

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

Meryl WIMMER^{1,2,3}, Loïk BERRE^{2,4}, Laurent DESCAMPS^{2,3}, Laure RAYNAUD^{2,3},
Yann SEITY^{2,4}, Philippe ARBOGAST⁵
Météo-France & CNRS CNRM-GAME, Toulouse France
Contact : meryl.wimmer@meteo.fr

Introduction

Les prévisions du temps sont affectées par différentes sources d'incertitudes :

- les conditions initiales,
- les conditions à la surface,
- les conditions aux limites latérales,
- les **erreurs de modélisation**.

Différentes méthodes existent pour représenter ces erreurs de modélisation, notamment :

- l'approche multiphysiques : différents schémas de paramétrisations pour un même processus physique,
- le SPPT : perturbation stochastique des tendances de la physique. Approche actuellement utilisée dans la Prévision d'Ensemble AROME (PEARO) [Bouttier et al, 2012]

PEARO

La PEARO comprend 12 membres. Elle est basée sur le modèle AROME-France [Seity et al, 2011], couplée à certains membres de la PEARP (Prévision d'Ensemble ARPege), avec une résolution horizontale de 2,5km et produit des prévisions jusqu'à +45h/51h.

Objectif de la thèse

La méthode SPPT actuellement utilisée dans la PEARO présente un certain nombre de limitations.

L'objectif de la thèse est de développer une méthode alternative qui consiste à appliquer des perturbations stochastiques à certains paramètres des schémas de paramétrisation physique (approche **SPP**).

Étapes de la thèse

1. Identifier les paramètres issus des schémas de paramétrisations à perturber
2. Réaliser des **analyses de sensibilité** afin de déterminer un sous-espace des paramètres les plus pertinents
3. Mise en œuvre de la méthode de perturbation des paramètres (**SPP**)
4. Évaluation objective et subjective des performances du SPP (pluie et vent en particulier)
5. Validation via des mesures in-situ (SOFOG-3D, ...)

Étape 1 : Paramètres perturbés

Perturbation de 21 paramètres issus des schémas de paramétrisation d'AROME :

- **Rayonnement** (facteurs d'inhomogénéité)
- **Microphysique** (seuils d'autoconversion,...)
- **Turbulence** (minimum de longueur de mélange, constantes de corrélations, ...)
- **Diffusion** (diffusion horizontale semi-lagrangienne, ...)
- **Surface** (Nombre de Richardson critique,...)
- **Convection peu profonde** (Coefficient de fermeture, ...)

Étape 2 : Analyse de sensibilité

Méthode de **Morris** [Morris, 1991] :

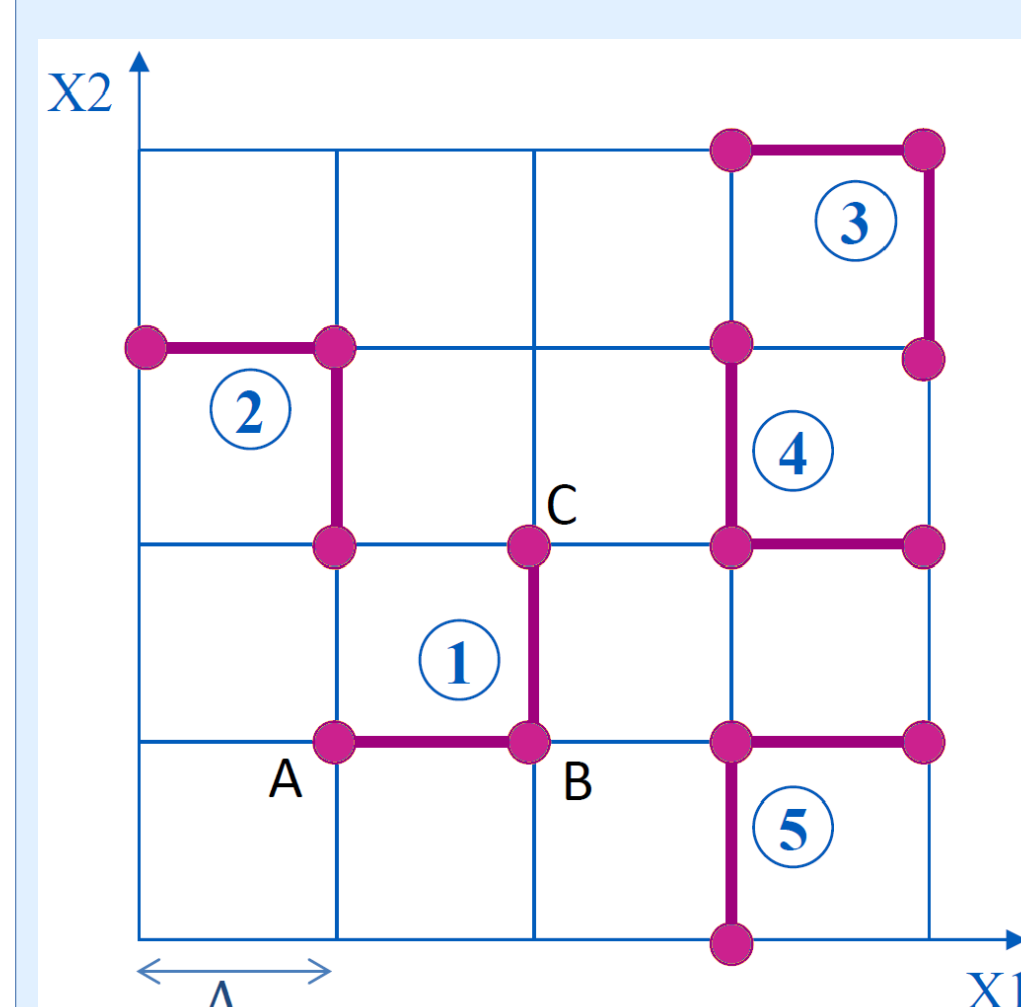
- coût relativement faible (300 prévisions nécessaires),
- permet de déterminer les paramètres ayant un fort impact direct mais pas les interactions entre paramètres.

Méthode de **Sobol'** [Sobol', 1992] :

- plus coûteuse (+1000 prévisions nécessaires),
- permet d'estimer ces interactions avec précision,
- nécessite de développer des métamodèles.

Premiers résultats d'analyse de sensibilité

Principe de la méthode de Morris :



5 trajectoires de Morris pour $k=2$

Paramètres : X_1, X_2 ($k=2$)

Trajectoires de Morris :
Modification de tous les paramètres les uns après les autres

Effet élémentaire (EE) :

$$EE_1 = \frac{f(B) - f(A)}{\Delta} \quad EE_2 = \frac{f(C) - f(B)}{\Delta}$$

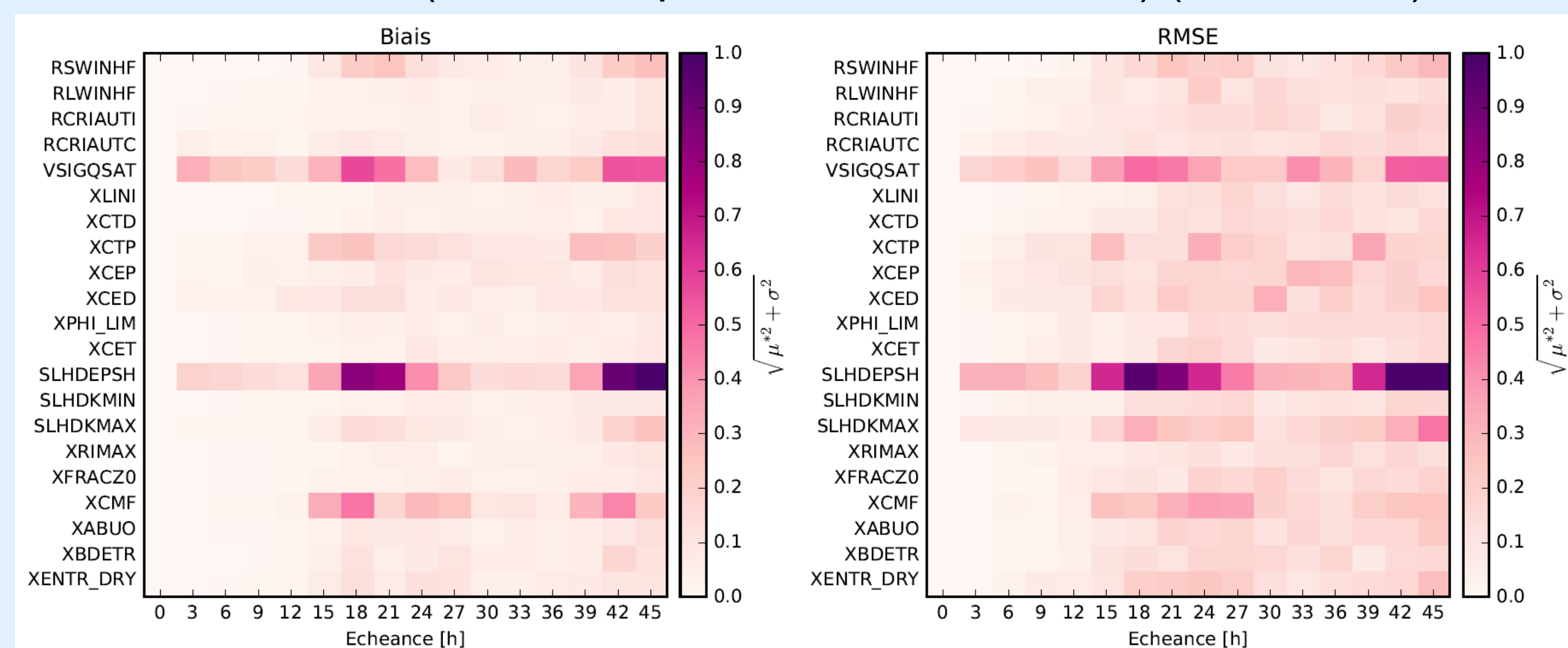
f : sortie du modèle

Répétition : r trajectoires de Morris $\rightarrow r(k+1)$ expériences

μ^* : moyenne des r |EE| (effet direct)

σ : dispersion des r EE (interactions + non linéarité)

Objectif : Évaluer l'influence des 21 paramètres sur les performances d'AROME (mesurées par le biais et la RMSE) ($k=21, r=12$)



$\sqrt{\mu^2 + \sigma^2}$ pour le biais (à gauche) et la RMSE (à droite) du cumul de précipitations sur 3h. Résultats obtenus pour 30 prévisions (du réseau de 21h) sur la période du 01/05/2018 au 30/07/2018

Références

- Bouttier, F., Vié, B., Nuissier, O., Raynaud, L. Impact of Stochastic Physics in a Convection_Permitting Ensemble. *Monthly Weather Review*, 140, pages 3706-3721, 2012
- Morris, M. D. Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. *Technometrics*, 33, n°2, pages 161-174, 1991.
- Seity, Y., Brousseau, P., Malardel, S., Hello, G., Bénard, P., Bouttier, F., Lac, C., Masson, V. The AROME-France Convective-Scale Operational Model. *Monthly Weather Review*, 139, pages 976-991, 2011.
- Sobol', I. M. Sensitivity estimates for non linear mathematical models. *Mathematical Modelling and Computational Experiments*, 1, pages 407-414, 1993