

Invitation à la soutenance de thèse

**DÉVELOPPEMENT D'UN DIFFUSIOMÈTRE SUPERCONTINUUM POUR LA CARACTÉRISATION
SPECTRO-POLARIMÉTRIQUE DES AÉROSOLS : APPLICATION AU PROBLÈME DE
L'INVERSION DE DONNÉES LIDAR**

**DEVELOPMENT OF A SUPERCONTINUUM SCATTEROMETER FOR THE SPECTR-
POLARIMETRIC CHARACTERIZATION OF AEROSOLS : APPICATION TO THE LIDAR
INVERSION PROBLEM**

Killian ALEAU

Le lundi 27 mai 2024 à 14h
ISAE SUPAERO- Salle des thèses
10 Av. Édouard Belin, 31400 Toulouse

Devant le jury composé de :

M. Romain CEOLATO	ONERA	Directeur de thèse
M. Jorge GARCIA-SUCERQUIA	School of Physics, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin	Rapporteur
Mme Myriam ZERRAD	Institut Fresnel	Rapporteur
M. Jérôme YON	CORIA, INSA	Examineur
M. Nicolas RIVIERE	ONERA	Examineur

Résumé

Les propriétés radiatives des aérosols sont essentielles dans le domaine de la télédétection optique, notamment pour les techniques lidar à rétrodiffusion élastique. Les propriétés en rétrodiffusion, comme le rapport de dépolarisation, sont particulièrement importantes pour dériver des produits physiques d'une mesure lidar. L'objectif de ces travaux de thèse vise à développer une instrumentation de laboratoire dédiée à la mesure spectro-polarimétrique de ces paramètres radiatifs pour des particules telles que les poussières désertiques ou volcaniques. L'instrument, dénommé SOPHOS pour *Spectro-Polarimetric and HOlographic Scatterometer*, permet de mesurer la rétrodiffusion, en fonction de la longueur d'onde, dans le domaine visible proche-infrarouge, et des états de polarisation. Ces mesures de diffusion spectro-polarimétriques sont couplées à une technique d'imagerie par holographie numérique pour mesurer simultanément les propriétés microphysiques, telles que la taille et la forme des aérosols. Après une validation du concept de mesure, l'instrument SOPHOS a été étalonné à partir de particules sphériques de tailles connues. Il a ensuite été utilisé pour mesurer des propriétés radiatives spectro-polarimétriques d'aérosols atmosphériques tels que des poussières volcaniques et désertiques, mais aussi d'intérêt pour spatial tel que les régolithes lunaires. L'apport de ces mesures

sera *in fine* d'établir un lien entre leurs propriétés microphysiques et radiatives, en particulier en rétrodiffusion pour les lidars aérosols. Cette étude se portera sur l'analyse de la dépolarisation en fonction de la taille et du facteur de forme afin de quantifier l'impact de la non-sphéricité des particules sur la dépolarisation. En perspective, une déclinaison portable de l'instrument SOPHOS a été développée durant la thèse. Cet instrument HALO est un moyen portable de mesure holographique dédié à l'analyse des aérosols dans l'air. Il permet de déterminer la distribution en taille et en forme ainsi qu'une mesure de l'extinction des aérosols dans le but d'apporter une analyse complémentaire aux mesures lidar à distance.

The radiative properties of aerosols are essential in the field of optical remote sensing, particularly for elastic backscatter lidar techniques. Backscatter properties, such as the depolarisation ratio, are particularly important for deriving physical products from lidar measurements. The aim of this thesis work is to develop a laboratory instrument dedicated to the spectro-polarimetric measurement of these radiative parameters for particles such as desert or volcanic dust. The instrument, called SOPHOS for Spectro-Polarimetric and HOlographic Scatterometer, measures backscatter as a function of wavelength, in the visible near-infrared range, and polarisation states. These spectro-polarimetric scattering measurements are coupled with a digital holography imaging technique to simultaneously measure microphysical properties such as aerosol size and shape. After validating the measurement concept, the SOPHOS instrument was calibrated using spherical particles of known sizes. It was then used to measure the spectro-polarimetric radiative properties of atmospheric aerosols such as volcanic and desert dust, as well as aerosols of space interest such as lunar regoliths. The contribution of these measurements will ultimately be to establish a link between their microphysical and radiative properties, particularly in terms of backscattering for aerosol lidars. This study will focus on analysing depolarisation as a function of size and form factor in order to quantify the impact of particle non-sphericity on depolarisation. A portable version of the SOPHOS instrument was developed during the thesis. This HALO instrument is a portable holographic measurement device dedicated to the analysis of aerosols in the air. It can be used to determine the size and shape distribution of aerosols, as well as to measure their extinction, with the aim of providing a complementary analysis to remote lidar measurements.

Mots clés

Diffusion de la lumière / spectro-polarimétrie / aérosols / holographie / lidar