

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : CNRM UMR-3589

Titre du stage : Analyse des données du radar nuage scannant pour l'étude expérimentale du cycle de vie des brouillards de la campagne SOFOG3D

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

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

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

Thomas Lauwers, chercheur Météo-France, thomas.lauwers@meteo.fr 05 61 07 93 06

Sujet du stage :

Les brouillards sont des phénomènes météorologiques complexes dont le cycle de vie dépend d'interactions non-linéaires entre processus dynamiques, radiatifs et microphysiques, et sont donc très difficiles à prévoir. Or les brouillards ont un très fort impact sociétal en perturbant fortement les transports aériens, routiers ou maritimes ainsi que la production d'énergie solaire.

Le projet SOFOG3D (SOuth westFOGs 3D experiment for processes study, <https://sofog3d.aeris-data.fr/>) visait à améliorer notre compréhension des processus qui pilotent le brouillard. Une campagne internationale s'est déroulée l'hiver 2019-2020 dans le sud-ouest, et a permis d'échantillonner 15 épisodes de brouillard avec un réseau de mesures 3D sans précédent, combinant instruments de télédétection innovants (radars nuage, radiomètres micro-ondes et lidars Doppler), mesures in-situ sous ballons captifs, et observations de stations de surface. En particulier deux radars nuage 95 GHz BASTA, un fixe et un scannant, ont permis de fournir pour la première fois dans le brouillard des champs 3D de réflectivités et des vitesses Doppler des gouttes d'eau. D'autre part un capteur CDP (Cloud Droplet Probe) a été opéré sous un ballon captif afin de caractériser les propriétés microphysiques (concentration et distribution dimensionnelle des gouttelettes de 2 à 50 μm , contenu en eau liquide, etc...) dans la couche de brouillard.

L'objectif de ce stage est d'analyser les mesures du radar nuage scannant afin de documenter les structures des champs de réflectivités pour étudier le cycle de vie des brouillards. Le radar alternait des MAP PPI à différentes élévations (tour complet à élévation constante avec profils tous les 45° d'azimut) et plans RHI (angle d'élévation varie de 0 à 90 ° à azimut constant). Il s'agit de reconstituer l'évolution spatio-temporelle des champs de réflectivités et de vitesse à partir de ces données. On se focalisera en particulier sur les 3 épisodes de brouillard bien développés des POI-6, 11 et 14 ([Dione et al. 2023](#), [Costablos et al. 2025](#), Mazoyer et al. 2025 en préparation).

On comparera dans un 1^{er} temps les profils zénithaux du radar scannant avec ceux du radar fixe, puis on identifiera à partir des MAP PPI et des plans RHI, les structures de réflectivités et leurs évolutions au cours des différentes phases du cycle de vie du brouillard (formation en conditions stables, transition de brouillard fin à optiquement épais, brouillard mature quasi-adiabatique et dissipation). En effet les mesures in situ du CDP ont montré que pendant la phase mature du brouillard les profils de contenu en eau liquide (LWC) sont bien en accord avec le modèle adiabatique (LWC croît avec l'altitude), au contraire de la phase stable au début du cycle de vie durant laquelle ils sont inversés (LWC décroît avec l'altitude) (Costablos et al., 2025).

On cherchera ensuite à mieux comprendre la formation de la bruine lorsque la couche de brouillard est bien développée. Il s'agira de comparer pour cela les réflectivités radar avec les distributions du CDP qui montrent la formation progressive d'un second mode de grosses gouttelettes > 20 μm . Pour identifier les période de bruine on s'appuiera sur le disdromètre MPS qui mesurait au sol les distributions et vitesses de chute des gouttes de 25 à 1550 μm .

Au delà de l'analyse des processus, une finalité de l'étude est aussi de définir la stratégie d'échantillonnage à mettre en place pour la prochaine campagne d'étude du brouillard prévue pour l'hiver 2026/2027.