

Modélisation d'un système d'optique adaptative à grand champ pour la reconstruction de la réponse impulsionnelle multi-spectrale des futurs spectro-imageurs 3D du VLT et de l'ELT

Rémy VILLECROZE

L'instrument MUSE (Multi Unit Spectroscopic Explorer) vient d'être installé avec succès sur le 4^{ème} télescope de 8 m du Very Large Telescope [VLT] de l'Observatoire Européen Austral au Chili. Ce spectro-imageur a pour but d'observer des galaxies très jeunes (donc très lointaines) afin de comprendre les processus de formation et d'évolution de notre propre galaxie. Les objectifs extrêmement ambitieux de MUSE nécessitent non seulement le pouvoir collecteur de télescopes géants (les galaxies observées ayant une très faible luminosité) mais aussi un système d'optique adaptative [OA] performant pour s'affranchir d'une partie des effets néfastes de la turbulence atmosphérique et permettre de concentrer le maximum de photons dans chaque élément de résolution spatiale du spectrographe (0.2x0.2 seconde d'arc carré). MUSE va donc, à l'horizon 2015, être couplé avec GALACSI, un système d'OA utilisant 4 étoiles laser et permettant de corriger la contribution des couches atmosphériques proches du sol (les plus turbulentes et donc les plus gênantes pour l'instrument) sur un champ de vue d'une minute d'arc carrée. Le couplage de MUSE et de GALACSI va produire des données uniques combinant hautes résolutions spatiale et spectrale. Néanmoins, la correction partielle des effets de la turbulence par l'OA va laisser un flou résiduel dans l'image, caractérisé par une fonction d'étalement de point [FEP] qui va dépendre des conditions d'observation, des longueurs d'onde considérées et de la position dans le champ. Pour s'en affranchir, des processus de traitement *a posteriori* sont alors essentiels pour utiliser de manière optimale chaque photon collecté, atteindre les précisions nécessaires sur les observables astrophysiques et *in fine* maximiser le retour scientifique de l'instrument.

Dans ce contexte, le but de la thèse est d'estimer la FEP de l'instrument MUSE-GALACSI en tout point de son champ scientifique et pour l'ensemble des longueurs d'onde couvertes par son spectrographe. Dans un premier temps, grâce à une interaction forte avec les astronomes et les spécialistes de traitement d'images, des spécifications claires sur le modèle de FEP à considérer et sur les précisions nécessaires à son estimation ont été proposées. Puis une étude complète du système GALACSI a été effectuée pour en déterminer les sources d'erreurs principales. A partir de cette analyse, un algorithme innovant de reconstruction de la FEP a été proposé. Basé sur une approche analytique intégrant des inter-corrélations angulaires dans les diverses directions d'analyse et de correction dans le champ, cet algorithme a été validé dans un premier temps grâce à des modèles End-to-End complets puis testé sur des données réelles en utilisant l'instrument GeMs, le module MCAO du télescope Gemini-Sud (télescope de 8 m). Les données GeMs, obtenues en mode «Ground Layer AO» (mode identique à celui qui de GALACSI), montrent que l'algorithme proposé permet une estimation de la FEP avec une précision en tous points compatible aux spécifications originales.

La combinaison de simulations et de données expérimentales a permis de valider et d'optimiser l'approche proposée, laquelle va être intégrée par l'ESO dans le processus d'acquisition des données de l'instrument MUSE.

Jeudi 10 Avril 2014 à 10h30

Salle Contensou - ONERA site de Châtillon

29, Avenue de la Division Leclerc

92322 Châtillon

Composition du jury :

Jean-Pierre Véran, University of Victoria ...*Rapporteur*
 Alexandra Arbey, Université Lyon 1.....*Examinateur*
 Miska Le Louarn, ESO*Examinateur*
 Thierry Fusco, Onera*Co-Directeur de thèse*

Paulo Garcia, Universidade do Porto.....*Rapporteur*
 Benoît Neichel, LAM*Examinateur*
 Mathieu Puech, Observatoire de Paris*Examinateur*
 Roland Bacon, CRAL.....*Directeur de thèse*

