

Toulouse, le 23 Juin 2022

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 2022-2023. D'une durée de **6 mois**, ces stages pourront débuter à partir du **15 février 2023**, ou plus tard selon convenance, et devront finir au maximum le **30 septembre 2023**. Les soutenances intermédiaires de stage auront lieu **début juin 2023** et les soutenances finales **au cours de la semaine du 4 septembre 2023 (dates précisées ultérieurement)**.

La date de retour des propositions de stage - via les Directeurs d'Unité - est fixée au **mercredi 21 septembre 2022**. 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 27 septembre 2022** 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 28 septembre 2022**. 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 2022, 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-2023-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*

Ludovic BOUILLOUD

*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 (Météo-France/CNRS)

Titre du stage : **Étude du coup de vent du 18 juin 2022 sur la Normandie à l'aide de simulations et d'observations à haute résolution**

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Lac Christine (CNRM/GMME) et Mandement Marc (CNRM/GMME/PRECIP)

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

christine.lac@meteo.fr 05 61 07 96 02

marc.mandement@meteo.fr 05 61 07 90 44

Sujet du stage :

Durant la soirée du 18 juin 2022, un coup de vent s'est produit après une journée estivale sur la côte Fleurie en Normandie, provoquant le décès d'un kitesurfeur à Villers-sur-Mer et plusieurs blessés atteints par des projectiles. Ce phénomène s'est manifesté par une brusque augmentation de la vitesse et une rotation du vent près du sol, associées à des nuages en rouleau entrecoupés de ciel clair (https://mobile.twitter.com/isabelle_v_po/status/1538483006146494466). Les premières analyses des observations indiquent qu'il pourrait s'agir d'une bore, associée à des ondes de gravité générées bien à l'avant d'une activité convective sur la Manche, et se propageant dans la couche limite stable marine de la baie de Seine. Ce phénomène de bore, déjà observé sur la région des Grandes Plaines aux États-Unis, a fait l'objet de quelques études permettant de mieux décrire les processus dynamiques le générant (Hartung et al., 2010 ; Haghi et al., 2019 ; Haghi et Durran, 2021). Dans notre cas, le contexte semble assez différent, car côtier : il s'agit donc de bien caractériser le phénomène, comprendre l'origine des ondes de gravité (convection ou autre) et identifier le phénomène d'amplification (piégeage, déferlement, encaissement en fond de baie de Seine, ...) menant à des intensités extrêmes. De plus, le phénomène de bore est habituellement associé à un faible changement de température près de la surface, voire un léger réchauffement (Haghi et al., 2019) : dans ce cas du 18 juin, on observe près de la surface un refroidissement rapide de la température à l'arrivée du train d'ondes, ce qui pourrait indiquer que le phénomène de bore n'est pas le seul impliqué dans le coup de vent.

L'évènement a été extrêmement difficile à prévoir : même si les modèles de prévision numérique du temps AROME (Brousseau et al., 2016) et AROME-PI (Auger et al., 2015) avaient bien prévu la rotation des vents, l'intensité des vents était sous-estimée et ne permettait pas de déceler les caractéristiques de fine échelle et les intensités exceptionnelles observées. On cherchera donc également à estimer la résolution spatio-temporelle nécessaire à la simulation de ce type d'évènement.

Pour progresser sur ces questions, le stage s'appuiera d'une part sur l'analyse des observations conventionnelles et issues d'objets connectés disponibles le 18 juin, et d'autre part sur des simulations avec le modèle numérique de recherche Méso-NH (Lac et al., 2018) en descente d'échelle depuis AROME, à 500 m et 100 m voire moins. L'objectif sera d'identifier les processus pilotant l'évènement, et de caractériser l'activité ondulatoire observée et simulée. On approfondira aussi les origines possibles de la génération des ondes de gravité et de l'amplification du phénomène. On pourra s'appuyer pour les simulations sur différents diagnostics de décomposition spectrale et de caractérisation des ondes (spectres d'énergie selon Ricard et al., 2013 ; diagrammes d'Hayashi selon Lac et al., 2002 ; paramètre de Scorer).

Au cours du stage, le(la) candidat(e) réalisera les travaux suivants :

- étude bibliographique sur les origines possibles du phénomène, dont la bore ;
- traitement et analyse des observations conventionnelles et d'objets connectés de l'évènement du 18 juin ;
- simulations Méso-NH avec grilles imbriquées jusqu'à 100 m au moins ;
- analyse spectrale des champs dynamiques simulés.

Références :

- Auger, L., Dupont, O., Hagelin, S., Brousseau, P. et Brovelli, P. (2015), AROME–NWC: a new nowcasting tool based on an operational mesoscale forecasting system. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 141, 1603-1611. <https://doi.org/10.1002/qj.2463>
- Brousseau, P., Seity, Y., Ricard, D. et Léger, J. (2016), Improvement of the forecast of convective activity from the AROME-France system. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 142, 2231-2243. <https://doi.org/10.1002/qj.2822>
- Haghi, K. R., Geerts, B., Chipilski, H. G., Johnson, A., Degelia, S., et al. (2019). Bore-ing into nocturnal convection. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(6), 1103-1121. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-17-0250.1>
- Haghi, K. R., et Durran, D. R. (2021). On the dynamics of atmospheric bores. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 78(1), 313-327. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-20-0181.1>
- Hartung, D. C., Otkin, J. A., Martin, J. E., et Turner, D. D. (2010). The life cycle of an undular bore and its interaction with a shallow, intense cold front. *Monthly weather review*, 138(3), 886-908. <https://doi.org/10.1175/2009MWR3028.1>
- Ricard, D., Lac C., Riette S., Legrand R., et Mary A. (2013). Kinetic energy spectra characteristics of two convection-permitting limited-area models AROME and Meso-NH, *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 139, 1327-1341. <https://doi.org/10.1002/qj.2025>
- Lac, C., Lafore J.-P., et Redelsperger J.-L. (2002). Role of gravity waves in triggering deep convection during TOGA COARE, *J. Atmos. Sci.*, 59, 1293-1316. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(2002\)059<1293:ROGWIT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(2002)059<1293:ROGWIT>2.0.CO;2)
- Lac, C., Chaboureau, J.-P., Masson, V., Pinty, J.-P., Tulet, P., Escobar, J., Leriche, M., Barthe, C., et al. (2018). Overview of the Meso-NH model version 5.4 and its applications, *Geosci. Model Dev.*, 11, 1929–1969. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-1929-2018>