

Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM, CNRS-Météo France

Titre du stage : **ANALYSE CLIMATOLOGIQUE ET TENDANCES D'ÉVOLUTION DES AÉROSOLS URBAINS SUR LA RÉGION PARISIENNE PAR MESURES SATELLITAIRES**

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

Aude LEMONSU (CNRM,GMME,VILLE), Marine CLAEYS (CNRM,GMME,VILLE), Xavier CEAMANOS (CNRM,GMME,VEGEO)

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

05 61 07 97 52 / aude.lemonsu@meteo.fr

05 61 07 90 54 / marine.claeys@meteo.fr

05 61 07 96 43 / xavier.ceamanos@meteo.fr

Sujet du stage :

Contexte

Les villes modifient le climat local créant notamment des îlots de chaleur urbains (ICU). Ils traduisent l'anomalie positive de température de l'air fréquemment observée la nuit en ville par rapport aux zones naturelles environnantes. L'ICU est à la fois influencé par les caractéristiques urbaines (Houet et al., 2011) et gouverné par les conditions météorologiques locales, comme le vent ou la couverture nuageuse. Mais à ce jour, très peu d'études traitent des interactions entre aérosols urbains, rayonnement, et ICU (Jandaghian et al., 2020 ; Li et al., 2020). Pourtant, la concentration et la distribution des aérosols au-dessus des villes peuvent fortement varier, jusqu'à atteindre des valeurs très importantes. De plus, les aérosols ont un impact significatif sur le rayonnement solaire incident et tellurique, appelé effet radiatif direct via leurs capacités d'absorption et de diffusion qui diffèrent selon les types d'aérosols. Par conséquent, il est nécessaire de mieux qualifier, dans les atmosphères urbaines, la nature et la variabilité spatiale (horizontale et verticale) et temporelle des aérosols, pour l'estimation du bilan radiatif et l'étude des interactions avec l'ICU.

Objectif scientifique

Les données satellitaires constituent une source d'information particulièrement pertinente pour l'observation et le suivi des aérosols atmosphériques au-dessus des villes, et ce d'autant plus que les différents produits disponibles, de résolutions et fréquences différentes, apportent des informations complémentaires. Paris et sa région, où sont régulièrement observés des épisodes de pollution intense ($> 100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ selon AirParif), sont ici choisis comme cas d'étude, avec deux objectifs scientifiques :

1. Etudier le potentiel des données satellitaires pour le suivi et l'étude climatologique des aérosols au-dessus de zones urbaines.
2. Analyser les tendances d'évolution des aérosols urbains à l'échelle climatologique, saisonnière, et par type de temps.

Travail de stage

Partie 1 : l'étudiant devra constituer et étudier une climatologie d'une quinzaine d'années des aérosols atmosphériques sur le bassin parisien, en exploitant et combinant plusieurs produits satellitaires. Les deux produits principaux sont les cartes d'AOD (Aerosol Optical Depth) issues des mesures de SEVIRI (satellite géostationnaire MSG, produit AERUS-GEO) et de MODIS (satellites Aqua et Terra). Leurs résolutions horizontales respectives de 5 km et 1 km sont assez fines pour fournir un aperçu de la pollution urbaine et repérer un potentiel effet de la ville (Carrer et al., 2010). La fréquence journalière et la régularité des données AERUS-GEO en font un produit robuste, qui permettra de renforcer les données MODIS de plus haute résolution (Le Roy et al., 2019). Des données complémentaires pourront être également utilisées sur des événements particuliers (profils verticaux d'aérosols (mesures LIDAR), radiomètres et propriétés optiques des aérosols (Réseau AERONET).

Partie 2 : l'étudiant analysera ensuite cette longue série de données pour étudier les évolutions climatologiques et saisonnières des aérosols sur la zone. Puis il s'intéressera à qualifier la variation des cartes d'AOD selon l'évolution des conditions météorologiques locales, en lien également avec l'intensité de l'ICU. Il s'appuiera pour cela sur la classification en types de temps locaux disponible sur Paris (Hidalgo et al., 2018) pour qualifier les situations plus ou moins favorables à l'établissement de l'ICU, les données du réseau Météo France et les mesures de hauteur de la couche limite atmosphérique au SIRTa, à Trappes et à l'UPMC (site QUALAIR).

Bibliographie

Carrer, D., J.-L. Roujean, O. Hautecoeur, et T. Elias, 2010: Daily estimates of aerosol optical thickness over land surface based on a directional and temporal analysis of seviri msg visible observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 115 (D10).

Hidalgo, J. et R. Jougla, 2018: On the use of local weather types classification to improve climate understanding: An application on the urban climate of toulouse. *PLOS ONE*, 13 (12), 1–21.

Houet, T. et G. Pigeon, 2011: Mapping urban climate zones and quantifying climate behaviors an application on toulouse urban area (france). *Environmental Pollution*, 159 (8), 2180 – 2192.

Jandaghian, Z. et H. Akbari, 2020: Effects of increasing surface reflectivity on aerosol, radiation, and cloud interactions in the urban atmosphere. *Theoretical and Applied Climatology*, 139 (3-4), 873–892.

Le Roy, B., A. Lemonsu, R. Koukou-Arnaud, D. Brion, et V. Masson, 2019: Long time series spatialized data for urban climatological studies: a case study of paris, france. *International Journal of Climatology*, URL <https://doi.org/10.1002/joc.6414>.

Li, H., S. Sodoudi, J. Liu, et W. Tao, 2020: Temporal variation of urban aerosol pollution island and its relationship with urban heat island. *Atmospheric Research*, 104957.