

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

Titre du stage: Évaluation et amélioration de la modélisation des processus froids des lacs avec le modèle FLake en vue de la mise en opérationnel dans ARPEGE-PNT

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

Adrien Napoly, Ingénieur des travaux de la météorologie

Patrick Le Moigne, Ingénieur des travaux de la météorologie

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

+33561079384; [adrien.napoly@meteo.fr](mailto:adrien.napoly@meteo.fr)

+33561079824 ; [patrick.lemoigne@meteo.fr](mailto:patrick.lemoigne@meteo.fr)

Sujet du stage:

La prévision du temps à échelle globale à Météo-France est réalisée par le modèle atmosphérique ARPEGE 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 et il est donc nécessaire de les représenter correctement.

Pour cela, le modèle FLake (Mironov, 2008), intégré à la plateforme SurfEx peut être utilisé pour modéliser la température de surface des lacs et ainsi être en mesure de calculer les flux de couplage (flux turbulents, radiatifs ...). FLake utilise une approche 1D, et donc à faible coût, adaptée aux applications opérationnelles. Il a récemment été activé à échelle globale dans un cadre recherche, menant à des résultats satisfaisants.

Les régions soumises à des températures froides et menant parfois au gel des lacs en surface ont été particulièrement étudiées ce qui a permis de mettre en évidence des défauts du modèle dans sa manière de faire geler la surface du lac. En particulier la date de fonte des lacs gelés semble être beaucoup trop tardive et les variations de température de surface sont trop brutales en cas de présence d'une couche de neige sur le lac.

Dans un premier temps, le(a) candidat(e) commencera par prendre en main le modèle FLake en mode offline, c'est-à-dire avec une atmosphère forcée, sur le lac ELA (Experimental Lake Area) au Canada. Plusieurs années de données d'observation détaillées sont disponibles sur ce lac (ex : température de surface, épaisseur de glace). Cela lui permettra de comprendre la physique du modèle et de trouver des solutions pertinentes pour les défauts de représentation de la glace et de la neige du modèle. Ces solutions pourront aller de simples configurations des paramètres du modèle à la refonte des paramétrisations des couches de neige/glace en utilisant par exemple le modèle de neige ES, lui aussi présent dans la plateforme SurfEX. Dans un deuxième temps les solutions proposées seront testées dans un cadre couplé et à échelle globale en utilisant le modèle ARPEGE-4dvar en vue d'une activation prochaine du schéma dans la chaîne opérationnelle de prévision du temps. Dans ce cadre global, des comparaisons aux réanalyses du centre européen ERA5 pourront aussi être utilisées pour aider à la validation à plus large échelle.

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., et al. : 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>.