**Proposition de Sujet de thèse 2020** *(version in English -next page-)*

**Nom du laboratoire**:   
Laboratoire d’Aérologie (Toulouse) et CNRM (Toulouse)

**Titre**:

Caractérisation physico-chimique des évènements extrêmes en haute troposphère. Analyse combinée IAGOS-MOCAGE.

**Nom des responsable*s* de thèse:**   
Valérie Thouret (Laboratoire d’Aérologie) et Virginie Marécal (CNRM)

**Coordonnées**

Valérie Thouret : 05 61 33 27 40 valerie.thouret@aero.obs-mip.fr  
Virginie Marécal : 05 61 07 93 61 virginie.marecal@meteo.fr

Date de début : 1er octobre ou 1er novembre 2020, la thèse se déroulera à moitié au Laboratoire d’Aérologie et à moitié au CNRM.

Financement : Région Occitanie et Météo-France (demandes soumises)

**Résumé du sujet de la thèse**

Dans un contexte établi de climat changeant, de nombreux événements semblent perturber le système climatique et la pollution de l’air. En témoigne les feux de grande ampleur qui se sont déroulés en Californie (USA) en 2018, ou ceux plus récents en Nouvelle Galle du Sud (Australie) fin 2019 / début 2020. Il faut ajouter à cela les perturbations liées aux émissions anthropiques. Si ces dernières semblent diminuer dans de nombreux pays de l’hémisphère Nord, elles sont en augmentation dans des pays en pleine expansion économique.

L’objectif de cette thèse est de caractériser les évènements de pollution d’intensité extrême, au travers d’un traceur comme le monoxyde de carbone (CO). Le but premier est de déterminer les caractéristiques chimiques (concentrations en CO, ozone), dynamiques (quel mode majeur de transport) de ces événements, ainsi que d’établir leur variabilité spatiale et temporelle, sur l’ensemble de la troposphère et dans la région sensible pour le changement climatique qu’est la haute troposphère / basse stratosphère. Pour cela nous disposons d’une immense base de données d’observations de gaz traces sans précédent sur le globe grâce à l’infrastructure de recherche IAGOS (http://www.iagos.org). IAGOS utilise une flotte d’avions commerciaux (5 à 15) équipés d’analyseurs automatiques pour la mesure en continu de gaz traces (Ozone, CO, H2O, NOx, CO2, CH4), particules nuageuses et d’aérosols. En opération depuis 1994, IAGOS a permis de collecter des données le long de plus de 61 000 vols intercontinentaux représentant donc plus de 145 millions de points d’observations. L’analyse des composés chimiques observés simultanément et à haute fréquence/résolution depuis 2002 (ozone et CO) permettra de mettre en évidence les régions et saisons d’occurrences de panaches à forte pollution en CO (supérieurs aux percentiles 75, 90 et 99). L’utilisation de l’outil SOFT-IO (modèle lagrangien initialisé le long de chaque trajectoire de vol, couplé à un inventaire d’émission, pour faire le lien source-récepteur; Sauvage et al., 2017) permettra de déterminer les sources et régions d’émissions de ces panaches, qu’il conviendra de relier avec les régimes météorologiques permettant leur transport et dispersion à grande échelle (convection, systèmes frontaux, warm conveyor belt).

Dans un deuxième temps, il s’agira de confronter ces résultats au modèle global de chimie transport MOCAGE, développé par Météo-France, afin d’évaluer la capacité du modèle à reproduire ces diagnostics. Le modèle MOCAGE est un des outils intégrateurs les plus complets pour répondre aux questions posées sur les différents facteurs naturels et anthropiques contrôlant les variabilités régionales interannuelles des événements de pollution extrêmes dans la haute troposphère / basse stratosphère. Il est d’ailleurs utilisé dans le cadre du service opérationnel Copernicus Atmosphere Monitoring Service et des projets d’inter-comparaison de modèles CCMI qui servent de base aux évaluations du GIEC sur le volet chimie atmosphérique. Le modèle, une fois évalué, permettra alors de mieux comprendre l’évolution chimique de ces panaches et leur impact sur les distributions des gaz et particules impliqués dans la pollution et le changement climatique des régions réceptrices.

**Proposal for a PhD**

**Name of the laboratory**:   
Laboratoire d’Aérologie (Toulouse, France) and CNRM (Toulouse France)

**Title**:

Extreme pollution events in the upper troposphere: physical and chemical characterisation from a combined analysis of IAGOS and MOCAGE.

**PhD supervisors:**

Dr Valérie Thouret (Laboratoire d’Aérologie) and Dr Virginie Marécal (CNRM)

**Contact**  
Dr Valérie Thouret : 05 61 33 27 40 valerie.thouret@aero.obs-mip.fr

Dr Virginie Marécal : 05 61 07 93 61 virginie.marecal@meteo.fr

Starting date : 1st of October 2020 or 1st of November 2020, the PhD student will spend the first half of his thesis at Laboratoire d’Aérologie and the second half at CNRM.

Funding application submitted to: Région Occitanie and Météo-France

**Description**

In the context of climate change, numerous extreme events are additionally perturbing the climate system and the air pollution, as illustrated by the very widespread fires in California (USA) in 2018 and more recently in Australia (end 2019, early 2020). Anthropogenic emissions are adding their contribution to these severe events. While, the anthropogenic contribution is decreasing in many countries in the Northern Hemisphere thanks to regulations, it is increasing in countries with strong economical development.

In this context, the general objective of the PhD is to characterize the extreme pollution events via the use of a tracer like carbon monoxide (CO). The first aim is to determine the chemical (CO and ozone concentrations) and dynamical (main transport processes) characteristics of these events, as well as to establish their spatial and temporal variabilities over the whole troposphere, and more particularly in the upper troposphere/lower stratosphere that largely drives climate change. For this work, the very broad database of measurements over the globe provided by IAGOS research infrastructure (<http://www.iagos.org>) will be used. IAGOS is based on a fleet of commercial aircrafts (5 to 15) equipped with automatic samplers measuring continuously trace gases (ozone, CO, H2O, NOx, CO2, CH4), cloud particles and aerosols. In operation since 1994, IAGOS already contains data along more than 61 000 intercontinental flights leading to more than 145 million measurement points. The analysis of the chemical species measured simultaneously and at high frequency since 2002 (ozone and CO) will be used to find the regions and seasons of occurrence of CO plumes with very high concentrations (percentiles greater than 75, 90 and 99). The SOFT-IO tool (Lagrangian model initialised at each point of the flight trajectory providing the source-receptor link, Sauvage et al. 2017) will be used to determine the sources and regions of emissions of these plumes, that will then be linked to meteorological regimes leading to their transport and dispersion at large scale (convection, frontal systems, warm conveyor belt).

The second step will be to compare these results to global simulations with MOCAGE chemistry transport model (developed by Météo-France) in order to evaluate the ability of the model to reproduce these diagnostics. MOCAGE model is a complete integrating tool that can address the issues of the natural and anthropogenic factors that control the regional interannual variability of extreme pollution events in the upper troposphere and lower stratosphere. This is why it is used in the frame of the operational Copernicus Atmosphere Monitoring Service and of the CCMI international model inter-comparison exercise, which the is IPCC part devoted to atmospheric chemistry and composition. Once the MOCAGE simulation evaluated, it will be used to understand the chemical evolution of these plumes and their impact on gas and aerosol distribution leading to air pollution and climate change in receptor regions.