

Optimisation des stratégies multi-époques en imagerie directe d'exoplanètes : simulations HARMONI et extension bayésienne de K-Stacker

Merwan Ould-Elhkim

S18 : Advanced detection systems for astrophysics

La détection d'exoplanètes en imagerie directe reste aujourd'hui limitée par le bruit de speckle et par la difficulté à exploiter efficacement les observations multi-époques. Les algorithmes de recombinaison képlérienne, tels que *K-Stacker*, offrent une voie prometteuse pour repousser ces limites en combinant les observations en tenant compte du mouvement orbital des planètes.

Dans ce travail, nous développons une approche complète allant de la simulation instrumentale à l'inférence orbitale, appliquée au cas de l'instrument HARMONI sur l'ELT. Nous produisons des simulations réalistes multi-époques, incluant des effets instrumentaux et astrophysiques, puis nous comparons différentes méthodes de réduction de données haute-contraste, incluant PCA-ASDI (VIP), PACO-ASDI et une approche nouvelle de WPCA appliquée aux cartes de flux.

Nous introduisons en parallèle une extension bayésienne de *K-Stacker* basée sur un échantillonnage MCMC, rendue possible par un changement de variables orbitales non singulier. Cette approche permet pour la première fois dans *K-Stacker* d'accéder à la distribution a posteriori complète des paramètres orbitaux et photométriques, et non plus seulement à une solution optimale du SNR.

En combinant ces développements, nous étudions systématiquement l'impact des stratégies d'observation sur les performances de détection : durée minimale d'observation par époque (rotation ADI), espacement temporel optimal entre les époques, et gain en rapport signal-à-bruit en fonction du nombre d'époques et du mouvement orbital. Ces résultats permettent d'identifier les régimes dans lesquels les observations multi-époques deviennent réellement avantageuses par rapport à une stratégie mono-époque.

Ce travail propose ainsi un cadre unifié pour optimiser les stratégies d'observation et les méthodes de traitement dans la perspective des instruments de nouvelle génération (ELT/HARMONI) et des futures missions spatiales d'imagerie directe.