

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM, Météo-France/CNRS (Toulouse)

Titre du stage : **Estimation des erreurs d'un modèle de prévision météo par des simulations LES à très haute résolution**

Nom et statut des responsables de stage : **François Bouttier et Fleur Couvreur**

Coordonnées des responsables de stage : 05 6107 9825 francois.bouttier@meteo.fr, 05 6107 9633 fleur.couvreur@meteo.fr

Sujet du stage : ce stage vise à identifier, dans un cadre simplifié, les erreurs de modélisation dans le système AROME de prévision de Météo-France, grâce à une utilisation innovante de simulations numériques à très haute résolution (LES : *Large Eddy Simulations* avec maille de quelques mètres).

Contexte : pour remédier aux incertitudes de leurs prévisions, les centres météo utilisent une technique dite de *prévision d'ensemble* dans laquelle l'évolution future des erreurs de prévision est calculée avec des simulations numériques aléatoirement perturbées. On s'intéresse ici à l'ensemble PE-AROME qui comprendra en 2021 seize membres du modèle numérique AROME (maille 1,3km sur la métropole). Les performances d'une prévision d'ensemble sont sensibles à la représentation des erreurs de formulation du modèle atmosphérique, par des schémas de perturbation spécifiques.

La conception de ces schémas a jusqu'à présent été très empirique, car il est difficile d'observer directement la naissance des erreurs dans un modèle météorologique. Sous certaines conditions, un traitement de simulations LES, appelé *coarse-graining*, peut servir à estimer les erreurs d'un modèle à plus faible résolution: ici on va utiliser des LES du modèle Méso-NH pour estimer les erreurs d'AROME dans différentes situations météo idéalisées, représentatives de comportements typiques de la couche limite atmosphérique.

Problématique: la méthode proposée n'a été utilisée que dans des modèles à résolution 10 fois moindre. Son application à haute résolution va donc permettre d'explorer de nouveaux processus: tourbillons turbulents, nuages de convection peu profonde, etc., importants pour les prévisions à résolution kilométrique. On s'interrogera sur la stratégie de traitement des champs LES, et sur la robustesse des conclusions obtenues. Il sera intéressant d'interpréter le comportement des erreurs du modèle AROME à la lumière des processus physiques en jeu: cycle diurne, structuration d'inversions et de nuages... ces informations permettront de critiquer certains aspects des systèmes de prévision actuels.

Méthodologie: (1) prise en main d'un logiciel de traitement de sorties LES et analyse des tendances dans des boîtes de différentes tailles, à partir de LES préexistantes. On travaillera sur des simulations 3D de couche limite qui pourront former des nuages tels que des cumulus. (2) comparaison entre ces simulations LES et des simulations Arome en géométrie colonne 1D; estimation de statistiques des différences en termes d'erreurs du modèle AROME. (3) examen de rapport entre ces erreurs et l'activité des processus atmosphériques (turbulence, convection, physique nuageuse...).

Type de travail demandé: exécution et analyse de sorties de simulations numériques, interprétation physique des phénomènes simulés, synthèse des résultats. L'étape la plus importante sera l'interprétation physique, l'encadrement apportant son assistance sur les aspects les plus techniques.

Ce stage peut éventuellement déboucher sur un projet de thèse explorant ce sujet de manière plus détaillée, incluant des processus plus complexes (nuages précipitants, brouillard) et la comparaison à des mesures atmosphériques, dans le but d'améliorer les futurs systèmes de prévision.