



Proposition de Stage

Titre du stage : **Observation et modélisation du manteau neigeux sous une forêt d'épicéas au Col de Porte.**

Nom et statut des responsables de stage : Matthieu Lafaysse – Yves Lejeune

matthieu.lafaysse@meteo.fr ----- 04 76 63 79 28; page web: <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article984>
yves.lejeune@meteo.fr ----- 04 76 63 79 24

Lieu du stage :

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

Sujet du stage :

A l'échelle de la planète comme de la France métropolitaine, environ 30 % des surfaces continentales sont couvertes par des forêts. Sur les massifs montagneux français, cette couverture atteint 50 % des zones situées à plus de 600 mètres d'altitude. La présence d'une couverture forestière modifie de manière très significative l'évolution du manteau neigeux présent au sol par le biais de processus variés, complexes, et très variables dans l'espace : interception des précipitations par les arbres, modification des conditions météorologiques de surface par la canopée (vent, température), ombre du rayonnement solaire, rayonnement infra-rouge des arbres, etc. Par conséquent, l'impact de la présence de couverture forestière sur le manteau neigeux doit être représenté dans les modèles climatiques ou les modèles hydrologiques, à l'aide de schémas physiques adaptés pour représenter les interactions neige-forêt dans des simulations de grande échelle. Seul un nombre limité de modèles représentent ces processus aujourd'hui et avec des performances contrastées (Rutter et al, 2009). De plus, les sites d'observations détaillées du manteau neigeux sous couvert forestier sont également peu nombreux et certains processus sont en conséquence peu documentés.

Au cours de l'hiver 2016-2017, dans le cadre du projet SNOUF (SNOW Under Forest) de l'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble, une première campagne de mesures a été menée dans la forêt d'épicéas adjacente au site instrumenté « prairie » du Centre d'Etude de la Neige au Col de Porte dans le massif de la Chartreuse. Elle a permis de documenter la variabilité spatiale du manteau neigeux et des rayonnements incidents sous la forêt et de comparer l'enneigement de la forêt à celui observé dans la prairie instrumentée adjacente. Parallèlement, un effort a été mené depuis quelques années pour développer une nouvelle version du schéma de surface SURFEX/ISBA nommée MEB (Multiple Energy Balance, Boone et al, 2017) qui devrait à terme devenir la version utilisée dans les modèles hydrologiques et climatiques de Météo-France. MEB permet de représenter de manière plus explicite les échanges entre neige, sol et végétation à l'aide de couches de végétation distinctes permettant de mieux représenter à la fois la végétation haute et la couche de litière souvent épaisse et isolante qui recouvre le sol des forêts. MEB a été récemment couplé au modèle de manteau neigeux Crocus développé par le Centre d'Etudes de la Neige (Vionnet et al, 2012). Toutefois, les évaluations les plus détaillées de MEB menées jusqu'ici ont été réalisées dans des forêts de plaine non affectées par une couverture neigeuse durable. Les évaluations en régions froides ont seulement porté sur les flux turbulents et pas sur la qualité de la simulation du manteau neigeux (Napoly et al, 2017).

Les données collectées au Col de Porte sont une remarquable opportunité pour évaluer pour la première fois le système MEB-Crocus sous une forêt de résineux. Bien sûr, disposer d'une année d'observations reste insuffisant et la poursuite d'une collecte de données sur une nouvelle saison est indispensable. Toutefois, il est important de débiter dès à présent l'exercice de modélisation numérique et de comparaison aux observations pour orienter les mesures vers les processus les moins bien compris. Par exemple, les tous premiers essais de simulation réalisés font apparaître des lacunes évidentes dans le schéma d'interception de la neige par les arbres. L'observation des quantités de neige fraîche sous les arbres après les épisodes de précipitations doit donc être renforcée au cours de la seconde saison expérimentale.

Description du travail :

Les objectifs de ce stage sont :

- de participer à la seconde campagne de terrain par des observations hebdomadaires du manteau neigeux sous la forêt (carottes totales et stratigraphie), accompagnées d'observations renforcées des quantités de neige fraîche après les épisodes précipitants les plus marqués, permettant de quantifier la variabilité spatiale de l'interception de la canopée ;
- de réaliser des simulations du manteau neigeux avec le modèle MEB-Crocus sur la saison 2016-2017 en utilisant les forçages météorologiques mesurés au site « prairie » et de les évaluer avec le riche jeu de données collecté sur cette saison, permettant de contrôler la masse et l'épaisseur du manteau neigeux ainsi que la plupart des termes du bilan d'énergie (rayonnements absorbés, flux de chaleur entre le sol et la neige, etc.). La sensibilité des principaux paramètres de végétation sera testée, et on cherchera à proposer des ajustements des processus les moins bien représentés. En particulier, le schéma d'interception des précipitations (et plus particulièrement le devenir de la neige interceptée) pourrait être raffiné sans ajouter une trop grande complexité dans le modèle (comme par exemple la définition d'une densité prognostique de la neige interceptée).

Les conclusions de ce stage devraient permettre d'aboutir à une version consolidée du modèle MEB-Crocus pour pouvoir envisager ultérieurement des applications à plus grande échelle. Elles permettront également de mieux comprendre la variabilité spatiale de l'enneigement sous une forêt de résineux et d'apporter des recommandations sur la nécessité éventuelle d'autres saisons d'observation.

Compétences ou pré-requis souhaitables :

Les compétences requises pour ce stage sont un intérêt pour l'étude de la physique de la neige et pour l'observation de terrain, ainsi que des compétences de base en programmation informatique (travail en langage python pour le traitement des simulations et des observations, et travail en langage FORTRAN90 pour proposer des améliorations dans le schéma MEB-Crocus).

Références :

Boone, A., Samuelsson, P., Gollvik, S., Napoly, A., Jarlan, L., Brun, E., and Decharme, B.: The interactions between soil–biosphere–atmosphere land surface model with a multi-energy balance (ISBA-MEB) option in SURFEXv8 – Part 1: Model description, *Geosci. Model Dev.*, 10, 843-872, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-843-2017>, 2017.

Napoly, A., Boone, A., Samuelsson, P., Gollvik, S., Martin, E., Seferian, R., Carrer, D., Decharme, B., and Jarlan, L.: The interactions between soil–biosphere–atmosphere (ISBA) land surface model multi-energy balance (MEB) option in SURFEXv8 – Part 2: Introduction of a litter formulation and model evaluation for local-scale forest sites, *Geosci. Model Dev.*, 10, 1621-1644, <https://doi.org/10.5194/gmd-10-1621-2017>, 2017.

Rutter, N. et al.: Evaluation of forest snow processes models (SnowMIP2), *J. Geophys. Res.*, 114, doi:10.1029/2008JD011063, 2009.

Vionnet, V., Brun, E., Morin, S., Boone, A., Faroux, S., Le Moigne, P., Martin, E., and Willemet, J.-M.: The detailed snowpack scheme Crocus and its implementation in SURFEX v7.2, *Geosci. Model Dev.*, 5, 773-791, <https://doi.org/10.5194/gmd-5-773-2012>, 2012.

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 yves.lejeune@meteo.fr