

Laboratoire: Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM UMR 3589, Météo-France/CNRS)

Titre du stage: Prise en compte du cycle diurne des lacs dans le modèle opérationnel à aire limitée AROME

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

Adrien Napoly, Ingénieur des travaux de la météorologie

Patrick Lemoigne, Ingénieur des travaux de la météorologie

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

+33561079384; adrien.napoly@meteo.fr

+33561079824 ; patrick.lemoigne@meteo.fr

Sujet du stage:

La prévision du temps à échelle régionale à Météo-France est réalisée par le modèle atmosphérique AROME (Seity et al., 2011) couplé à la plateforme de modélisation de surface SurfEx (Masson et al., 2013). Cette dernière permet de modéliser les échanges avec l'atmosphère pour différents types de surfaces (océans, lacs, surfaces continentales, villes). Même si les lacs ne représentent qu'une faible occupation de la surface terrestre, ils sont présents en grand nombre et en particulier à nos latitudes moyennes de l'hémisphère nord. Par ailleurs, les lacs modulent les amplitudes diurnes et saisonnières de la température de la couche limite de surface et sont une source d'humidité. Jusqu'à présent les lacs ne sont pas explicitement modélisés dans les prévisions numériques opérationnelles et les températures de surface de ceux-ci sont initialisées de manière simpliste et restent constantes tout au long d'une prévision. L'enjeu de représenter correctement le cycle diurne de la température des lacs est de limiter les biais potentiels du modèle sur ces surfaces. En effet, ces températures permettent de déterminer les flux de vapeur d'eau et de chaleur entrant dans l'atmosphère, et il est donc important de les modéliser de la manière la plus précise possible.

Le modèle FLake (Mironov, 2008) permet de modéliser ces températures grâce à une approche 1D, et donc un faible coût, qui est adapté aux applications opérationnelles. Il est déjà utilisé dans différents systèmes de prévision, comme par exemple le système de prévision du Centre Européen de Prévisions Météorologiques à Moyen Terme (CEPMMT) ou du système allemand COSMO (Mironov et al., 2010), et a ainsi déjà fait ses preuves. D'autre part il est intégré à la plateforme SurfEx regroupant divers modèles de surface et peut ainsi être simplement activé. L'activation de FLake dans les simulations climatiques a été permis de réduire certains biais globaux dans des régions à forte densité de lacs (Le Moigne et al., 2016) et a démontré l'intérêt de ce modèle pour les simulations à grande échelle.

Dans un premier temps, le candidat commencera par prendre en main le modèle FLake en mode offline, c'est-à-dire avec atmosphère forcée, sur un jeu test de différents lacs. Cela lui permettra de comprendre la physique du modèle et de se familiariser avec les différentes variables mises en jeu. Ensuite, il s'agira de créer les conditions initiales sur le domaine France pour chacune des variables du modèle en se servant au mieux de climatologies existantes, du modèle IFS du CEPMMT ou encore de simulations forcées. Enfin, on pourra lancer et exploiter des simulations couplées (AROME-SurfEx) avec la paramétrisation activée et les comparer aux sorties opérationnelles. Ces comparaisons se feront à l'aide de scores déjà conçus mais aussi à échelle plus fines à l'aide de stations instrumentées situées sur et autour des lacs.

Compétences requises :

Le/la candidat/e devra être à l'aise avec la manipulation de données au travers d'un langage de programmation du type Python.

Références :

- Le Moigne, P., Colin, J., and Decharme, B., 2016. Impact of lake surface temperatures simulated by the FLake scheme in the CNRM-CM5 climate model. Tellus A 2016, 68, 31274, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusa.v68.31274>

- Masson, V., Le Moigne, P., Martin, E., Faroux, S., Alias, A., Alkama, R., Belamari, S., Barbu, A., Boone, A., Bouyssel, F., Brousseau, P., Brun, E., Calvet, J.-C., Carrer, D., Decharme, B., Delire, C., Donier, S., Essaouini, K., Gibelin, A.-L., Giordani, H., Habets, F., Jidane, M., Kerdraon, G., Kourzeneva, E., Lafaysse, M., Lafont, S., Lebeaupin Brossier, C., Lemonsu, A., Mahfouf, J.-F., Marguinaud, P., Mokhtari, M., Morin, S., Pigeon, G., Salgado, R., Seity, Y., Taillefer, F., Tanguy, G., Tulet, P., Vincendon, B., Vionnet, V., and Voltaire, A.: The SURFEXv7.2 land and ocean surface platform for coupled or offline simulation of earth surface variables and fluxes, *Geosci. Model Dev.*, 6, 929–960, <https://doi.org/10.5194/gmd-6-929-2013>, 2013.
- Mironov 2008: Parameterization of Lakes in Numerical Weather Prediction. Description of a Lake Model. Technical Report N°11, COSMO.
- Mironov, D., Heise, E., Kourzeneva, E., Ritter, B., Schneider, N., and Terzhevik, A., 2010: Implementation of the lake parameterisation scheme Flake into the numerical weather prediction model cosmo. *Boreal environment research* 15: 218–230.
- Seity, Y., P. Brousseau, S. Malardel, G. Hello, P. Bénard, F. Bouttier, C. Lac, and V. Masson, 2011: The AROME-France Convective-Scale Operational Model. *Mon. Wea. Rev.*, **139**, 976–991, <https://doi.org/10.1175/2010MWR3425.1>.