

Soutenance de thèse



Amphithéâtre du LAM

23 novembre 2007, 14 h

Observatoire de Meudon
5, Place Jules Janssen
92195 Meudon

Caractérisation d'un coronographe pour la détection d'exoplanètes avec MIRI/JWST

Céline Cavarroc

Résumé

Depuis 1995 et la découverte de la première exoplanète autour d'une étoile de la séquence principale, de nombreux projets ayant pour objectif la détection de planètes extrasolaires ont été développés. À ce jour, la majorité des planètes ont été découvertes par des méthodes indirectes. En effet, la détection directe est rendue très difficile par le très grand contraste entre l'étoile et la planète ainsi que par la très haute résolution angulaire requise. Une solution à cette problématique est la coronagraphie. De façon générale, un coronographe est un instrument dont l'objectif est d'atténuer le flux de l'étoile en diminuant la diffraction instrumentale. J'ai étudié ce système pour deux instruments, en l'abordant avec deux angles de vue très différents et complémentaires. J'ai tout d'abord étudié le système coronographique de phase à quatre quadrants de l'instrument MIRI (« Mid-InfraRed Instrument ») sur le télescope JWST (« James Webb Space Telescope »), instrument dont l'un des objectifs principaux est la détection d'exoplanètes de type Jupiter. J'ai, dans un premier temps, participé au travail de recette des coronographes puis je me suis focalisée sur des simulations numériques. J'ai, dans ce cadre, établi la statistique de détection d'exoplanètes pour un échantillon d'étoiles proches. J'ai ensuite évalué les limitations du pointage en mode coronographique puis les spécifications des algorithmes de bord ainsi que les procédures de centrage. Une autre méthode est utilisable pour détecter des exoplanètes sur le JWST : la méthode des transits. Je l'ai étudiée dans le cas particulier d'une Terre primitive, en considérant deux des instruments du JWST. Dans un deuxième volet, je me suis intéressée aux possibilités de détection directe d'exoplanètes telluriques sur les ELTs (« Extremely Large Telescopes ») en utilisant un système coronographique. Le rapport de flux entre la planète et l'étoile est, dans ce cas de 2.10^{-10} en proche infrarouge. J'ai étudié, à partir d'une modélisation analytique et numérique détaillée, l'imagerie différentielle simultanée en aval du coronographe; j'ai quantifié l'impact des aberrations statiques et montré que les contraintes imposées sur la qualité des optiques étaient très fortes. Une autre contrainte très forte sur la détection d'exoplanètes est le bruit de photons qui est imposé par le niveau de l'image directe et donc par les résidus liés aux imperfections du front d'onde issu de l'optique adaptative; j'ai donc étudié l'intérêt d'installer un ELT au dôme C où la turbulence est moins importante et donc la correction meilleure. J'ai enfin estimé les limitations supplémentaires apportées par l'utilisation de coronographes réels (donc imparfaits) et par des systèmes de calibration spectrale.

