

Mesures optiques de profils de turbulence pour les futurs systèmes d'optique adaptative et d'observation

Soutenance de thèse – Khanh Linh Nguyen

Mardi 18 décembre 2018 à 10h00

A l'Onera, Salle Contensou
29 avenue de la Division Leclerc - 92320 Châtillon

Devant le jury composé de :

Gérard ROUSSET (Observatoire de Paris/Meudon – LESIA)	Rapporteur
Marc FERRARI (Laboratoire d'Astrophysique de Marseille)	Rapporteur
Aurore BRUT (Université Paul Sabatier Toulouse)	Examineur
Thierry FUSCO (ONERA Laboratoire d'Astrophysique de Marseille)	Examineur
Patrice MARTINEZ (Observatoire de la Côte d'Azur)	Examineur
Jean-Martial COHARD (IGE - Université Grenoble Alpes)	Examineur
Aziz ZIAD (Université de Nice-Sophia Antipolis)	Directeur de thèse
Clélia Robert (ONERA)	Co-Directrice de thèse

Résumé

C_n^2 est la constante de structure de l'indice de réfraction provoquée par les variations de température, d'humidité et de pression dans l'atmosphère. Le profil de C_n^2 caractérise localement la force de la turbulence. La méthode CO-SLIDAR, développée par l'ONERA, permet de réaliser des profils de C_n^2 le long de la ligne de visée d'un télescope à partir des pentes et des scintillations mesurées par un Analyseur de Shack-Hartmann sur source double. Les deux expériences à Lannemezan et à Châtillon-Meudon ont vu la mise en place d'un nouveau profilomètre de C_n^2 doté d'un Shack-Hartmann Infrarouge : le SCINDAR. Elles ont été réalisées sur des surfaces respectivement hétérogène et homogène par morceaux, et elles participent à la validation de la méthode pour des applications agronomiques et écologiques. Mon étude consiste à améliorer le traitement du signal du profilomètre SCINDAR et à valider la méthode CO-SLIDAR pour des mesures de la turbulence atmosphérique proche du sol. Cette méthode a été adaptée en utilisant un formalisme de propagation en onde sphérique. L'étude a permis d'identifier et prendre en compte des sources d'erreur dans le traitement : à savoir la vibration de la machine à froid de l'analyseur de front d'onde cryogénique du SCINDAR et l'étendue des sources dans les fonctions de poids du modèle direct posé pour le traitement des données. La régularisation L1L2, qui est adaptée pour des mesures de C_n^2 proches du sol, a été choisie. La méthode de réglage des hyperparamètres de cette régularisation est non-supervisée. Mon étude se consacre ainsi aux améliorations du traitement des données du SCINDAR et à la validation expérimentale des profils de C_n^2 obtenus avec des mesures acquises par des scintillomètres. Ces améliorations permettent d'augmenter la fiabilité et la précision de l'estimation du profil de C_n^2 de façon pragmatique à l'aide des erreurs relatives sur les paramètres turbulents : paramètre de Fried et taux de scintillation. Leur application aux données SCINDAR acquises sur un paysage rural hétérogène à Lannemezan montre la possibilité d'obtenir une résolution de 170 m sur une ligne de visée de 2,7 km. Pour l'expérience de Meudon, le profil C_n^2 est estimé sur les quatre zones urbaines et forestières. Les différentes natures du sol et la topographie le long de la ligne de visée expliquent la variabilité spatiale du C_n^2 . Le profilomètre SCINDAR avec la méthode CO-SLIDAR produit finalement des profils de C_n^2 d'excellente qualité avec de petites barres d'erreur statistique, qui sont comparés avec succès aux mesures des scintillomètres. La connaissance précise de la turbulence atmosphérique en visée horizontale permettra de mieux appréhender la physique des flux de chaleur à l'interface sol-atmosphère.

Mots clés

Turbulence atmosphérique, Couche limite de surface, Problèmes inverses, Mesure de front d'onde