

## PROPOSITION DE STAGE DE RECHERCHE DE M2

**LABORATOIRE :** LISA, Laboratoire Interuniversitaire des systèmes atmosphériques

**TITRE DU SUJET DE STAGE :** Modélisation optique de l'effet de non-sphéricité des poussières désertiques

**COORDONNEES DU RESPONSABLE :**

Di Biagio Claudia, chargée de recherche CNRS

Téléphone : 0182392051

E-mail : [claudia.dibiagio@lisa.ipsl.fr](mailto:claudia.dibiagio@lisa.ipsl.fr)

**SUJET :**

Les aérosols atmosphériques émis par des sources naturelles et anthropiques diffusent et absorbent le rayonnement atmosphérique, ce qu'influence le bilan radiatif terrestre et contribue au changement climatique. Les espèces naturelles telles que les poussières désertiques, de part de leur composition minéralogique, concentration en masse parmi les plus élevées et distribution en taille s'étendant jusqu'à des dizaines des micromètres, sont en particulier les seules capables d'interagir efficacement avec l'ensemble du rayonnement atmosphérique, allant du visible à l'infrarouge lointain.

Afin de comprendre et modéliser l'impact des poussières minérales sur le climat et pour bien représenter les poussières dans les méthodes d'observation satellitaire, une connaissance poussée de leurs propriétés optiques spectrales est nécessaire. Dans les années passées un effort expérimental original et novateur a été mis en place au LISA afin de caractériser les propriétés optiques spectrales des poussières minérales depuis des sources globales via des expériences en chambre de simulation atmosphérique CESAM (<https://cesam.cnrs.fr/>). Des nouveaux jeux de données d'indices de réfractions dans le domaine spectral allant du solaire à l'infrarouge a été restitué à partir des mesures en chambre de simulation (Di Biagio et al., 2017 ; 2019). Ce jeu de données est à aujourd'hui une référence importante dans la représentation des poussières par les modèles et les méthodes d'observation satellitaire. Néanmoins, une des hypothèses dans les restitutions d'indices de réfractions dans ces études passées était la sphéricité des aérosols, qui ont donc été traités avec la théorie de Mie. En réalité, les poussières minérales ont une morphologie complexe, et elles ne sont pas assimilable optiquement à des sphères.

L'objectif du projet de stage consiste à établir un modèle optique pour particules non-sphériques, plus représentatif des poussières naturelles, afin d'améliorer les estimations des indices de réfractions depuis les mesures expérimentales à la chambre CESAM. A partir des codes optiques existants (tels que le DLS pour sphéroïdes, Dubovik et al., 2006, le code pour les ellipsoïdes triaxiales, Meng et al., 2010, ou le TAMU dust 2020, Texas A&M University dust 2020, Saito et al., 2020) et synthèse depuis la littérature des paramètres caractérisant la

morphologie des aérosols, le travail de stage vise à étudier la sensibilité des paramètres optiques clés comme l'efficacité d'extinction, (retro) diffusion, et absorption, aux différentes morphologies des aérosols et établir une évaluation des codes et hypothèses les mieux adaptés à la modélisation optique des poussières. L'application du code de Mie et des codes en approximation de non-sphéricité sera réalisée pour des cas d'étude afin d'évaluer la capacité des différents modèles à reproduire les observations des propriétés optiques obtenus par les expériences en chambre de simulation CESAM et étudier la sensibilité des restitutions d'indice optique au choix de la théorie optique. Les résultats de cette étude fourniront un jeu de données importante afin d'améliorer la compréhension de l'impact des poussières sur le climat et la télédétection.

Le stage démarrera par une première phase d'étude bibliographique et familiarisation avec les données disponibles et panorama des modèles optiques, ainsi que les paramètres et les tâches à réaliser. Le travail d'analyse, comportant une forte composante de modélisation optique, synthèse et interprétation des données, et application à des cas d'étude, constituera la majorité du travail. La rédaction du rapport de stage et préparation de la soutenance conclura le travail.

Le stage est financé par le CNES dans le cadre du projet AOS « Atmosphere Observing System – France ».

**Skills required:** compétences en programmation, analyse des données, travail en équipe, goût pour le travail théorique

**Prerequisites:** bonnes connaissances en physique et en chimie de l'atmosphère, connaissance de base sur la physico-chimie des aérosols. Bonne connaissance de l'anglais. Bonnes compétences en informatique. Les candidats enthousiastes et motivés seront préférés.

**Durée:** 6 mois

**Debut:** Février 2024

Di Biagio, C., and Coauthors, 2017: Global scale variability of the mineral dust long-wave refractive index: A new dataset of in situ measurements for climate modeling and remote sensing. *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 1901–1929, <https://doi.org/10.5194/acp-17-1901-2017>.

Di Biagio, C., and Coauthors, 2019: Complex refractive indices and single-scattering albedo of global dust aerosols in the shortwave spectrum and relationship to size and iron content. *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 15 503–15 531, <https://doi.org/10.5194/acp-19-15503-2019>.

Dubovik, O., and Coauthors, 2006: Application of spheroid models to account for aerosol particle nonsphericity in remote sensing of desert dust. *J. Geophys. Res.*, 111, D11208, <https://doi.org/10.1029/2005JD006619>.

Meng, Z., P. Yang, G. Kattawar, L. Bi, K. Liou, and I. Laszlo, 2010: Single-scattering properties of tri-axial ellipsoidal mineral dust aerosols: A database for application to radiative transfer calculations. *J. Aerosol Sci.*, 41, 501–512, <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2010.02.008>.

Saito, M., P. Yang, J. Ding, and X. Liu, A Comprehensive Database of the Optical Properties of Irregular Aerosol Particles for Radiative Transfer Simulations, *Journal of the Atmospheric Sciences*, <https://doi.org/10.1175/JAS-D-20-0338.1>, 2089–2111, 2021.