS. Les analyses réalisées permettront de choisir les diagnostics les plus pertinents à proposer aux prévisionnistes pour leur permettre une meilleure compréhension des situations et donc une meilleure prévision du risque d'avalanche par Météo-France.

Bibliographie

M. Baron, A. Haddjeri, M. Lafaysse, L. Le Toumelin, V. Vionnet, and M. Fructus, "SnowPappus v1.0, a blowing-snow model for large-scale applications of the Crocus snow scheme," *Geoscientific Model Development*, vol. 17, no. 3, pp. 1297–1326, 2024, doi: 10.5194/gmd-17-1297-2024.

D. Giard et al., "L'approche participative au service de l'observation météorologique," *La Météorologie*, no. 100 Spécial Anniversaire 25 ans, p. 105, 2018, doi: 10.4267/2042/65152.

M. Lafaysse, "Modélisation numérique de la neige : la fin du déterminisme ?," *Habilitation à diriger des recherches*, Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2023. [Online]. Available: <https://hal.science/tel-04130109>

S. Morin et al., "Application of physical snowpack models in support of operational avalanche hazard forecasting: A status report on current implementations and prospects for the future," *Cold Regions Science and Technology*, vol. 170, p. 102910, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.coldregions.2019.102910.

L. Viallon-Galinier, P. Hagenmuller, B. Reuter, and N. Eckert, "Modelling snowpack stability from simulated snow stratigraphy: Summary and implementation examples," *Cold Regions Science and Technology*, vol. 201, p. 103596, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.coldregions.2022.103596.