

INTERACTION AEROSOL-NUAGE : SYNERGIE DES MESURES DE MESURE ET DE TÉLÉDETECTION

AEROSOL AND CLOUD INTERACTIONS : SYNERGY OF IN-SITU AND REMOTE SENSING MEASUREMENTS

Etablissement **Université de Lille**

École doctorale **Sciences de la Matière du Rayonnement et de l'Environnement**

Spécialité **Terre, enveloppes fluides**

Domaine Scientifique **Physique**

Unité de recherche **Laboratoire d'Optique Atmosphérique**

Encadrement de la thèse **Suzanne CRUMEYROLLE**

Co-Encadrant **Quentin COOPMAN**

Début de la thèse le **1er octobre 2026**

Date limite de candidature (à 23h59) **31 août 2026**

Grands défis sociétaux

Climat, énergie, mobilité

Objectifs de développement durable

Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques

Mots clés - Keywords

aerosol diffusion, Radiometre , ACI

scattering coefficient, Radiometer

Description de la problématique de recherche - Project description

Les objectifs de cette thèse sont de (i) tester la méthodologie, d'autres sites instrumentés afin de proposer une méthodologie généralisable pour une meilleure contrainte globale des ACI, (ii) quantifier les sensibilités des propriétés microphysiques des nuages (concentration en gouttelettes, rayon effectif) aux variations des concentrations et de la composition chimique des noyaux de condensation des nuages (CCN) (iii) Évaluer la dépendance des interactions aérosols–nuages au contenu en eau liquide des nuages.

L'analyse portera sur des nuages stratiformes de basse couche formés en conditions atmosphériques stables, en distinguant différentes classes de contenu en eau liquide (LWP). Les sensibilités ACI seront estimées via des relations logarithmiques entre propriétés nuageuses et proxy de concentration en CCN (diffusion lumineuse des aérosols).

Cette thèse contribuera à :

Réduire les incertitudes sur l'intensité des interactions aérosols–nuages en régime continental.

Proposer un cadre méthodologique transférable pour la contrainte observationnelle des ACI.

Améliorer la représentation des effets indirects des aérosols dans les modèles climatiques.

The objectives of this thesis are to (i) test the methodology at other instrumented sites in order to propose a generalizable methodology for better overall constraint of ICAs, (ii) quantify the sensitivities of cloud microphysical properties (droplet concentration, effective radius) to variations in the concentrations and chemical composition of cloud condensation nuclei (iii) evaluate the dependence of aerosol-cloud interactions on the liquid water content of clouds.

The analysis will focus on low-level stratiform clouds formed under stable atmospheric conditions, distinguishing between different classes of liquid water content (LWC). ICA sensitivities will be estimated via logarithmic relationships between cloud properties and CCN concentration proxies (aerosol light scattering).

This thesis will contribute to:

Reducing uncertainties about the intensity of aerosol-cloud interactions in continental regimes.

Thématique / Contexte

L'interaction entre les aérosols atmosphériques et les nuages (Aerosol–Cloud Interactions, ACI) constitue l'une des principales sources d'incertitude dans l'estimation du forçage radiatif anthropique et des projections climatiques. Les mesures au sol offrent une caractérisation précise des propriétés physiques, chimiques et optiques des aérosols dans la couche limite atmosphérique, mais restent spatialement limitées. À l'inverse, les observations satellitaires permettent une couverture étendue, mais présentent des incertitudes liées aux méthodes de restitution des propriétés microphysiques des nuages. Le défi scientifique central consiste donc à développer une méthodologie robuste permettant de combiner ces deux approches observationnelles afin de mieux contraindre les sensibilités ACI et de réduire les incertitudes associées. Une méthodologie a été développée au LOA (Crumeyrole et al., soumis) pour colocaliser les mesures in situ aérosols et restitutions satellitaires des propriétés nuageuses. Les résultats récents ont permis de fortement trier les données en limitant l'étude à un nombre assez restreint de données (4% de la base de données initiale). Les variations relatives de la concentration en gouttelettes nuageuses et/ou du rayon effectif par rapport aux variations relatives du coefficient de diffusion des aérosols ont été estimés : $ACI_n \approx 0,33 \pm 0,35$ ($LWP < 100$) et $0,17 \pm 0,33$ ($LWP > 100$), et $ACI_{re} \approx 0,08 \pm 0,10$ ($LWP < 100$) et $0,05 \pm 0,10$ ($LWP > 100$). Ces valeurs sont cohérentes avec les études antérieures sur les stratus continentaux.

Références bibliographiques

Crumeyrole et al. 2026

Garrett, T.J., Zhao, C., Dong, X., Mace, G.G., Hobbs, P.V., 2004. Effects of varying aerosol regimes on low-level Arctic stratus. Geophys. Res. Lett. 31, L17105. <https://doi.org/10.1029/2004GL019928>

Contexte du poste : Modalités d'encadrement, de suivi de la formation et d'avancement des recherches du doctorant - Details on the thesis supervision

La these est coencadrée par S. Crumeyrole et Q. Coopman. Des reunions regulieres seront organisées et un CSI sera organisé la 1ere et 2eme année avec des membres extérieurs au LOA.

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

Un bureau, un ordi, une ZRR

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

Il sera attendu des publications et des conférences internationales et nationales du candidat

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

- Master en physique, télédétection ou sciences atmosphériques.
- Compétences analytiques dans le traitement de données scientifiques
- Maîtrise des langages de programmation/script (par exemple, Python)
- Maîtrise de l'anglais écrit et parlé

- Master's degree in Physics, remote sensing or atmospheric sciences.
- Analytical skills working on scientific data
- Proficiency in programming/scripting languages (e.g., Python)
- English language skills, written and spoken