

**Titre de la thèse :** Approche physique de la représentation des erreurs de modélisation en prévision d'ensemble atmosphérique

**Date et lieu de la soutenance :** vendredi 16 décembre 2022 à 14h, salle Joël Noilhan, bâtiment Navier

**Lien BlueJeans :** <https://bluejeans.com/446928624/1776>

**Equipe :** CNRM/GMME/PRECIP

**Composition du jury :**

- **rapporteurs :** Martin Charron (ECCC), Martin Leutbecher (ECMWF)
- **examineur/ices :** Jean-Luc Attie (LAERO), Frédérique Cheruy (LMD), Fleur Couvreur (CNRM/GMME/TROPICS), Alan Hally (Met Éireann), Laure Raynaud (CNRM/GMAP/PREV)
- **encadrant :** François Bouttier (directeur de thèse, CNRM/GMME/PRECIP)
- **invités :** Thierry Bergot (co-directeur de thèse, CNRM/GMME/PHYNH), Rachel Honnert (CNRM/GMAP/PROC)

**Résumé de la thèse :**

La prévision météorologique repose sur des modèles numériques qui ne représentent qu'imparfaitement l'atmosphère et son évolution. Estimer le degré de confiance, ou, de façon équivalente, le degré d'incertitude associé à une prévision est donc un enjeu essentiel, et est l'objectif principal de la "prévision d'ensemble", une approche qui consiste à combiner plusieurs scénarios alternatifs et équiprobables d'un même évènement, de façon à produire une prévision non plus déterministe mais probabiliste.

Un système de prévision d'ensemble est construit en introduisant des perturbations, d'une part dans les données d'entrée d'un modèle, et d'autre part dans le modèle lui-même. Pour perturber un modèle, il existe des méthodes relativement empiriques, où les perturbations sont réglées de façon à obtenir en moyenne des scénarios suffisamment différents les uns des autres, et des méthodes recherchant davantage de réalisme physique.

Dans cette thèse, on cherche à savoir si ces dernières méthodes, intéressantes d'un point de vue théorique et qui font l'objet de recherches récentes, ont un impact suffisant sur les résultats d'un modèle pour rendre possible leur utilisation opérationnelle dans un système de prévision d'ensemble. Pour cela, deux types de perturbations (POP : Process-Oriented Perturbations, et RPP : Random Parameter Perturbations) sont testés dans le modèle AROME de Météo-France, d'abord dans un cadre simplifié uni-colonne pour des situations de couche limite idéalisées, puis dans une configuration plus opérationnelle.

Les perturbations POP, qui visent à mieux représenter la variabilité des mouvements turbulents et convectifs sous-maille paramétrés dans AROME, sont étudiées et réglées grâce à la comparaison avec des simulations à haute résolution (LES). Leurs performances sont différentes selon les variables et le cas d'étude, et la comparaison avec les LES montre que leurs objectifs sont partiellement atteints.

La méthode RPP est elle utilisée pour perturber deux paramètres de réglage de la distribution de taille des gouttelettes nuageuses, intervenant dans les schémas microphysique et radiatif. Cette méthode perturbe efficacement le modèle mais introduit un biais par rapport à la référence, qui peut être en partie corrigé grâce à la résolution d'un problème inverse.

Les premiers tests réalisés avec une version 3D du modèle AROME montrent que les perturbations développées dans le cadre uni-colonne ont un impact significatif sur la simulation de deux situations météorologiques particulières, en revanche, les premiers scores statistiques sur une période d'un mois suggèrent un impact limité des perturbations POP de la turbulence et de la convection peu profonde.