

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Développement d'un lidar à haute résolution spectrale pour la caractérisation d'aérosols à courte distance

Référence : **PHY-DOTA-2022-07**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/09/2022

Date limite de candidature : 30/05/2022

Mots clés :

Lidar, HSRL, aérosols, caractérisation de l'atmosphère

Profil et compétences recherchées :

Expériences et motivation pour le développement de systèmes optiques et lasers.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

La nécessité de comprendre et de mesurer l'impact des aérosols (ex. suies, poussières volcaniques) sur le climat, la qualité de l'air et la sécurité aéronautique s'est accrue depuis plusieurs années. En particulier, la technique lidar connaît une croissance rapide car elle permet d'obtenir des informations à distance sur les propriétés radiatives et microphysiques des particules atmosphériques. La quantification des aérosols par technique lidar pour la maîtrise de la scène optronique est au cœur des activités du Département d'Optique de l'ONERA. Pour répondre à ce besoin, l'ONERA a développé depuis plusieurs années différentes techniques lidar dont la technique PSR-EBL (pour *Picosecond Short-Range Elastic Backscatter Lidar*) dédiée à la quantification à courte distance des effluents à haute résolution spatiale et temporelle.

La signature spectrale des aérosols, en termes de diffusion de la lumière, diffère largement en raison du mouvement thermique des molécules d'air. La lumière diffusée par les molécules (connue sous le nom de diffusion Rayleigh) subit un décalage Doppler en fréquence important qui se traduit par un élargissement du spectre de la lumière laser incidente. Les aérosols, en raison de leur masse et de leur faible mouvement thermique, subissent un élargissement Doppler plus faible que les molécules. Comme ces deux effets sont toujours présents dans les processus de rétrodiffusion, il est possible de distinguer spectralement la diffusion de Rayleigh de la diffusion de Mie pour retrouver les propriétés optiques spécifiques des aérosols avec précision. Ces raisons ont poussé la technologie lidar à introduire la possibilité d'utiliser des filtres optiques à bande étroite dans l'optique de réception, introduisant ainsi la technique du lidar à haute résolution spectrale (HSRL). Ces systèmes HSRL ont connu un développement croissant ces dernières années pour mesurer avec précision et simultanément les coefficients d'extinction et de rétrodiffusion des aérosols sans avoir recours à des hypothèses communément faites pour les systèmes lidar Mie (ex. hypothèse sur le lidar ratio ou rapport extinction-rétrodiffusion). Enfin, l'un des défis technologiques des lidars HSRL est la mesure à courte distance et à haute cadence, puisque la plupart des processus pertinents qui contrôlent la dynamique atmosphérique se produisent dans les premiers cents mètres et avec des échelles de temps courtes. Développer un prototype HSRL basé sur la technique PSR-EBL développé à l'ONERA est un réel challenge scientifique et offrirait une solution technologique pertinente pour de nombreuses applications allant de l'aéronautique (ex. qualité de l'air, émissions moteurs) à des applications Défense.

La présente thèse a donc pour objectif de développer et évaluer un lidar courte portée à rétrodiffusion élastique à haute résolution spectrale. Afin de conduire ses travaux, le/la doctorant(e) développera dans un premier temps un modèle numérique end-to-end pour concevoir et estimer les performances du futur système. Dans un deuxième temps, il/elle développera un prototype pour valider expérimentalement le concept de mesure à l'aide d'une chambre aérosol permettant de générer des particules dans des conditions environnementales contrôlées. Enfin, il/elle développera une méthode d'inversion spécifique pour évaluer les profils d'extinction et de rétrodiffusion calibrés. Ce nouveau prototype permettra à terme de lever plusieurs verrous scientifiques tels que : i) la mesure précise de profils de rétrodiffusion calibré des aérosols en présence, sans hypothèse préalable, ii) la détermination du type et de la nature des aérosols ; et iii) la mesure précise des profils de concentration en particules fines telles que les suies.

Collaborations envisagées :

NIES, Tsukuba, Japon

Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Département : Optique et techniques associées

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Encadrants : Romain Ceolato

Tel : +33.05.62.25.26.17 Email : Romain.Ceolato@onera.fr

Directeurs de thèse :

Nom : Romain Ceolato

Laboratoire : DOTA, Toulouse, France

Nom : Yoshitaka Jin

Laboratoire : NIES, Tsukuba, Japon

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>