

Laboratoire : CNRM

Titre du stage : Évaluation et calibration de schémas microphysiques dans AROME en se basant sur la campagne NAWDIC

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

Dr. Clément Strauss, Ingénieur de recherche au CNRM

Drs Benoît Vié et Clotilde Augros, chercheur.e.s au CNRM

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

clement.strauss@meteo.fr +33 561079429

benoit.vie@meteo.fr +33 561079305

clotilde.augros@meteo.fr +33 561078489

Sujet du stage :

Deux schémas microphysiques sont actuellement implémentés dans le modèle de recherche Més0-NH et le modèle opérationnel de fine échelle AROME. ICE3 (Pinty et Jabouille, 1998), utilisé en opérationnel depuis les débuts d'AROME en 2008, est un schéma qui considère 5 espèces différentes en plus de la vapeur d'eau et utilise une variable pronostique par espèce, le rapport de mélange (il est dit « à un moment »). LIMA (Vié et al., 2016 ; Taufour et al., 2024), dont les différentes versions (C2R2 puis MIMA) sont testées et employées dans Més0-NH depuis plus de 25 ans, considère les mêmes espèces mais peut utiliser deux variables pronostiques, le rapport de mélange et le nombre, pour certaines d'entre elles qu'il est possible de choisir (le schéma est « à deux moments » pour ces espèces).

LIMA a vocation à remplacer le schéma ICE3 dans la version opérationnelle AROME. C'est pourquoi, en parallèle des recherches visant à le rendre toujours plus réaliste, un travail d'évaluation approfondie de ses performances dans AROME est en cours. L'objectif est de mettre en évidence les apports de LIMA mais aussi ses défauts afin de pouvoir corriger ceux qui pourraient s'avérer problématiques dans un contexte opérationnel.

Certaines innovations utilisables avec LIMA et ICE3 (Wurtz et al., 2021, 2023 ; July-Wormit et al., 2026) ou seulement avec ICE3 (Dupont et al., 2024) sont aussi étudiées dans ce cadre. Ces modifications ont des effets positifs avérés (meilleure représentation de l'eau liquide surfondue et des enclumes des systèmes convectifs tropicaux) mais conduisent, lorsqu'elles sont ajoutées à AROME-ICE3, à une dégradation des scores de précipitations en hiver sur la métropole et de nébulosité quelle que soit la saison sur la métropole et les outre-mer.

Dans ce contexte, la campagne d'observation NAWDIC (North Atlantic Waveguide, Dry Intrusion, and Downstream Impact Campaign), qui a eu lieu durant les mois de janvier et février 2026 en Bretagne, dans le Munster en Irlande et au large de ces deux régions avec pour objectif un approfondissement de la compréhension des tempêtes, s'avérera très utile. Elle inclut, en effet, de nombreuses observations pouvant être utilisées en synergie avec les observations pérennes pour évaluer les schémas ICE3 et LIMA dans leurs différentes configurations et pour déterminer les valeurs optimales des paramètres libres des paramétrisations de la microphysique. On peut citer des profils de réflectivités radar et autres variables polarimétriques au dessus de sites instrumentés, des transects de ces mêmes variables le long de trajectoires de vols avion, des distributions du nombre de gouttelettes ou de cristaux en fonction de leur taille le long de ces trajectoires ou au sol et des contenus en eau ou en glace intégrés.

Le premier objectif de ce stage est de vérifier, à l'aide de toutes les observations in-situ de distributions dimensionnelles de neige, si la représentation proposée par Wurtz et al. (2021) est valable en métropole en hiver pour essayer de mieux comprendre la dégradation des scores dans AROME-ICE3 et proposer des pistes d'amélioration.

Le stage se poursuivra par un travail de modélisation et de comparaison aux observations (notamment aux observations radar à l'aide du simulateur de Augros et al., 2016) qui pourra s'appuyer sur la tempête Goretti. Celui-ci servira à évaluer l'impact de modifications de la microphysique (y compris les résultats du point précédent) sur la prévision des tempêtes hivernales et des précipitations associées.

Le(a) stagiaire retirera de ces travaux des compétences techniques en ce qui concerne les comparaisons modèle-observations mais aussi une meilleure compréhension des schémas microphysiques des modèles météorologiques et de la microphysique en général dans la mesure où il(elle) participera à l'interprétation des résultats.

Lien vers la page de la campagne NAWDIC : <https://www.nawdic.kit.edu/index.php>

Référence : Wurtz, Jean, et al. "Evaluation of the AROME model's ability to represent ice crystal icing using in situ observations from the HAIC 2015 field campaign." *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 147.738 (2021): 2796-2817.

5-6 mois