



CNRM UMR 3589

Centre National de Recherches
Météorologiques

CNRM
42 av. G. Coriolis
31057 Toulouse-cedex
Tél. : 05.61.07.93.70
www.umr-cnrm.fr/

Proposition de Stage

Titre du stage : **Prévision des épaisseurs de neige fraîche sur les stations de ski françaises.**

Nom et statut des responsables de stage : Matthieu Lafaysse - Matthieu Vernay

matthieu.lafaysse@meteo.fr ----- 04 76 63 79 28; page web: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article984>

matthieu.vernay@meteo.fr ----- 04 76 63 79 16

Lieu du stage :

Centre d'Études de la Neige, Domaine Universitaire, 1441 rue de la piscine, 38400 ST MARTIN D'HERES

Sujet du stage :

L'épaisseur de neige fraîche est une variable dont la prévision revêt un fort enjeu en zone de montagne tant pour le grand public (enjeu touristique lié aux sports d'hiver) que pour les professionnels et acteurs de la montagne (enjeu économique lié à la gestion de neige sur piste et enjeu de sécurité lié au risque d'avalanches et à la viabilité hivernale du réseau routier d'altitude). Malgré les progrès de la Prévision Numérique du Temps (PNT), la prévision réaliste de cette variable reste aujourd'hui un défi du fait de sa très grande variabilité dans l'espace, en particulier en fonction de l'altitude. Par ailleurs, de nombreux processus physiques susceptibles de profondément modifier les quantités de neige au sol sont encore aujourd'hui mal représentés dans les modèles de PNT comme par exemple : la densité de la neige tombante variable en fonction de la température et du vent, le tassement mécanique de la neige au fur et à mesure de son dépôt, les variations importantes de l'altitude de la limite pluie-neige au cours d'un épisode perturbé.

Aujourd'hui, des prévisions d'épaisseur de neige fraîche sont produites automatiquement à partir d'algorithmes automatiques assez simples convertissant les quantités de précipitations prévues par le modèle de PNT global ARPEGE en épaisseur de neige. Ces prévisions automatiques sont diffusées sur le site internet et les applications smartphone de Météo-France pour le grand public ainsi que sur des sites extranets pour certains clients incluant des stations de ski. D'autres prévisions d'épaisseur de neige fraîche issues d'une expertise par les prévisionnistes des quantités de précipitations prévues par différents modèles de PNT (ARPEGE, AROME, IFS, etc.) et de considérations empiriques sur leur densité et leur tassement sont diffusées dans les bulletins d'estimation du Risque d'Avalanche et dans d'autres bulletins commerciaux.

Toutefois, le Centre d'Études de la Neige (CEN) a développé une modélisation physique de l'évolution du manteau neigeux (modèle Crocus) permettant :

- une quantification plus rigoureuse des différents processus expliquant la variabilité des épaisseurs de neige fraîche ;
- une quantification de l'incertitude des quantités de précipitations et de l'altitude de limite pluie neige dans les prévisions par l'utilisation de prévisions d'ensemble en entrée du modèle Crocus ;
- une estimation des épaisseurs de neige fraîche sur une gamme d'altitudes plus large que celle pouvant être raisonnablement couverte par l'expertise des prévisionnistes.

Un prototype du système, nommé PEARP-S2M, fonctionne en temps réel depuis 2015 jusqu'à une échéance de prévision de 4 jours. Bien que de premières évaluations prometteuses aient été réalisées par Vernay et al., 2015 sur l'hiver 2013-2014 dans les Alpes françaises, ce système reste insuffisamment évalué et pourrait être mieux valorisé auprès des prévisionnistes et des autres utilisateurs potentiels. Par exemple, nous souhaiterions développer des méthodes de post-traitement statistique qui apporteront une plus-value significative aux prévisions d'ensemble. Des méthodes de complexité variable, disponibles dans la littérature scientifique, pourraient être testées en premier lieu dans le cadre de ce stage.

Description du travail :

Le stage proposé se décline en 4 objectifs principaux :

- étendre les évaluations du système de prévision des épaisseurs de neige fraîche PEARP-S2M en tirant parti des séries de données beaucoup plus longues disponibles aujourd'hui et en rejouant de nouvelles

prévisions sur des situations anciennes grâce à de récentes expériences de "reforecast". On évaluera l'évolution de la prévisibilité entre 1 et 4 jours d'échéance.

- comparer de façon objective ces prévisions aux différents produits et méthodes utilisés actuellement par les prévisionnistes et par les algorithmes automatiques
- suivre des situations perturbées en temps réel à l'aide de l'outil de visualisation des prévisionnistes de Météo-France (Synopsis) pour :
 - documenter en détail des exemples de succès ou d'échec des différentes approches, et en expliquer les causes au cas par cas
 - comprendre les liens entre la situation synoptique prévue par les différents membres et les quantités de neige fraîche prévues
 - proposer de nouvelles visualisations des prévisions permettant de mieux répondre aux questions soulevées sur des situations spécifiques
- proposer un produit amélioré de prévision des épaisseurs de neige fraîche dans les stations de ski françaises tirant parti de la modélisation physique détaillée du manteau neigeux mais en y introduisant des méthodes de calibration ou post-traitement statistique grâce aux observations disponibles de précipitations et/ou d'épaisseur de neige fraîche. La méthode devra s'appliquer à l'ensemble des stations des Alpes et des Pyrénées françaises mais un focus particulier sera porté aux résultats obtenus dans les stations de la Plagne et les Saisies, dans le cadre du projet H2020 PROSNOW coordonné au CEN.

Compétences ou pré-requis souhaitables :

Les qualités requises pour ce stage sont d'une part un intérêt pour la prévision météorologique en temps réel et pour l'étude du manteau neigeux, et d'autre part des compétences de base en programmation informatique. Les développements informatiques s'effectueront en langage python. Des connaissances en statistiques pourraient également être appréciées.

Références :

Vernay, M., M. Lafaysse, L. Merindol, G. Giraud and S. Morin, 2015. Ensemble forecasting of snowpack conditions and avalanche hazard, Cold Reg. Sci. Technol. 120, 251-262 , Doi : 10.1016/j.coldregions.2015.04.010.

Informations pratiques :

Durée du stage : ~ 5 mois (1^{er} semestre 2018).

Salaire : Indemnités légales.

Les candidatures+CV sont à envoyer à matthieu.lafaysse@meteo.fr et matthieu.vernay@meteo.fr