

M2 SOAC : Fiche de stage

Titre du stage: des mini-capteurs pour documenter la pollution atmosphérique pendant l'hiver Arctique

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage:

Brice Barret (CRCN CNRS), Chien Wang (MOPGA UPS)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage:

Brice Barret, Laboratoire d'Aérodologie, 05 61 33 27 43, brice.barret@aero.obs-mip.fr

Sujet du stage:

La région Arctique subit un réchauffement climatique particulièrement rapide résultant de l'augmentation des niveaux globaux de CO₂ mais aussi de polluants à courte durée de vie comme l'Ozone (O₃) ou le carbone suie particulaire. Par contre, certains aérosols comme les sulfates, les nitrates et le carbone organique ont tendance à refroidir la surface. L'O₃ et les aérosols sont aussi des polluants nocifs pour la santé humaine et l'environnement. Dans les villes arctiques, les faibles températures (-20°C en moyenne) conduisent à une augmentation des émissions par le chauffage domestique, les transports et la production d'électricité. Associé à une couche limite stable et peu profonde et des fortes inversions de température cela se traduit par des épisodes de forte pollution. Les modèles numériques ont des grosses difficultés à reproduire les épisodes de pollution avec des niveaux très élevés de sulfates et d'aérosols organiques observés dans cette région en hiver.

La campagne de mesures ALPACA qui aura lieu à Fairbanks (Alaska) en novembre-décembre 2019 (phase 1) et en janvier-février 2021 (phase 2) a pour objectif de documenter simultanément les conditions météorologiques (couches d'inversion, nuages bas) et la composition atmosphérique (gaz et aérosols) pour améliorer la compréhension de ces phénomènes. Fairbanks est en effet caractérisé par les niveaux de pollution hivernaux les plus élevés des Etats-Unis avec des niveaux de PM_{2.5} (particules fines) dépassant régulièrement les 35µg m⁻³ pendant 24 heures.

Le Laboratoire d'Aérodologie participera à cette campagne en déployant l'instrument MICROMEGAS équipé de mini-capteurs électrochimiques pour la mesure de gaz réactifs (CO/NO/NO₂/SO₂/O₃) sur un site en surface en 2019 et sur un drone pour cartographier la pollution sur la zone de Fairbanks en 2021. Ces mini-capteurs sont légers et peu coûteux mais ils doivent être calibrés et caractérisés avec soin. En effet, les signaux mesurés sont supposés être proportionnels aux concentrations du gaz cible mais ils dépendent aussi de la température, de l'humidité et potentiellement de la concentration d'autres gaz (par exemple les mesures de NO₂ et d'O₃ interfèrent). L'agence environnementale américaine (EPA) effectue des mesures routinières de gaz (CO/O₃/SO₂) et de particules (PM_{2.5}) sur le site et la campagne ALPACA 2019 à Fairbanks. Ces mesures de haute qualité de l'EPA permettront de calibrer et valider celle de MICROMEGAS.

L'objectif du stage est de déterminer la capacité de MICROMEGAS pour documenter les variations (diurne et inter journalière) des concentrations des gaz mesurés et leur lien avec les autres mesures de la composition atmosphérique (concentration, composition et distribution en taille des particules) et les conditions météorologiques (couverture nuageuse, couches d'inversion, vent, température). Dans un premier temps, le travail portera sur la mise en place de la procédure d'étalonnage et de calibration des mini-capteurs. Cette procédure sera basée :

- (i) classiquement sur la détermination de courbes d'étalonnage établies à partir de gaz étalons de concentrations variables
- (ii) sur des mesures d'air extérieur (au Laboratoire d'Aérodologie) avec des analyseurs précis en parallèle du système MICROMEGAS pour établir une base de données de la réponse des capteurs en fonction des multiples variables (composition et météo). Les observations ALPACA-MICROMEGAS et EPA (gaz et météo) pourront participer à cette base de données. Le stagiaire procédera alors à la mise en place d'un algorithme de « machine learning » de type « random forest » dont l'apprentissage se fera à l'aide de la BDD ainsi constituée.

Les deux méthodes (i et ii) pourront être comparées. Les données de la campagne ALPACA pourront alors être traitées et analysées.

Mots clés : mini-capteurs, qualité de l'air, Arctique, calibration, machine learning

Environnement informatique : Linux, Python, Matlab

Qualités requises : gout pour l'instrumentation et le traitement de données par IA, connaissance de Python