

Soutenance de thèse



Salle Pierre Contensou

20 décembre 2007, 15 h

Onera
29, avenue de la Division Leclerc,
92320 Châtillon

Calibration et méthodes d'inversion en imagerie haute dynamique pour la détection directe
d'exoplanètes

Jean-François Sauvage, ONERA

Résumé

La connaissance des exoplanètes est aujourd'hui une problématique majeure en astronomie. Leur observation directe depuis le sol est cependant rendue extrêmement délicate par le rapport de flux existant entre la planète et son étoile hôte mais également par la turbulence atmosphérique. Ce type d'observation implique donc l'utilisation d'instruments dédiés, alliant un grand télescope, un système d'optique adaptative extrême, un coronographe supprimant physiquement les photons issus de l'étoile, une instrumentation plan focal optimisée (imageur différentiel ou spectrographe à intégrale de champ par exemple), mais également une méthodologie de traitement de données efficace. Le projet SPHERE a pour objectif de développer un tel instrument. Dans ce cadre, mon travail de thèse a consisté à développer, mettre en oeuvre et optimiser différentes méthodes permettant d'assurer une détectivité optimale. Ces méthodes ont porté dans un premier temps sur l'optimisation d'un système d'optique adaptative via la mesure et la compensation des aberrations non-vues. Ces aberrations constituent une des principales limitations des systèmes d'optique adaptative extrême. La méthode proposée, alliant une amélioration de la technique de diversité de phase et une nouvelle procédure de calibration appelée « pseudo closed-loop » a été validée par simulation et testée sur le banc d'optique adaptative de l'ONERA. Une précision de moins de $0,4 \text{ nm rms}$ par mode a été démontrée, conduisant à un rapport de Strehl interne sur le banc supérieur à $0,98$ à $0,6 \mu\text{m}$. Dans un deuxième temps, mon travail a consisté à proposer une méthode de traitement d'image a posteriori dans le cadre de l'imagerie différentielle sans coronographe, qui consiste à acquérir simultanément des images à différentes longueurs d'onde. Cette méthode, fondée sur une approche de type *maximum a posteriori*, utilise l'information multi-longueurs d'onde de l'imageur différentiel, pour estimer conjointement la fonction de structure de phase résiduelle ainsi que les paramètres de l'objet. En plus de l'imagerie différentielle spectrale, l'instrument SPHERE permet d'acquérir des images différentielles angulaires, c'est-à-dire avec rotation de champ. Une méthode fondée sur la théorie de la détection est proposée pour traiter de façon optimale ce type de données. Enfin, dans le contexte de l'imagerie coronographique, j'ai proposé dans un troisième temps un modèle novateur complet de formation d'image d'une longue pose avec coronographe. Ce modèle prend en compte un coronographe parfait, des aberrations statiques en amont et en aval du masque focal, et la fonction de structure de la turbulence après correction par OA. Ce modèle est utilisé dans une méthode d'inversion permettant d'estimer l'objet observé. Ces méthodes à fort potentiel devraient être implantées à terme sur l'instrument SPHERE, et devraient permettre la découverte de nouvelles exoplanètes à l'horizon 2011.

Mots clés imagerie haute dynamique, problèmes inverses, optique adaptative, exoplanètes