

Proposition de Sujet de thèse 2026

Laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :
CNRM UMR 3589 (Météo-France, CNRS, Univ. de Toulouse)

Titre du sujet proposé :
Apport des observations du lidar spatial à bord du satellite EarthCARE pour la caractérisation des aérosols

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) :

- EL AMRAOUI Laaziz (DR – HDR): Directeur de thèse
- GUTH Jonathan (ITM) : co-encadrement

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

- Laaziz El Amraoui, 05 61 07 97 67, laaziz.elamraoui@meteo.fr
- Jonathan Guth, 05 61 07 90 19, jonathan.guth@meteo.fr

Contexte de la thèse :

Les aérosols jouent un rôle important dans le système atmosphérique de notre planète. Ils jouent également un rôle majeur dans le système climatique puisqu'ils ont un impact significatif sur le bilan radiatif de la Terre en diffusant/absorbant directement la lumière du soleil et en modifiant les propriétés des nuages. La caractérisation de leur évolution spatio-temporelle est donc primordiale afin d'évaluer leurs impacts en termes de qualité de l'air, forçage radiatif, transport,...

Des progrès considérables ont été réalisés depuis des décennies, principalement en matière d'observation, de compréhension des processus et de modélisation. Les mesures utilisées pour la détection des aérosols s'appuient généralement sur des observations issues de capteurs passifs (type spectroradiomètres) ou de capteurs actifs (type lidars). Les spectroradiomètres se caractérisent généralement par une bonne résolution horizontale qui permet de générer des cartes de contenu en aérosol intégré sur la colonne atmosphérique avec, par conséquent, une résolution verticale limitée. De l'autre côté, les lidars spatiaux ont une très bonne résolution verticale permettant la mesure de profils des propriétés des aérosols, mais avec une résolution spatiale très faible.

La mission EarthCARE de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) en collaboration avec l'Agence Spatiale Japonaise (JAXA) lancée le 28 mai 2024 a pour objectif principal d'améliorer notre connaissance concernant les interactions aérosols-nuages-rayonnement. Le satellite EarthCARE embarque quatre instruments : un lidar à haute résolution spectrale (HSR : High Spectral Resolution) à la longueur d'onde 355 nm, un radar Doppler, un imageur multispectral et un radiomètre à large bande. Le lidar permettra 1) d'avoir des profils verticaux d'aérosols et de nuages fins à l'échelle globale et 2) de faire une classification des différents types d'aérosols. EarthCARE améliorera les performances des observations par rapport à celles issues de CALIPSO/Cloudsat à l'aide du lidar HSR, des deux canaux de polarisation, ainsi qu'un radar Doppler.

Objectifs de la thèse :

Le sujet de thèse vise dans un premier temps à explorer et évaluer la valeur ajoutée des observations lidar d'aérosols issues de la mission EarthCARE au sein d'un système d'assimilation global de composition atmosphérique ARPEGE-COMPO pour mieux représenter et documenter les différents événements d'aérosols. Il vise également à extraire le maximum d'information en termes d'espèces d'aérosols concernant ces événements par assimilation de chaque type d'aérosol au sein de ce modèle de composition atmosphérique globale. Nous évaluerons ainsi la capacité des observations EarthCARE, en termes de chaque type d'aérosol, à améliorer la documentation de ces événements en comparaison à des données indépendantes.

Dans un deuxième temps, nous étudierons la possibilité d'utiliser ces observations issues d'EarthCARE en termes de profils verticaux d'aérosols en synergie avec des observations issues d'imageurs spatiaux. L'objectif est d'évaluer la capacité des profils lidar issus d'EarthCARE à améliorer la composition atmosphérique à l'échelle européenne en termes de concentrations de différents types d'aérosols. Ainsi, nous explorerons la possibilité d'assimiler les informations issues d'instruments soit à bord de satellites géostationnaires (MTG-I/FCI, MTG-S/IRS) ou défilant (IASI-NG) en synergie avec les informations issues d'EarthCARE.

Enfin, l'assimilation des observations d'aérosols issues d'EarthCARE dans le modèle de composition atmosphérique global ARPEGE-COMPO, incluant les composés chimiques et les paramètres météorologiques, permettra d'entamer les premiers travaux sur l'interaction entre les aérosols et les paramètres météorologiques tels que la température, le vent et les nuages. Cela nous permettra d'évaluer l'impact de l'assimilation des observations d'aérosols sur le profil vertical de ces paramètres dans le modèle.

Il convient de noter qu'EarthCARE est le premier satellite équipé de la technologie HSR dédié à la mesure des profils d'aérosols à la longueur d'onde 355 nm, capable de fournir des informations sur différents types d'aérosols. Il s'agit d'observations uniques qui n'ont jamais été mesurées depuis l'espace auparavant. Les travaux qui seront menés dans le cadre de cette thèse offrent donc un cadre idéal pour i) mieux caractériser et documenter les différents types d'aérosols à l'échelle mondiale, ii) évaluer la valeur ajoutée de ce type d'observations pour améliorer la composition atmosphérique en synergie avec les observations d'aérosols issues d'un spectroradiomètre (géostationnaire ou défilant) et iii) offrir de nouvelles opportunités pour étudier l'interaction entre les aérosols et la météorologie à l'échelle mondiale.

Compétences :

Le/la candidat·e doit avoir un diplôme de Master-2 ou équivalent dans le domaine des sciences de l'atmosphère, de l'ingénierie, des sciences physiques ou mathématiques. Un niveau minimum en anglais est requis afin d'être capable de rédiger des documents scientifiques en anglais. Il/elle doit être capable de développer des codes Python sous Linux avec possibilité de gérer de gros volumes de données. Des connaissances en modélisation numérique, télédétection spatiale ou assimilation de données est un avantage.