

Proposition de stage – Année 2022-2023

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : 1/2 financement CNES, École doctorale PHAST

Responsables du stage : Yannick Copin, Mickaël Rigault

Téléphone : 04 72 43 19 68

Email : y.copin@ipnl.in2p3.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 409

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Équipe d'encadrement : COSMOS

Thématique : Cosmologie observationnelle

Intitulé du stage : Standardisation spectro-photométrique des SNe Ia par la méthode des « jumelles »

Description du travail demandé :

Contexte :

Les supernovæ de type Ia (SNe Ia) sont d'excellentes sondes cosmologiques pour déterminer l'histoire de l'expansion de l'Univers – en particulier durant la phase récente dominée par une mystérieuse énergie noire – et en déduire les composantes énergétiques principales et leurs propriétés. Cependant, l'utilisation cosmologique des SNe Ia demande un contrôle extrêmement strict de la standardisation de ces objets. Les méthodes traditionnelles sont bien connues en photométrie, mais ces méthodes se heurtent systématiquement à un « mur » de précision – lié à une fluctuation encore inconnue des propriétés intrinsèques des SNe – de l'ordre de 0.14 mag.

En revanche, les méthodes spectro-photométriques – basées sur l'analyse du spectre entier des SNe, et non pas uniquement sur des flux intégrés dans des bandes larges – apparaissent très prometteuses pour dépasser ce mur de précision. En particulier, la méthode dite des « jumelles » (*twins*, [Fakhouri et al. 2015](#)), développée dans le cadre de la spectrographie à champ intégral pour le projet *Nearby Supernova Factory*, permet d'atteindre une précision record de 0.08 mag. voir meilleure dans les derniers développements ([Boone et al. 2021a](#) et [2021b](#)). Une autre approche sur un principe similaire et développée dans un contexte de *Machine Learning* est possible avec une précision comparable (p.ex. [Stein et al. 2022](#)).

Malheureusement, les données de qualité spectro-photométriques sont notoirement difficiles à acquérir, et l'échantillon SNfactory restait jusqu'à peu l'unique jeu de données adéquat, avec moins de 200 SNe. Néanmoins, de nouveaux sondages au sol – p.ex. le spectrographe à champ intégral SEDm de la collaboration Zwicky

Transient Factory – ou spatiaux – p.ex. l'imagerie dispersée du Nancy Roman Space Telescope – sont à même de fournir ce genre d'observations à grande échelle et sur une large gamme de redshifts. L'équipe COSMOS est activement impliquée dans ces deux projets, et dispose en particulier d'un accès privilégié aux échantillons photométriques et spectroscopiques de la collaboration ZTF.

Objectifs :

L'objectif de ce stage est d'explorer et d'évaluer les performances des méthodes de standardisation spectro-photométrique les plus récentes sur l'échantillon bas redshift des spectres de SNe Ia obtenus par le spectrographe à champ intégral SEDm, dans le cadre de la collaboration Zwicky Transient Factory. Pour ce faire, il sera nécessaire dans un premier temps de valider l'étalonnage spectro-photométrique des spectres SEDm via une inter-calibration avec les observations photométriques.

Méthodes :

L'étudiant-e devra essentiellement développer des outils numériques d'analyse et de modélisation dans le langage de programmation Python. Il/elle s'appuiera sur des expertises déjà développées au sein de notre équipe dans le domaine des observations spectro-photométriques, de la standardisation et de l'exploitation cosmologique des supernovæ (projets SNfactory, USNAC, ZTF/LSST, Roman).

Ouverture en thèse :

L'ensemble de ces analyses et résultats sera utilisé comme point de départ pour la thèse qui pourrait suivre le stage (une demande de financement CNES sera déposée sur cette thématique). Le télescope Roman est prévu pour être lancé en 2027, pour une mission d'au moins 5 ans, et disposera d'un instrument d'imagerie dispersée à même de fournir des spectres de SNe à haut redshift. L'IP2i est partie prenante du soutien français à cette mission, à la fois sur les parties techniques et scientifiques. *Le cœur de la thèse sera le développement de méthodes de simulation, d'extraction et de standardisation spectro-photométriques des supernovæ dans les sondage en cours (ZTF) et à venir (Roman), et à leur utilisation dans un cadre cosmologique.*

Internship offer – Year 2022-2023

Internship level: M2

Duration:

Possible PhD follow up: Yes/No

Proposed PhD funding type:

Supervisor:

Phone:

Email:

Address: IP2I Lyon – Bureau XXX
Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac
4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team:

Research field:

Internship title:

Work description: