

Toulouse, le 21 juillet 2017

A l'attention des Directrices/Directeurs d'Unités de Recherche associées au M2 SOAC

Chers collègues Directrices/Directeurs d'Unités,

Le M2 SOAC (parcours Dynamique du Climat et parcours Etudes Environnementales) sollicite vos équipes pour proposer des sujets de stage de recherche sur les thématiques scientifiques du master (<https://masters.obs-mip.fr/soac/>) pour l'année universitaire 2017-2018. D'une durée de 6 mois, ces stages pourront débuter dès le 1<sup>er</sup> février 2018 et devront finir impérativement avant fin septembre 2018.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **vendredi 29 septembre 2017**. Ceux-ci auront la possibilité de présenter au préalable leurs laboratoires (axes de recherches...) au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **lundi 18 septembre 2017** de 13h55-18h00 à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Nous diffuserons l'offre complète sur le site web du master à partir du **vendredi 6 octobre 2017** après validation par la Commission Pédagogique du master. Celle-ci n'interviendra pas sur l'attribution de stages, qui relève de la seule compétence des chercheurs proposant les sujets. Dès qu'une attribution sera conclue, nous remercions les chercheurs concernés de nous prévenir afin que le sujet soit retiré de la liste des propositions. Nous souhaitons clore la phase d'attribution vers la fin du mois de novembre 2017, ce qui laissera environ 2 mois aux étudiants/élèves pour contacter les chercheurs et visiter les laboratoires d'accueil.

Vous trouverez ci-après : le modèle de fiche à remplir pour chaque sujet de stage proposé (**sur 1 seule page et sans figure SVP**), et le guide du stage qui rappelle les objectifs de ces stages de recherche et qui sert de référence pour leur évaluation (à transmettre aux responsables de stage).

Pour nous faciliter la manipulation des nombreux fichiers (création d'un document de compilation), nous vous serions reconnaissants de nous retourner par mail les fiches de stage sur la page suivante au format .rtf et avec la nomenclature ci-après :  
**M2-SOAC-1718-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.rtf**

Nous vous remercions pour votre collaboration et vous adressons nos plus cordiales salutations.

Sylvain COQUILLAT

*Responsable UPS  
du M2 SOAC-DC*

Isabelle BEAU

*Responsable INPT  
des M2 SOAC-DC et SOAC-EE*

Dominique SERÇA

*Responsable UPS  
du M2 SOAC-EE*

## M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM, Centre d'Etudes de la Neige (CEN)

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

Nom et statut des responsables de stage : Matthieu Lafaysse, chercheur dans l'équipe Manteau Neigeux  
Matthieu Vernay, chercheur dans l'équipe Météorologie de Montagne

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage :  
[matthieu.lafaysse@meteo.fr](mailto:matthieu.lafaysse@meteo.fr) 0476637928 ; [matthieu.vernay@meteo.fr](mailto:matthieu.vernay@meteo.fr) 0476637916

Sujet du stage : La prévision des épaisseurs de neige fraîche 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 un défi du fait de sa grande variabilité en fonction de l'altitude. Par ailleurs, de nombreux processus physiques susceptibles de profondément modifier les quantités de neige au sol sont encore mal représentés dans les modèles de PNT : la densité de la neige tombante, le tassement mécanique de la neige au fur et à mesure de son dépôt, les variations d'altitude de la limite pluie-neige pendant 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 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 sont 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. Elles sont diffusées dans les bulletins d'estimation du Risque d'Avalanche et dans d'autres bulletins commerciaux.

Toutefois, le CEN a développé une modélisation physique de l'évolution du manteau neigeux (modèle Crocus) permettant (1) une quantification plus rigoureuse des différents processus expliquant la variabilité des épaisseurs de neige fraîche ; (2) 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 ; (3) 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 sur l'hiver 2014, ce système reste insuffisamment évalué et pourrait être mieux valorisé auprès des prévisionnistes et des autres utilisateurs potentiels. Par exemple, des méthodes de post-traitement disponibles dans la littérature scientifique pourraient apporter une plus-value significative aux prévisions d'ensemble.

Le stage proposé se décline en 4 objectifs principaux :

- 1) étendre les évaluations du système 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.
- 2) comparer de façon objective ces prévisions aux différents produits et méthodes utilisés actuellement par les prévisionnistes et par les algorithmes automatiques,
- 3) 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 ; comprendre les liens entre la situation synoptique prévue par les différents membres et les quantités de neige fraîche prévues ; et proposer de nouvelles visualisations des prévisions,
- 4) proposer un produit amélioré de prévision des épaisseurs de neige fraîche dans les stations de ski françaises tirant partie 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.

Les qualités requises pour ce stage sont un intérêt pour la prévision météorologique en temps réel et pour l'étude de la neige, et des compétences en programmation informatique. Les développements se feront en langage python.

## GUIDE DU STAGE

**Le stage de fin d'étude est une phase de formation de l'étudiant**, au cours de laquelle l'encadrant joue un rôle prépondérant et propose diverses activités répondant toutes à des objectifs particuliers :

1. *Travail bibliographique* : savoir resituer son sujet dans le contexte d'étude correspondant.
2. *Assimilation de méthodes, d'approches, de techniques* : savoir manipuler des données, utiliser et/ou développer un modèle, mener des expériences, mettre en place une approche ou une méthode afin d'obtenir des résultats nécessaires à l'analyse d'un problème, à la résolution d'une question scientifique ou industrielle.
3. *Rédaction d'un rapport* : savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté avec un choix judicieux d'illustrations (figures, tableaux...).
4. *Soutenance orale* : savoir présenter de façon synthétique ses travaux et défendre ses résultats devant une assistance au cours d'une série de questions/réponses.
5. *Effort de pédagogie* : savoir expliciter son propos devant une assistance dont tous les membres ne sont pas spécialistes du domaine présenté.

Le jury doit pouvoir évaluer les compétences acquises par l'étudiant dans ces diverses activités afin de vérifier que tous les objectifs de la formation ont été atteints. Cette évaluation est basée sur le rapport de stage, la soutenance orale et l'appréciation de l'encadrant de stage.

"Quelle réponse apporter à quelle problématique et avec quelle approche?" Ce questionnement peut servir de fil rouge à l'étudiant qui devra démontrer son esprit critique vis-à-vis des résultats obtenus et de la méthode de travail choisie, et faire preuve de qualités pédagogiques pour bien faire comprendre ses travaux. Il pourra, si possible, montrer les apports des différents cours qu'il a suivis pendant toute la durée du master. Par ailleurs, le jury doit pouvoir bien cerner le travail effectif et personnel de l'étudiant que ce dernier devra mettre en évidence en particulier dans son rapport écrit.

L'évaluation se fera en deux temps avec tout d'abord une **évaluation intermédiaire** courte mi juin 2018 (20% de la note de stage) destinée à informer l'Ecole Doctorale sur le potentiel des étudiants pour des contrats doctoraux :

- rapport synthétique de 5 pages (de l'introduction à la conclusion, références en annexe, format pdf, caractères de taille 12, marges de 2 cm minimum) ; soutenance orale de 8 minutes suivie de 5 minutes de questions.

Puis une **évaluation finale** en septembre 2018 (80% de la note de stage) :

- rapport de 30 pages maximum (1 résumé, 1 table des matières, 1 liste des acronymes, 1 liste des tableaux et figures, 1 introduction posant la problématique, resituant les questions abordées dans leur contexte scientifique, et présentant la démarche utilisée/suivie pour aborder cette thématique, 1 description de la méthodologie, 1 présentation des résultats ou des cas d'étude, 1 discussion, 1 conclusion avec des perspectives, 1 conclusion personnelle d'une demi-page (apport du stage), 1 bibliographie, format pdf, caractères de taille 12, marges de 2 cm minimum) ; soutenance orale de 20 minutes suivie de 5 minutes de questions.