

## Sujet Stage M2

Laboratoire : CNRM

Titre du stage : **Exploration de l'assimilation de données multivariée pour la chimie atmosphérique**

Encadrant : Olivier Pannekoucke (Enseignant Chercheur HDR) et Vincent Guidard (Chercheur HDR) ; équipe CNRM/GMGEC/PLASMA

Contact : [olivier.pannekoucke@meteo.fr](mailto:olivier.pannekoucke@meteo.fr)

Sujet :

À Météo-France, la prévision de la composition chimique de l'atmosphère est réalisée à l'aide du modèle de chimie transport MOCAGE (CTM) dont l'état initial est estimé à l'aide d'une chaîne d'assimilation de données propre au modèle. Actuellement, l'assimilation de données des espèces chimiques est construite en assimilant les espèces indépendamment les unes des autres, ce qui correspond à une assimilation univariée. Il s'agit là d'une approximation très grossière qu'on souhaite relaxer. Pour cela il faut envisager une assimilation multivariée, ce qui passe par la modélisation et l'estimation des covariances d'erreur de prévision inter-espèce (Emili et al. 2016). L'objectif du stage sera d'étudier différentes approches pour la modélisation et l'estimation des fonctions de covariance d'erreur de prévision multivariée, et la caractérisation de leur évolution temporelle. On s'appuiera pour cela sur le formalisme du filtre de Kalman paramétrique (Pannekoucke et al. , 2016 ; Pannekoucke et al. 2018) et sur un outil de génération automatique de réseau de neurone pour apprendre la dynamique à partir des données (Pannekoucke and Fablet, 2020 ; Pannekoucke, 2020 ; github repository).

Le stage se déroulera au CNRM et bénéficiera d'un environnement scientifique stimulant avec des interactions avec d'autres laboratoires (CERFACS, Institut Mines Télécom-Atlantique).

Outils de développements : python, git, tensorflow.keras

Prérequis :

- assimilation de données, machine learning,
- une initiation à la chimie atmosphérique sera donnée dans le cadre du stage si besoin.

Référence :

E. Emili, S. Gürol, and D. Cariolle, "Accounting for model error in air quality forecasts: an application of 4DEnVar to the assimilation of atmospheric composition using QG-Chem 1.0," *Geoscientific Model Development*, vol. 9, no. 11, pp. 3933–3959, 2016, doi: 10.5194/gmd-9-3933-2016.

O. Pannekoucke, S. Ricci, S. Barthelemy, R. Ménard, and O. Thual, "Parametric Kalman Filter for chemical transport model," *Tellus*, vol. 68, p. 31547, 2016, doi: 10.3402/tellusa.v68.31547.

O. Pannekoucke, M. Bocquet, and R. Ménard, "Parametric covariance dynamics for the nonlinear diffusive Burgers' equation," *Nonlinear Processes in Geophysics*, vol. 2018, pp. 1–21, 2018, doi: 10.5194/npg-2018-10.

O. Pannekoucke and R. Fablet, "PDE-NetGen 1.0: from symbolic PDE representations of physical processes to trainable neural network representations," *Geoscientific Model Development* (to appear), 2020, doi: <https://doi.org/10.5194/gmd-2020-35>.

O. Pannekoucke, "opannekoucke/pdenetgen: pde-netgen-GMD." Zenodo, 2020, doi: 10.5281/ZENODO.3891101.

<https://github.com/opannekoucke/pdenetgen>

K. Singh, M. Jardak, A. Sandu, K. Bowman, M. Lee, and D. Jones, "Construction of non-diagonal background error covariance matrices for global chemical data assimilation," *Geoscientific Model Development*, vol. 4, pp. 299–316, 2011.