

## Proposition de Sujet de thèse 2019

Laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :  
**CNRM UMR 3589 (Météo-France, CNRS, Univ. de Toulouse)**

Titre du sujet proposé :

**Synergie entre capteurs passifs et actifs pour la caractérisation des aérosols à l'échelle régionale : Observation satellitaire et assimilation de données dans un modèle de chimie-transport**

**Nom et statut** (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (**préciser si HDR**) :

- EL AMRAOUI Laaziz (CR – HDR)
- CEAMANOS Xavier (CR)

**Coordonnées** (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

[laaziz.elamraoui@meteo.fr](mailto:laaziz.elamraoui@meteo.fr) (Tél. 05-61-07-97-67)

[xavier.ceamanos@meteo.fr](mailto:xavier.ceamanos@meteo.fr) (Tél. 05-61-07-96-43)

### **Cadre de la thèse :**

Ce sujet de thèse est proposé dans le cadre de l'amélioration de la représentation des différents types d'aérosols dans le modèle de chimie-transport MOCAGE de Météo-France, et plus particulièrement l'amélioration de la prévision de la qualité de l'air particulière à l'échelle régionale en utilisant, au sein d'un système d'assimilation, l'ensemble des observations satellitaires et/ou au sol disponibles. L'objectif principal est l'évaluation des capacités des observations de capteurs passifs en complémentarité avec les mesures de capteurs actifs à mieux détecter et caractériser les différents types d'aérosols spécialement dans les basses couches de l'atmosphère.

### **Nature du travail attendu et compétences souhaitées :**

Les aérosols atmosphériques, qu'ils soient d'origine naturelle ou anthropique, font l'objet de nombreuses recherches depuis plusieurs décennies en particulier du fait de leur implication dans le système climatique, le bilan radiatif terrestre, la dégradation de la qualité de l'air ambiant, la visibilité et leur rôle dans la chimie atmosphérique de façon générale. La qualité de l'air est souvent impactée par des événements extrêmes tels que le transport de poussières désertiques, les feux de biomasse ou les éruptions volcaniques. De ce fait, la surveillance de ces polluants particuliers est primordiale afin d'appréhender leurs effets en particulier sur la santé humaine.

La recherche en matière de qualité de l'air est généralement basée sur : i) l'utilisation des observations issues des différentes plateformes spatiales ou in-situ ou ii) sur l'utilisation des modèles numériques qui servent d'abord à mieux comprendre les processus physico-chimiques à l'origine de la pollution atmosphérique et ensuite prévoir l'évolution spatiotemporelle des différents types d'aérosols.

Concernant les observations, les méthodologies actuelles concernant la détection des aérosols s'appuient sur des observations issues de capteurs passifs (type spectroradiomètres) ou de capteurs actifs (type lidars). Les imageurs spatiaux basés sur des spectroradiomètres se caractérisent généralement par une bonne résolution horizontale qui permet de générer des cartes de contenu en aérosol intégré sur la colonne atmosphérique avec par conséquent une résolution verticale limitée. De l'autre côté les lidars spatiaux ou au sol ont une très bonne résolution verticale permettant la mesure de profils verticaux des propriétés des aérosols, mais avec une résolution spatiale très faible. Quant à la modélisation, elle a l'avantage de fournir à chaque point de grille du modèle une représentation spatio-temporelle détaillée des aérosols qui sont par ailleurs émis, transportés, et déposés ce qui permet d'avoir une distribution réaliste de tous ces types d'aérosols. Cependant, les modèles de façon générale, sont confrontés à des problèmes liés essentiellement à la condition initiale, la résolution spatiale, à l'inventaire des émissions et à la sensibilité des prévisions des différents polluants aux forçages dynamiques, ce qui peut induire un biais quant à la distribution des aérosols. Pour remédier à

ces difficultés, on fait souvent appel à l'assimilation de données qui consiste à corriger l'état global du modèle en y injectant des observations de façon continue au cours de son intégration. L'objectif étant de contraindre le modèle dans sa globalité afin d'avoir des champs du modèle les plus précis possibles par rapport à la réalité.

Le sujet de thèse vise donc à explorer et évaluer la valeur ajoutée des observations d'aérosols issues de ces deux types de capteurs au sein d'un système d'assimilation pour mieux représenter les différents types d'aérosols à l'échelle régionale dans le modèle de chimie-transport de Météo-France MOCAGE.

Dans un premier temps, nous évaluerons les performances de la complémentarité entre les mesures issues de capteurs passifs et celles issues de lidars au sein du système d'assimilation. Les deux types d'observations seront assimilées séparément et conjointement. L'évaluation des résultats des deux configurations sera faite en comparaison à des données indépendantes d'aérosols (satellites ou in-situ en termes de contenu en aérosol, particules en suspension, concentrations ou extinction). Une attention particulière sera apportée à la détection et le suivi des différents types d'aérosols, notamment concernant des événements extrêmes comme le passage de poussières désertiques, feux de forêts ou cendres volcaniques. Le but étant l'amélioration de la prévision de la qualité de l'air particulaire à l'échelle régionale au-dessus de la région Occitanie en France.

Dans un deuxième temps nous viserons à améliorer une méthode existante de restitution des aérosols (nommée AERUS-GEO) en utilisant une approche de synergie multi-capteur. Cette méthode estime actuellement l'épaisseur optique des aérosols à partir d'observations dans le domaine du visible du spectroradiomètre imageur SEVIRI à bord du satellite géostationnaire MSG. Ce travail nous amènera à tenter d'améliorer les restitutions d'AERUS-GEO par l'utilisation comme contrainte supplémentaire des informations sur le type d'aérosol issues des observations lidar. Également nous pourrions nous intéresser à l'utilisation d'observations SEVIRI dans le domaine de l'infrarouge thermique pour réaliser des inversions des poussières désertiques durant la nuit ce qui n'est pas possible avec les observations visibles. Cette partie de la thèse sera réalisée en étroite collaboration avec le groupe de météorologie spatiale du CNRM (CMES) à Lannion qui a l'expertise sur la détection des aérosols à partir de l'imagerie infrarouge thermique. Enfin, l'évaluation de l'apport du nouveau produit se fera en comparant l'assimilation des épaisseurs optiques AERUS-GEO améliorées par rapport aux assimilations réalisées dans la première partie de la thèse.

Le travail qui sera effectué dans cette thèse offre un cadre idéal pour évaluer le potentiel des capteurs passifs en complémentarité avec les lidars à mieux améliorer la représentation des aérosols dans le modèle MOCAGE et, par conséquent, à mieux prévoir la qualité de l'air à des échelles spatio-temporelles très fines (de l'ordre de l'heure à 20km) particulièrement durant des épisodes d'événements extrêmes.

La thèse se déroulera en plusieurs étapes, ainsi l'étudiant devra :

- 1) Se familiariser avec le modèle de chimie-transport MOCAGE ainsi qu'avec son système d'assimilation concernant les aérosols.
- 2) Prendre en main et améliorer l'algorithme existant AERUS-GEO pour la détection améliorée des aérosols à l'aide d'observations lidar et/ou infrarouge thermique.
- 3) Réaliser les différentes expériences d'assimilation concernant l'épaisseur optique des aérosols et les profils lidar d'une part et le produit amélioré de l'autre part.
- 4) Faire des retours sur les performances et les limites de chaque configuration en se basant sur les différents champs assimilés en comparaison à différentes données indépendantes d'aérosols.
- 5) Valorisation des résultats par des présentations dans des conférences et par des publications.