

**CNRM, UMR 3589**

**SOUTENANCE DE THESE CNRM**

**mardi 7 décembre 2021 à 14h**

**Représentation des erreurs de modélisation dans le système de prévision  
d'ensemble régional PEARO**

**par Meryl WIMMER (CNRM/GMAP)**

**en salle J. Noilhan et en visioconférence**

**Lien BJ :** <https://bluejeans.com/373783124/6986?src=calendarLink>

**Résumé en français :**

Malgré une amélioration constante des modèles numériques de prévision du temps, ceux-ci restent toujours entachés d'erreurs. La représentation de ces sources d'erreurs est donc primordiale, en particulier dans les systèmes de Prévision d'Ensemble. La Prévision d'Ensemble AROME (PEARO) utilisée à Météo-France représente actuellement les incertitudes du modèle AROME en perturbant des tendances en sortie des paramétrisations physiques. Cependant, cette méthode présente de nombreux inconvénients dont une difficile interprétabilité physique des résultats. Ce travail de thèse s'intéresse à des méthodes plus physiques, s'appuyant sur la perturbation de paramètres au sein de ces paramétrisations.

Sur les conseils d'experts en physique, 21 paramètres incertains à perturber ont été sélectionnés. Des analyses de sensibilité utilisant les méthodes de Morris et de Sobol' ont permis de réduire cette liste aux huit paramètres ayant une influence forte sur les prévisions du modèle AROME. La méthode de Morris a en particulier permis de mieux caractériser la sensibilité du modèle aux paramètres d'un point de vue saisonnier, journalier, horaire mais aussi spatial. La méthode de Sobol' en revanche, en plus de confirmer les résultats de la précédente de Morris, a montré la présence d'interactions entre les paramètres.

Différentes techniques de perturbations des paramètres incertains ont ensuite été mises en place et évaluées. Celles-ci améliorent les performances de la PEARO pour la plupart des variables de temps sensible telles que le vent et les précipitations. Différentes méthodes d'optimisation se focalisant sur l'amélioration du score statistique CRPS ont été testées. Ainsi, un jeu de paramètres pour chaque membre de la PEARO a été identifié. Cependant, celles-ci engendrent un biais systématique des membres de la PEARO. La réduction aux huit paramètres les plus influents a montré des résultats similaires à la version perturbant l'ensemble des paramètres incertains, suggérant un potentiel coût de réglage des modèles atmosphériques plus faible. Enfin, d'un point de vue plus pratique, quelques études de cas ont permis de montrer le potentiel de ces méthodes de perturbations de paramètres à représenter l'erreur de modélisation.

**Résumé en anglais :**

Despite a continuous improvement of numerical weather prediction models, some forecast busts still occur due to a presence of error in models. The representation of the different

origins of model uncertainty is an important aspect, in particular in Ensemble Prediction Systems (EPS). The regional Ensemble Prediction System used at Météo-France, AROME-EPS, currently represents model uncertainties through the perturbation of global output tendencies of physical parameterization. However, this method presents some disadvantages such as a difficult physical interpretation of results. Thus, this PhD-thesis aims to study more physical model error representation methods, based on the perturbation of input parameters of the physical parameterization schemes.

Following advices of parameterization experts, 21 parameters to perturb, whose values are uncertain, have been selected. Sensitivity analyses using the Morris screening and Sobol' sensitivity indices, have led to reduce this list to eight parameters with a high impact on AROME forecasts. With the Morris method, the sensitivity of the AROME model to the parameters have been fully detailed according the seasons, days, hours and grid points. In parallel, the Sobol' method mostly confirms Morris' results and gives an insight of parameters interactions.

Several perturbed parameters techniques have then been set up and evaluated over long periods. They largely improve AROME-EPS performances for most near-surface variables including wind speed and accumulated precipitation. Different optimizations improving the statistical CRPS score have also been tested. Thus, a set of parameters have been identified for each AROME-EPS member. However, they induce a systematic bias of AROME-EPS members. Reducing the perturbation to the eight most influential parameters has shown similar results as the version perturbing the full set of parameters, suggesting a possible cheaper setting of weather prediction models. Finally, in a more practical way, some study cases have shown the possibility to use these perturbed parameters methods in order to represent model uncertainty.

#### Composition du jury :

M. Eric BLAYO – UGA (rapporteur)  
Mme Clémentine PRIEUR – UGA (rapporteuse)  
M. Jean-Pierre CHABOUREAU – LA (examinateur)  
M. Stéphane VANNITSEM – IRM (examinateur)  
M. Loik BERRE – CNRM/GMAP (directeur de thèse)  
M. Laurent DESCAMPS – CNRM/GMAP (co-directeur de thèse)  
Mme Agnès LAGNOUX – UT2J (invitée)