

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



Meryl WIMMER^{1,2}

Loïk BERRE³, Laurent DESCAMPS², Laure RAYNAUD², Yann SEITY³, Philippe ARBOGAST⁴

¹ Université de Toulouse III – Paul Sabatier

Météo-France ² DESR/CNRM/GMAP/RECYF, ³ DESR/CNRM/GMAP/PROC, ⁴ DIROP/PG

Contact : meryl.wimmer@meteo.fr



Introduction

Contexte : La prévision du temps, même à échelle convective, reste encore entachée d'erreurs dues, entre autres, aux erreurs de modélisation. La Prévision d'Ensemble cherche ainsi à représenter ces erreurs. Actuellement, dans la Prévision d'Ensemble AROME (PEARO), les erreurs de modélisation sont représentées par la perturbation des tendances physiques en sortie des paramétrisations (méthode dite SPPT) [Bouttier et al, 2016].

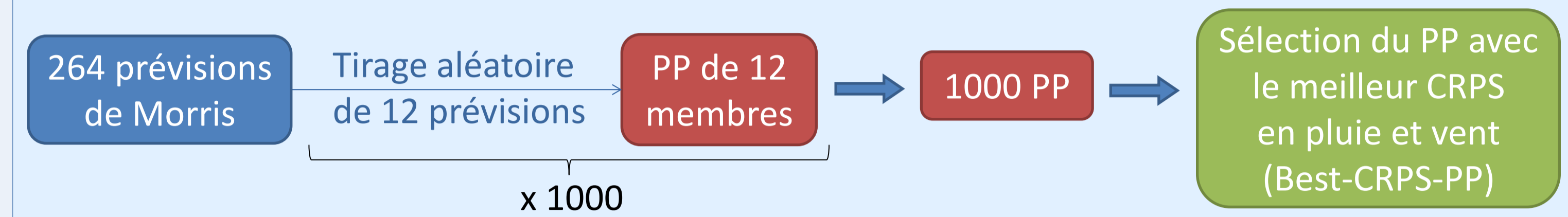
But de la thèse : Représenter les erreurs de modélisation dues aux paramètres incertains des paramétrisations

- 1) Etablir une liste de paramètres incertains des paramétrisations physiques et dynamique du modèle AROME [Seity et al, 2012]
- 2) Identifier les paramètres représentatifs de l'erreur de modélisation grâce à des analyses de sensibilité (Criblage de Morris et indices de Sobol')
- 3) Evaluer différents schémas de perturbations stochastiques des paramètres identifiés dans la PEARO

Différentes perturbations des paramètres pour représenter l'erreur de modélisation

Perturbation selon	membre	prévision	échéance	espace
Perturbed Parameter (PP)	✓			
Random Perturbed Parameter (RPP)	✓	✓		
Random Parameter (RP)	✓	✓	✓	
Stochastically Perturbed Parametrisation (SPP)	✓	✓	✓	✓

Optimisation de la méthode PP : Best-CRPS-PP



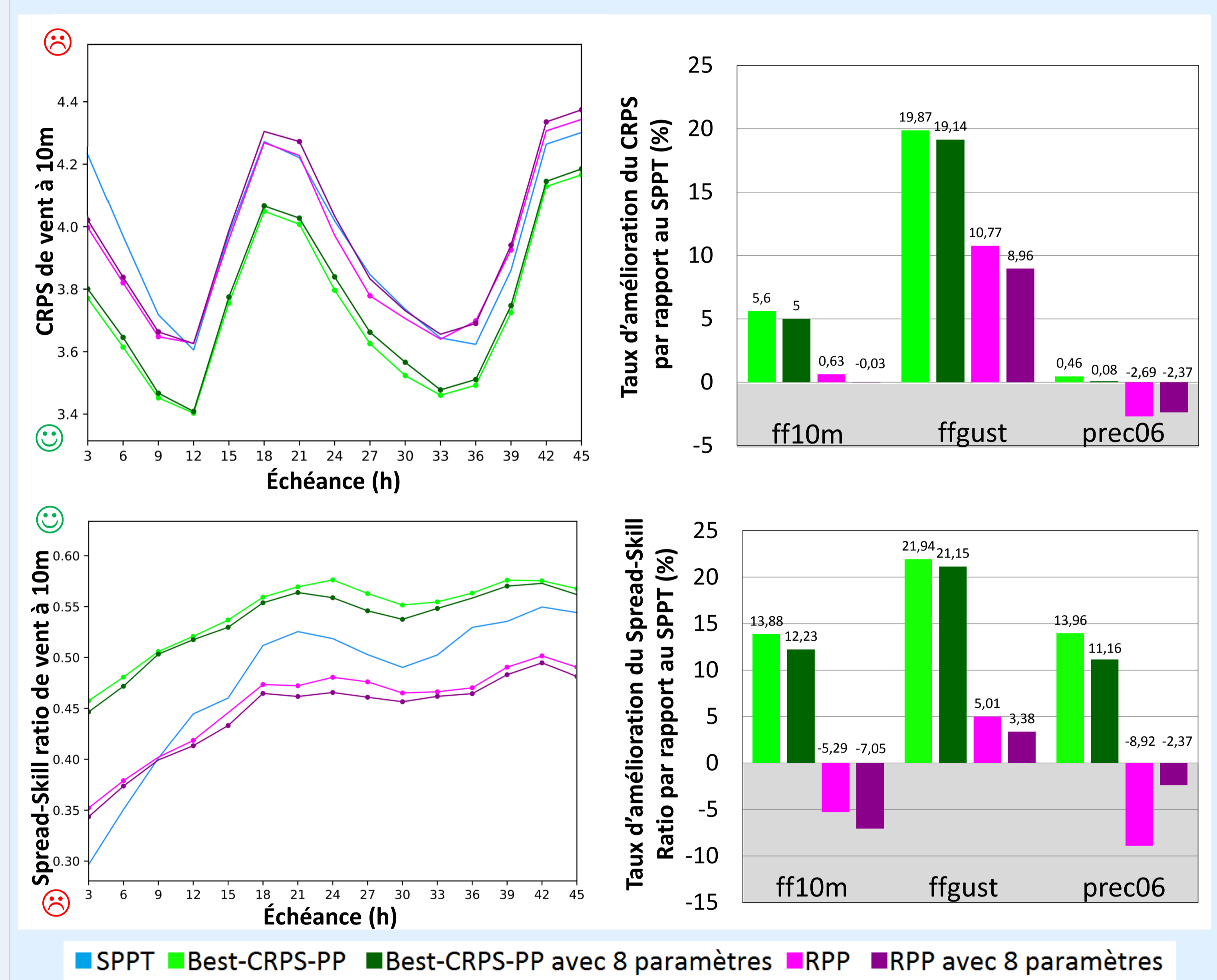
Liste des paramètres incertains

Listes de 21 paramètres issus des schémas de 6 paramétrisations physiques et dynamique d'AROME :

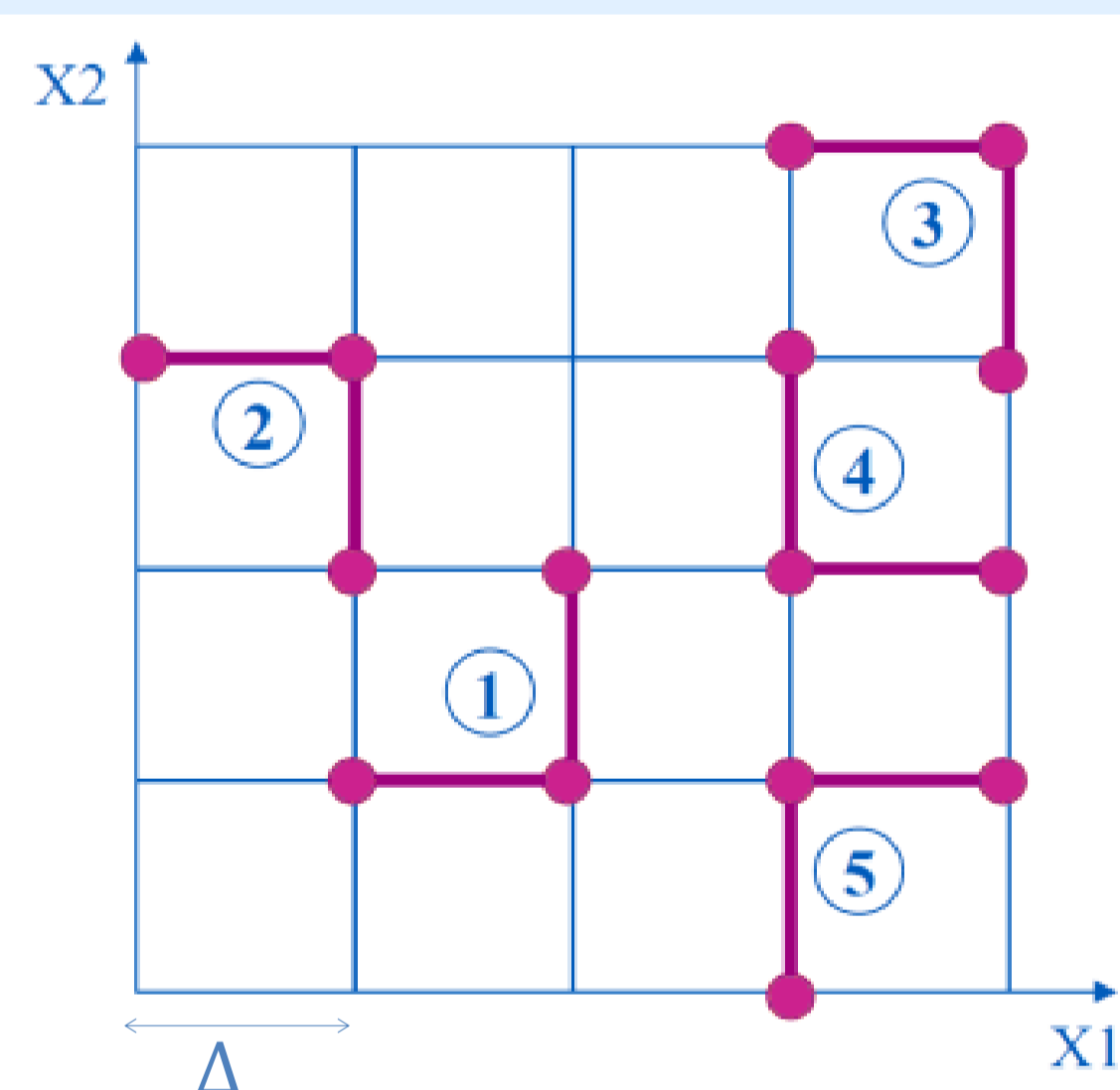
- **Rayonnement** : facteurs d'inhomogénéité
- **Microphysique** : seuils d'autoconversion de la neige et pluie, terme pour la condensation sous-maille
- **Turbulence** : minimum de longueur de mélange, constantes de corrélations, constantes pour le transport et la diffusion de l'énergie cinétique turbulente, ...
- **Diffusion** : force de la diffusion horizontale semi-lagrangienne, ...
- **Surface** : Nombre de Richardson critique, coefficient de personnalisation des traînées orographiques
- **Convection peu profonde** : Coefficient de fermeture, tuning de la contribution de l'entraînement, déentraînement et flottabilité.

Evaluation des schémas de perturbations stochastiques

Scores calculés sur une période de 31 jours allant du 01/05/2018 au 30/07/2018:



Méthode du criblage de Morris [1991]



Nombre de paramètres : $k = 2$
Paramètres : X_1, X_2

Trajectoire de Morris (ligne rose) :

- > Modification de tous les paramètres les uns après les autres
- > Calcul des effets élémentaires (EE) de chaque paramètre :

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

où f : sortie du modèle

Répétition : r trajectoires de Morris -> $r(k + 1)$ expériences

μ^* : moyenne des r $|EE|$ -> effet direct des paramètres

σ : dispersion des r EE -> interactions et non linéarité

Application au modèle AROME :

Sensibilité aux 21 paramètres identifiés ($r = 12, k = 21$)

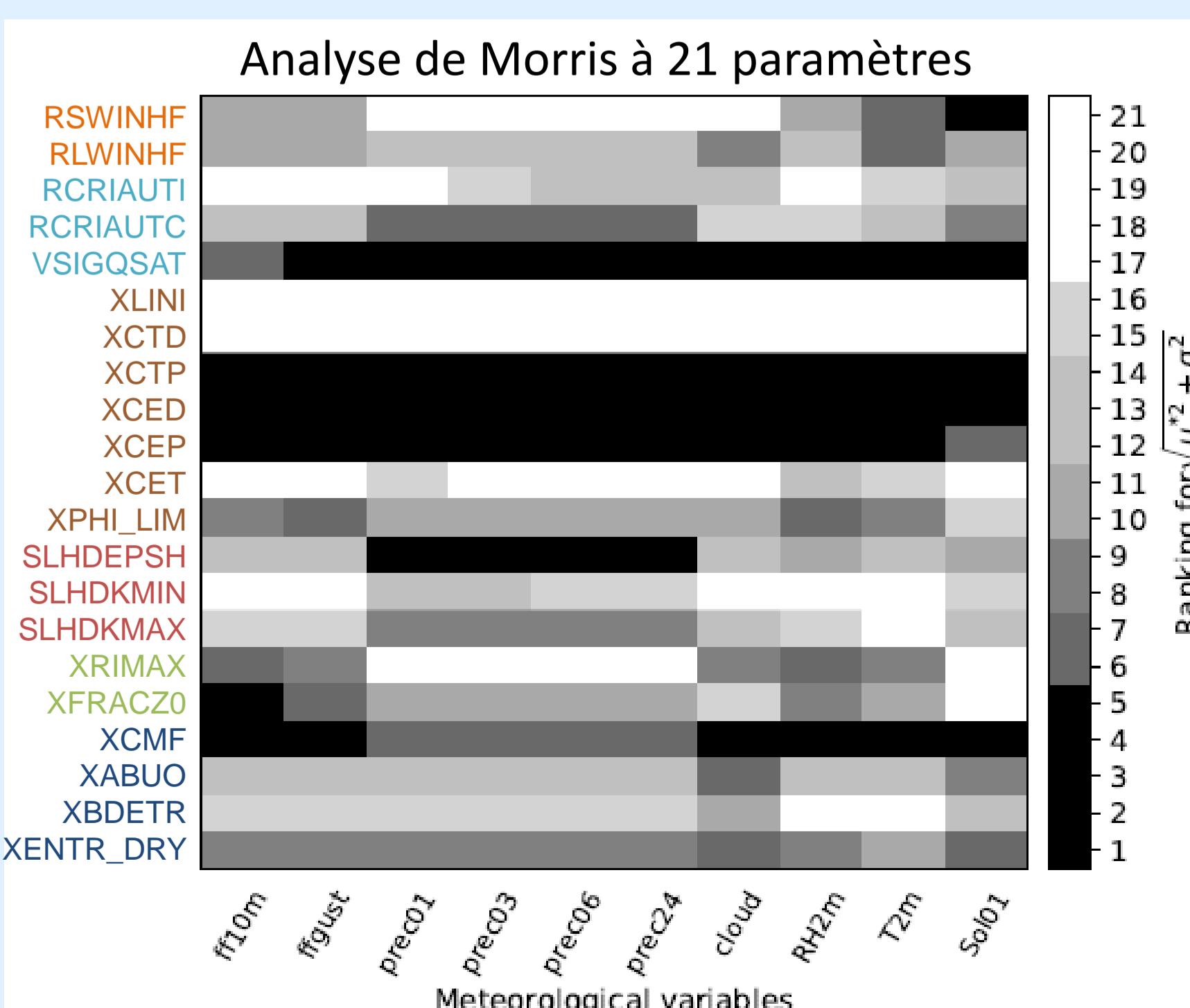
Analyse répétée pour 3 saisons différentes de 31 jours (été, automne et hiver)

$$r(k + 1) \times 3 \times 31 = 264 \times 3 \times 21 = 24\,552 \text{ prévisions}$$

Conclusion

- **Meilleurs résultats avec la méthode PP optimisée (Best-CRPS-PP)** qu'avec la méthode actuellement utilisée (SPPT) surtout sur le vent et rafales
- Méthode RPP donne de moins bons scores que la méthode PP optimisée voire pire que SPPT
- **Nécessité d'optimiser la méthode RPP**
- Peu de différences entre 21 et 8 paramètres : **réduction à 8 paramètres**

Listes de paramètres à perturber



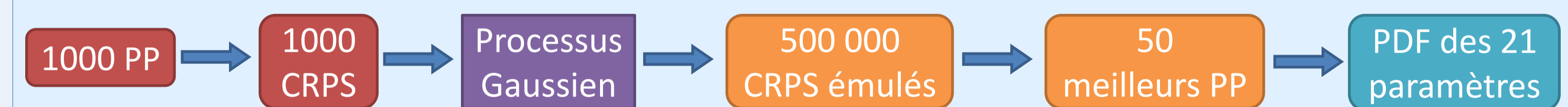
Classement des paramètres les plus influents selon la valeur de $\sqrt{\mu^* + \sigma^2}$ pour différentes variables météorologiques

➔ 8 paramètres représentatifs de l'erreur de modélisation sur différentes variables météorologiques :

RSWINH, VSIQSAT, XCTP, XCEP, XCED, SLHDEPSH, XFRACZ0, XCMF

Perspectives

➤ **Optimisation de la méthode RPP** avec les PDF obtenues à partir d'un émulateur de CRPS :



- Implémentation des méthodes de perturbations spatiales et temporelles des paramètres (SPP) utilisant les PDF établies avec l'émulateur de CRPS
- Etude de la **combinaison des méthodes PP et SPPT**
- Validation sur des **cas d'études** (Aude 2018, tempête Gabriel, Adrian, ...)

Références

- Bouttier et al, Impact of Stochastic Physics in a Convection-Permitting Ensemble. *Monthly Weather Review*, 2012
- Morris, M. D. Factorial sampling plans for preliminary computational experiments. *Technometrics*, 1991.
- Seity et al, The AROME-France Convective-Scale Operational Model. *Monthly Weather Review*, 2011.
- Sobol', I. M. Sensitivity estimates for non linear mathematical models. *Mathematical Modelling and Computational Experiments*, 1993