

Laboratoire : CECI-CERFACS

Titre du stage : Prédiction ensembliste pour l'assimilation de la composition de l'atmosphère

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : E. Emili (chercheur, CERFACS), V. Guidard (DR, CNRM)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : emili@cerfacs.fr (0561193183), vincent.guidard@meteo.fr (0561078469)

Sujet du stage :

Le CERFACS développe depuis des nombreuses années le système d'assimilation pour le code de transport-chimie de Météo France MOCAGE. Ce système est actuellement basé sur un algorithme de type variationnel. Il fournit les analyses opérationnelles pour la chaîne de prévision de la qualité de l'air en Europe (CAM5) et il est utilisé dans plusieurs projets de recherche sur l'assimilation des données satellites (gaz et aérosols) au CERFACS et au CNRM. Concernant la chaîne de prévision de qualité de l'air, une des limites principales du système d'assimilation actuel est l'absence de prise en compte de l'erreur modèle. Les prévisions de composition de l'atmosphère sont en effet sensibles non seulement à la condition initiale, mais aussi à une multitude de paramètres du modèle tels que les sources (émissions), puits, météorologie, rayonnement solaire, conditions au bord du domaine etc. En corrigeant le seul état initial des espèces chimiques, le gain en prévisions est rapidement perdu. La prise en compte de l'ensemble des facteurs d'incertitude dans un algorithme variationnel classique (3D/4D-Var) n'étant pas aisée, on a récemment exploré les possibilités offertes par une méthode de type hybride ensemble-variationnelle (4D-EnVar). Cela a permis de démontrer son efficacité par rapport au 3D-Var dans le contexte d'un petit modèle de transport-chimie idéalisé (Emili et al. 2016). Dans le cadre d'un nouveau projet Européen (SEEDS) on prévoit de développer une nouvelle chaîne d'assimilation ensembliste pour MOCAGE et d'évaluer sa plus-value.

Le sujet de stage concernera la mise au point et l'évaluation d'un ensemble des prévisions chimiques avec MOCAGE, qui constitue le point de départ pour la méthode 4D-EnVar. Après une première analyse sur le choix des paramètres du modèle à perturber, le candidat effectuera plusieurs ensembles de simulations sur le supercalculateur du CERFACS et en évaluera les résultats. Une première analyse de la dispersion de l'ensemble pour les variables d'intérêt (les espèces à assimiler) sera suivie d'une étude des corrélations spatiales, temporelles et entre espèces (à assimiler ou pas), qui vont déterminer l'étape d'assimilation. Aussi, une évaluation des ensembles par rapport aux mesures du réseau de qualité de l'air Européen (histogrammes de rang, reliability diagrams, Brier score) ou l'application de techniques de réduction du bruit d'échantillon pourront être envisagés dans un deuxième temps.

Le stage permettra de se familiariser avec les concepts de prévision d'ensemble et avec les outils opérationnels pour la composition de l'atmosphère. Une bonne maîtrise des outils informatiques (Python, Fortran) sera requise pour pouvoir traiter efficacement la grande quantité de données produite.

Emili, E., Gürol, S., & Cariolle, D. (2016). Accounting for model error in air quality forecasts: an application of 4D-EnVar to the assimilation of atmospheric composition using QG-Chem 1.0. *Geoscientific Model Development*, 9(11), 3933–3959. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3933-2016>