Variations des propriétés des supernovae de type Ia en fonction de l'environnement local et impact cosmologique

Parmi les grands défis actuels en cosmologie, la compréhension de la tension observée entre les contraintes du taux d'expansion actuel de l'Univers, H_0 , établies dans l'Univers primordial avec le fond diffus cosmologique et dans l'Univers récent avec les supernovae de type Ia (SNe Ia), est susceptible d'aboutir à une révolution sur notre théorie de la gravitation. Les SNe Ia sont également au cœur des analyses des propriétés de l'énergie sombre responsable de l'accélération de l'expansion de l'Univers et dont la nature demeure inconnue.

Les futurs grands relevés cosmologiques comme le Legacy Survey of Space and Time (LSST) et celui effectué par le télescope spatial Roman vont permettre de détecter des centaines de milliers de SNe Ia. Nous entrons ainsi dans une ère où les incertitudes statistiques sur les paramètres cosmologiques contraints par les SNe Ia vont être négligeables comparées aux incertitudes systématiques dues à une mauvaise compréhension de leurs propriétés intrinsèques. Dans ce contexte, il est fondamental d'analyser l'impact de l'environnement astrophysique des SNe Ia sur les paramètres de standardisation permettant d'exploiter cette sonde cosmologique afin de minimiser les effets systématiques affectant l'estimation de H_0 et du paramètre de l'équation d'état de l'énergie sombre w .

Le stage que nous proposons porte sur l'exploitation de l'échantillon de SNe Ia détectées par le relevé effectué par la Zwicky Transient Facility (ZTF). Avec ~ 3000 SNe Ia détectées, ZTF est le premier relevé permettant une analyse précise de l'impact de la position des SNe Ia dans la toile cosmique sur leurs propriétés intrinsèques. De nombreuses études ont déjà identifié des différences entre les taux de formation stellaire mesurés dans des galaxies membres d'amas de galaxies et ceux mesurés dans des galaxies de champ. Il est donc probable que les SNe Ia détectées au sein d'amas de galaxies aient des propriétés différentes de celles observées dans des galaxies isolées. Il est fondamental de caractériser cette différence et de proposer un modèle permettant de l'inclure dans les futures analyses cosmologiques pour ne pas biaiser les contraintes apportées par les SNe Ia sur H_0 et w .

L'étudiant.e recruté.e se familiarisera avec les outils développés par la collaboration ZTF afin d'exploiter l'échantillon de SNe Ia et effectuera une étude bibliographique pour définir les catalogues d'amas de galaxies à considérer. L'étudiant.e développera une analyse croisée de l'échantillon de SNe Ia ZTF et de ces catalogues d'amas afin d'étudier l'évolution des paramètres de standardisation des SNe Ia en fonction de leur distance à l'amas de galaxies le plus proche. L'étudiant.e proposera une interprétation de cette évolution dans le cadre du modèle à deux populations de SNe Ia et étudiera le biais induit par ce phénomène sur l'estimation des paramètres cosmologiques. Un intérêt pour le développement informatique, en particulier avec le langage python, est attendu.