

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

Merwan Ould-Elhkim

## S19 : IA et astrophysique – méthodes, usages et perspectives

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 approches modernes de traitement du signal et d'inférence statistique offrent de nouvelles perspectives pour extraire des signaux planétaires faibles dans des régimes dominés par le bruit corrélé.

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 originale de WPCA appliquée aux cartes de flux, s'inscrivant dans le cadre des méthodes de réduction de dimension et d'apprentissage statistique.

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 d'accéder à la distribution a posteriori complète des paramètres orbitaux et photométriques, et d'explorer les dégénérescences du problème, ouvrant la voie à une inférence robuste dans des contextes faiblement contraints.

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. Cette analyse met en évidence le rôle central de la modélisation statistique dans l'optimisation conjointe des observations et du traitement des données.

Ce travail propose ainsi un cadre unifié combinant simulation, traitement avancé du signal et inférence bayésienne pour préparer l'exploitation des instruments de nouvelle génération (ELT/HARMONI) et des futures missions d'imagerie directe.