

Doctorant : Mayeul Destouches

Titre de la thèse : Prise en compte des hydrométéores dans un schéma d'assimilation variationnel ensembliste appliqué au modèle de prévision AROME

Encadrants : Thibaut Montmerle et Yann Michel

Soutenance : jeudi 17 décembre 2020 à 15h en visioconférence.

Lien : <https://bluejeans.com/512142516>

Résumé de la thèse :

Un enjeu majeur en prévision numérique du temps est celui de l'initialisation temporelle des modèles de prévision. Cet état initial du modèle, appelé « analyse », est fourni par l'étape d'assimilation de données. Le schéma d'assimilation de données vise à combiner au mieux les mesures atmosphériques (les données) et les dernières prévisions disponibles, en fonction de leurs statistiques d'erreurs respectives. Cette thèse s'intéresse plus particulièrement à l'initialisation des hydrométéores, contenus en eau atmosphérique sous forme liquide ou solide. Les hydrométéores sont des variables pronostiques du modèle de prévision AROME, au même titre que la pression ou la température, mais leur initialisation n'est pas prise en compte dans le schéma d'assimilation opérationnel. L'objectif de cette thèse est d'ajouter les hydrométéores à l'analyse AROME, et de documenter l'impact de cet ajout sur la qualité des prévisions résultantes.

Le prototype de schéma d'assimilation variationnel ensembliste (3DEnVar) récemment implémenté à Météo-France, en permettant une description détaillée des statistiques d'erreurs de prévisions, permet d'envisager naturellement cet ajout des hydrométéores. Ce schéma utilise une approche Monte-Carlo pour estimer des covariances empiriques des erreurs de prévision. Le coût numérique d'une telle approche limite cependant la taille de l'échantillon à quelques dizaines de prévisions indépendantes. En conséquence, les covariances empiriques sont affectées d'un bruit d'échantillonnage non négligeable. La technique de la localisation est communément appliquée pour filtrer ce bruit, en particulier pour les corrélations entre points du modèle géographiquement éloignés. Cette technique rend ainsi l'approche 3DEnVar viable pour la prévision numérique du temps, mais demande cependant un réglage minutieux de la fonction de localisation.

Dans une première partie de la thèse, des longueurs de localisations optimales ont été diagnostiquées sur 8 cas d'étude, pour les hydrométéores et pour les variables classiquement assimilées. Pour cela, la méthode d'estimation choisie a dû être adaptée au cas particulier des hydrométéores, en répondant aux problèmes de discontinuité et d'hétérogénéité propres à ces champs. Une grande dépendance à la variable, à l'altitude et à la situation météorologique a été montrée. On note que les longueurs de localisation horizontale devraient être systématiquement plus courtes d'un facteur 2 à 6 pour les hydrométéores. En revanche, la localisation verticale optimale est similaire pour les hydrométéores nuageux et les variables classiques, tandis qu'elle est de plus longue portée pour les hydrométéores précipitants.

Dans un deuxième temps, des expériences cyclées d'assimilation et de prévision ont été menées sur une période estivale de 3 mois. Elles ont montré un apport significativement positif de l'initialisation des hydrométéores sur les prévisions de pluie, de couverture nuageuse et de pression de surface, même en l'absence d'observations directes d'hydrométéores. Cet apport diminue avec l'échéance, et persiste jusqu'à 12h pour la pression de surface et jusqu'à 6h pour la couverture nuageuse. L'apport d'un nouveau schéma de localisation dépendant de la variable a également été évalué, avec des résultats globalement neutres. Les premiers résultats avec un schéma de localisation dépendant de l'échelle semblent plus prometteurs.

Composition du jury :

Rapporteurs

M. Mark Buehner, (McGill University, Canada)

M. Emmanuel Cosme (Institut des Géosciences de l'Environnement, Université Grenoble Alpes)

Examineurs

M. Marc Bocquet (CEREA, École des Ponts ParisTech, Paris)

M. Jean-Pierre Chaboureau (Laboratoire d'Aérodynamique, Université Paul Sabatier, Toulouse)

Mme Véronique Ducrocq (Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse)

M. Arthur Vidard (Laboratoire Jean Kuntzmann, Université Grenoble Alpes)

Encadrants

M. Thibaut Montmerle (Météo-France, Toulouse), directeur de thèse

M. Yann Michel (Centre National de Recherches Météorologiques, Toulouse), co-directeur de thèse