

Toulouse, le 19 Juin 2023

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

Cher.e.s 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 2023-2024. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **15 février 2024**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2024**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu **mi mai 2024** et les soutenances finales **au cours de la semaine du 2 septembre 2024 (dates précisées ultérieurement)**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **mercredi 20 septembre 2023**. Vous aurez la possibilité de présenter vos laboratoires et sujets de stage proposés au sein de vos équipes au cours d'une séance devant les étudiants et élèves le **mardi 26 septembre 2023** à l'ENM (créneaux d'environ 15-20 minutes). Si votre unité de recherches est concernée par un prochain changement de direction et si vous le souhaitez, vous pourrez associer la future direction à tout ou partie de la démarche. Les propositions de stage auront été validées au préalable par la Commission Pédagogique du master. Nous diffuserons en parallèle l'offre complète sur le site web du master à partir du **mercredi 27 septembre 2023**. La Commission Pédagogique du Master 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 moitié du mois de décembre 2023, 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 .pdf et avec la nomenclature ci-après :

M2SOAC-2024-proposition-stage-LABORATOIRE-ENCADRANT.pdf

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

Véronique PONT

*Responsable UPS
du M2 SOAC-DC*

Olivier PANNEKOUCKE

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

Dominique SERÇA

*Responsable UPS du master
SOAC et du M2 SOAC-EE*

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Centre National de Recherches Météorologiques

Titre du stage : Évaluation de la fraction nuageuse prévue par le modèle de prévision numérique du temps AROME à partir d'observations au sol et satellitaires

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

Quentin LIBOIS, IPEF, Météo-France

Sébastien Riette, ITM, Météo-France

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

Quentin Libois : 05 61 07 96 03

Sujet du stage :

Contexte

Les modèles de prévision numérique du temps (PNT) sont au cœur de la prévision météorologique. Les principales variables d'intérêt pour le temps sensible sont la température et l'humidité proche de la surface, la vitesse du vent et les précipitations. Avec le développement des énergies renouvelables (EnR), les modèles de PNT suscitent de plus en plus d'intérêt pour prévoir des variables plus pertinentes pour ce secteur (vent à 100 m, couverture nuageuse etc.). C'est le cas par exemple des prévisions de rayonnement solaire (SW), fortement dépendantes de la capacité des modèles à prédire correctement la couverture nuageuse, et essentielles pour faciliter l'intégration des énergies solaires dans le mix énergétique national. Jusqu'à récemment, les performances du modèle AROME (le modèle à aire limitée de PNT utilisé à Météo-France ; Seity et al., 2011) en termes de rayonnement SW étaient mal connues. Des travaux récents ont permis d'évaluer la version opérationnelle d'AROME à l'aide des observations du réseau de pyranomètres de Météo-France, mais uniquement pour les situations dans lesquelles AROME prévoit une couverture nuageuse totale (Magnaldo et al., 2023). Il est donc essentiel d'étendre ce travail aux situations où la fraction nuageuse (i.e. la fraction du ciel où des nuages sont présents) est partielle, ce qui représente presque la moitié des situations nuageuses.

Objectifs du stage

L'objectif principal du stage est d'évaluer la fraction nuageuse prévue par AROME, afin de quantifier dans quelle mesure des erreurs liées à cette variable peuvent expliquer des erreurs de prévision de rayonnement SW.

Dans un premier temps l'évaluation s'appuiera sur trois types d'observations. Les données à la fréquence minute du réseau de pyranomètres de Météo-France seront analysées à l'aide de l'algorithme de Long et al. (2006) et fourniront une fraction nuageuse dans la direction du Soleil. Les mesures du réseau de télémètres donneront une indication complémentaire sur la fraction nuageuse au zénith. Enfin, les observations satellite à haute résolution des satellite Sentinel-2A et 2B fourniront une troisième estimation de la fraction nuageuse (Coluzzi et al., 2018). D'autres produits satellite (MODIS, CALIPSO) pourront aussi être utilisés selon l'avancement. Ces différentes estimations de la fraction nuageuse seront comparées entre elles puis comparées aux prévisions AROME.

Dans un second temps, une analyse plus poussée sera menée afin d'identifier à quels types de nuages sont associées les erreurs de fraction nuageuse les plus importantes. On s'intéressera en particulier à la hauteur et à la phase des nuages, en nous appuyant sur les observations du lidar spatial CALIPSO d'une part et sur les mesures de télédétection active (lidar, radar) réalisées sur le site instrumenté du SIRT. Les mesures du réseau opérationnel de lidars aérosol de Météo-France pourront aussi être utilisées à cet effet. Ces observations seront comparées à une climatologie détaillée de la fraction nuageuse et de sa distribution verticale dans AROME, qui sera établie à partir d'un an de prévision. Ce travail de stage pourra se poursuivre lors d'une thèse financée par le projet Fine4Cast dédié à la prévision du rayonnement solaire.

Références

Coluzzi, R., Imbrenda, V., Lanfredi, M., & Simoniello, T. (2018). A first assessment of the Sentinel-2 Level 1-C cloud mask product to support informed surface analyses. *Remote sensing of environment*, 217, 426-443.

Long, C. N., Ackerman, T. P., Gaustad, K. L., & Cole, J. N. S. (2006). Estimation of fractional sky cover from broadband shortwave radiometer measurements. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D11).

Magnaldo, M. A., Libois, Q., Riette, S., & Lac, C. (2023). Evaluation of surface shortwave downward radiation forecasts by the numerical weather prediction model AROME. *EGU sphere*, 2023, 1-32.

Seity, Y., Brousseau, P., Malardel, S., Hello, G., Bénard, P., Bouttier, F., ... & Masson, V. (2011). The AROME-France convective-scale operational model. *Monthly Weather Review*, 139(3), 976-991.

GUIDE DU STAGE DE FIN D'ETUDE (2023-2024)

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. *Support de communication (poster / rapport)*: savoir rédiger une synthèse de ses travaux dans un format imposé, en faisant preuve de clarté et d'esprit de synthèse, 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. **Pour les élèves/étudiants travaillant sur un sujet plutôt à connotation 'recherche'** évalué par le jury SOAC 'Recherche', une **évaluation, à mi parcours** du stage environ, est faite sous format poster et oral associé. A l'échéance de la durée complète du stage, **pour l'ensemble des étudiants/élèves**, l'**évaluation finale** est quant à elle 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.

Pour les évaluations à mi-parcours :

Présentation sous forme d'oral de 8 minutes d'un poster : du même type que ceux demandés en session poster d'un congrès scientifique, qui contiendra les éléments suivants : (i) état de l'art de la question scientifique abordée avec mise en avant du contexte scientifique ; (ii) état d'avancement des travaux ; et (iii) analyse des premiers résultats ; (iv) suite du travail et perspectives. 1 à 2 questions seront ensuite posées par le jury.

Le poster pourra être rédigé en anglais ou en français.

Pour les évaluations finales :

* Rapport de stage :

- 25 à 30 pages maximum dont le contenu indicatif est le suivant : 1 résumé, 1 table des matières, 1 liste des acronymes si le texte en utilise, 1 introduction (posant la problématique, resituant les questions abordées dans leur contexte scientifique ou industriel, 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.

- Possibilité de mettre des annexes (utiles pour l'équipe d'accueil) qui ne seront pas évaluées et dont la lecture ne doit pas être indispensable à la compréhension du rapport.
- Format impératif des 25 à 30 pages : police de caractères de taille 12, marges de 2,5 cm.

* Soutenance de stage :

- Présentation sous forme de diaporama (PowerPoint Windows XP ou Acrobat pdf) d'une durée de 15 minutes, suivie de 5 minutes de questions, en présence de l'encadrant, qui ne peut intervenir.
- Chaque soutenance est suivie de 5 minutes de délibération en présence du responsable de stage dans un premier temps, et en son absence dans un second temps.