

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM UMR-3589

Titre du stage : Exploitation des mesures de télédétection et in situ des campagnes NAWDIC et MAGIC-AVALON pour l'étude des brouillards côtiers

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

Théophile Costablos, IR Météo-France, theophile.costablos@meteo.fr 05 61 07 97 44

Frédéric Burnet, chercheur Météo-France, frederic.burnet@meteo.fr, 05 61 07 93 27

Sujet du stage :

Le brouillard est un phénomène difficile à prévoir en raison de sa faible extension verticale et de l'équilibre complexe des processus radiatifs, microphysiques, turbulents et dynamiques régissant son cycle de vie. Or, son impact socio-économique est considérable, perturbant les secteurs aérien, routier et maritime. Tirant profit du dispositif instrumental déployé sur le site du Centre de Météorologie Spatiale (CMS) à Lannion en Bretagne lors des campagnes NAWDIC, dédiée à l'étude des phénomènes hivernaux à fort impact frappant l'Europe de l'Ouest (<https://www.nawdic.kit.edu/>), et MAGIC-AVALON pour la validation de plusieurs nouvelles missions satellitaires (<https://magic.aeris-data.fr/magic-avalon/>), le CNRM a installé au CMS de décembre 2025 à juillet 2026 un dispositif innovant combinant mesures in situ et télédétection pour l'étude du brouillard. En particulier, un CDP et un MPS ont permis de mesurer l'évolution à la surface des propriétés microphysiques en termes de concentration, distribution et contenu en eau liquide, respectivement des gouttelettes de 2 à 50 μm et des gouttes de 25 à 1550 μm . Ce dispositif était complété par un lidar vapeur d'eau restituant le profil vertical de rapport de mélange jusqu'à 4 km, ainsi qu'un lidar Doppler et un radiomètre micro-ondes mesurant respectivement les profils verticaux de vent et température dans la couche de brouillard. Était aussi déployé un radar nuage BASTA 95 GHz fournissant la structure verticale de réflectivité et des vitesses Doppler.

L'objectif de ce stage est d'analyser ces données afin de documenter les propriétés microphysiques, thermodynamiques et turbulentes des brouillards échantillonnés au CMS de Lannion. Une vingtaine d'épisodes ont été enregistrés de mars à juin 2026. Ce site est en effet caractérisé par un climat océanique présentant un nombre de jour maximal de brouillard au printemps et été, contrairement aux climats continentaux où ce maximum est généralement observé en automne et hiver, et associé à des brouillards de type radiatif (Price, 2011).

On déterminera dans un premier temps le type de ces différents brouillards (radiatif, affaissement de stratus, advection ou évaporation). On analysera ensuite les données du lidar vapeur d'eau qui nous permettront pour la première fois de documenter avec précision l'évolution du profil de rapport de mélange avant, à la formation et à la dissipation du brouillard. En effet, Derbyshire (2019) a suggéré que le profil d'humidité près du sol est un facteur clé dans la formation du brouillard. Puis on utilisera les mesures du radar nuage, du radiomètre micro-ondes, du lidar Doppler et du rayonnement infrarouge pour caractériser la transition de brouillard optiquement fin à épais en suivant la méthodologie de Costablos et al. (2025). On se focalisera dans un second temps sur les données in situ au sol pour documenter l'évolution des propriétés microphysiques à partir des distributions dimensionnelles du CDP et du MPS. Il s'agit en particulier de documenter la présence de grosses gouttelettes et de bruine qui peuvent être produites par le processus de collision-coalescence durant la phase de développement du brouillard (Mazoyer et al., 2022). Ces deux instruments permettront enfin de caractériser l'atténuation subie par le BASTA dans le brouillard, dans la continuité des travaux de M2 de T. Lespille sur l'atténuation par la pluie à partir de 14 cas d'étude de la campagne NAWDIC.

Référence

Price, J.: Radiation Fog. Part I: Observations of Stability and Drop Size Distributions, *Boundary-Layer Meteorology*, 139, 167–191, <https://doi.org/10.1007/s10546-010-9580-2>, 2011

Derbyshire, S. H.: Stable boundary-layer relative humidity profiles and the conditions for onset of radiation fog over land, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 2292–2307, <https://doi.org/10.1002/qj.3558>, 2019.

Costablos, T., Burnet, F., Lac, C., Martinet, P., Delanoë, J., Jorquera, S., and Fathalli, M.: Vertical profiles of liquid water content in fog layers during the SOFOG3D experiment, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 25, 6539–6573, <https://doi.org/10.5194/acp-25-6539-2025>, 2025

Mazoyer, M., Burnet, F., and Denjean, C.: Experimental study on the evolution of droplet size distribution during the fog life cycle, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 11 305–11 321, <https://doi.org/10.5194/acp-22-11305-2022>, 2022