



Optimisation de l'analyse de surface d'onde par filtrage de Fourier pour les systèmes d'optique adaptative hautes performances

Soutenance de thèse – Vincent Chambouleyron

Judi 09 Décembre à 15h30

Laboratoire d'Astrophysique de Marseille – Amphithéâtre

Lien streaming : <http://streaming-c.osupytheas.fr/embed/live.html>

Du fait de la situation sanitaire liée au Covid, toutes les recommandations devront être respectées

Devant le jury composé de

Magalie Deleuil	LAM	Présidente
Jean-Pierre Véran	Université de Victoria	Rapporteur
David Mouillet	IPAG	Rapporteur
Charlotte Bond	UKATC	Examinatrice
Frants Martinache	Laboratoire Lagrange	Examineur
Thierry Fusco	ONERA	Directeur de thèse
Benoît Neichel	LAM	Co-directeur de thèse
Olivier Fauvarque	IFREMER	Co-encadrant
Henri Bonnet	ESO	Invité

Résumé

Avec les projets titanesques des "*extremely large telescopes*", l'astronomie mondiale va bientôt se doter d'outils à la puissance inégalée pour sonder l'univers. Ces télescopes suivent la trace de leurs compagnons de taille plus modeste, les télescopes de classe 8 m, dont les prouesses éclairent déjà le paysage scientifique depuis plus d'une vingtaine d'années. Ces télescopes au sol, présents ou futurs, se trouvent pourtant tous amputés d'une partie de leurs capacités dès leur mise en fonctionnement : la turbulence atmosphérique brouille les fronts d'onde de la lumière parvenant des astres, réduisant la résolution angulaire de ces géants à celle de simples télescopes amateurs. Pour lutter contre ce flou qui entache les images du cosmos, les scientifiques ont mis au point une technique appelée **optique adaptative** (OA). Cette méthode équipe aujourd'hui tous les plus grands télescopes au sol, et est devenue indispensable pour un grand nombre d'applications astrophysiques. Motivé notamment par la chasse aux exoplanètes, des systèmes d'OA repoussant les limites de performances sont aujourd'hui mis au point. Les limites fondamentales de tels instruments reposent sur la qualité des mesures fournies par le dispositif optique au cœur de cette technique : l'analyseur de surface d'onde (ASO), dont l'objectif est d'estimer les formes imprégnées par la turbulence sur les fronts d'onde. Cette qualité des mesures est définie par deux grands aspects, la sensibilité et la dynamique.

Cette thèse se concentre sur une classe très large d'ASO, appelée **ASO à filtrage de Fourier**. En s'appuyant sur un formalisme mathématique développé dans des travaux précédents, on y développe une meilleure compréhension de leur sensibilité grâce à l'étude de la propagation des différents bruits présents dans leurs mesures. Forts de cette interprétation, on mène une comparaison précise et inédite des différents éléments qui composent cette famille d'ASO. On en profite aussi pour proposer de nouveaux concepts de filtrage de Fourier permettant d'atteindre des sensibilités inégalées auparavant.

Malheureusement, la sensibilité seule ne suffit pas pour définir les performances d'un ASO. La dynamique, mise à rude épreuve lors de la boucle d'OA, est tout autant cruciale pour assurer le bon fonctionnement des opérations. On aborde le concept essentiel des gains optiques quantifiant la non-linéarité. On pousse ici leur utilisation en proposant un suivi à haute cadence, à l'échelle de chaque mesure de l'ASO. On fournit aussi une façon pratique de réaliser ce suivi grâce au concept d'ASO à filtrage de Fourier assisté par imagerie plan focal. Cette solution, consistant à fusionner les données d'une image plan focal et les signaux délivrés par l'ASO, semble s'imposer comme une solution pratique de la gestion des non-linéarités très prometteuse.

Une partie plus expérimentale vient étayer tous ces travaux avec l'implémentation des nouveaux masques à filtrage de Fourier proposés sur le banc LOOPS au LAM d'un côté, et le développement du projet PAPHYRUS visant à mettre sur ciel un analyseur pyramide assisté par imagerie en plan focal de l'autre.

Mots clés

Optique adaptative, Analyse de surface d'onde, optique de Fourier, Analyseur pyramide