

Etude de la structuration de l'Univers à toutes les échelles avec des quasars dans DESI

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DPhP](#)

Candidature avant le 04/04/2022

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [YECHE Christophe](#)
+33 1 69 08 70 50
christophe.yeché@cea.fr

Résumé

Le relevé spectroscopique, DESI, dont les observations ont débuté au printemps 2021, va réaliser une carte à 3D de l'Univers en utilisant comme traceur de la matière des quasars. La structuration de l'Univers à toutes les échelles permet d'étudier l'inflation, l'énergie noire et la gravitation.

Sujet détaillé

Les structures observables dans l'Univers à grande échelle (LSS pour Large-Scale Structures) proviennent de la croissance, sous l'effet de la gravitation, de petites fluctuations primordiales de densité. Selon le paradigme le plus communément admis, ces fluctuations de densité auraient été engendrées lors d'une phase initiale d'inflation cosmique. La mesure des propriétés statistiques des LSS à très grande échelle ($\sim$ qq Gpc) permet d'étudier la physique en œuvre lors de l'inflation, à des échelles intermédiaires ($\sim$ 100 Mpc) l'énergie noire avec les Oscillations Baryoniques Acoustiques (BAO) et enfin à des échelles plus petites ($\sim$ 10 Mpc), la gravitation avec les distorsions des structures dans l'espace des redshifts (RSD).

Notre stratégie pour étudier les LLS à toutes les échelles, consiste à utiliser un relevé spectroscopique, DESI, dont l'instrument a été mis en service à la fin de l'année 2019.

DESI observera plusieurs dizaines de millions de galaxies et de quasars. Les observations ont lieu au télescope Mayall de 4 m en Arizona. Après un relevé de validation en 2020 et 2021, depuis le printemps 2021, le projet a débuté une période d'observation sans interruption qui durera 5 ans, ce qui permettra de couvrir un quart de la voûte céleste.

Pour ce projet de thèse (stage), les LSS sont mesurées avec un traceur unique de la matière : les quasars, objets très lointains et très lumineux. Cet unique traceur nous permet de couvrir une large plage en redshift allant de 0.9 à 3.5 et d'étudier la structuration de l'Univers à toutes les échelles, allant de quelques dizaines de Mpc au Gpc.

Au cours de son stage de M2, l'étudiant participera à l'analyse de la première année d'observation (printemps 2021 - printemps 2022). Il étudiera en particulier toutes les sources possibles de biais dans la sélection des quasars qui pourraient contaminer un signal cosmologique. Il modélisera aussi la mesure du redshift des quasars. Cette étude des

effets systématiques potentiels est fondamentale pour la mesure des LLS des quasars à toutes les échelles. Une fois ce travail réalisé, l'étudiant pourra se consacrer à une mesure globale avec des quasars, des paramètres cosmologiques pour la première année d'observation de DESI.

Ce stage peut être poursuivi par un doctorat qui portera sur l'étude du LSS pour les quasars DESI pour les 3 premières années d'observation (printemps 2021-printemps 2024).

DESI est une collaboration internationale regroupant plusieurs centaines de scientifiques. Les réunions de collaboration ont lieu deux ou trois fois par an alternativement en Europe et aux USA, et donneront au doctorant l'occasion de rencontrer les autres membres de DESI et de présenter régulièrement l'avancement de ses travaux. Le doctorant sera amené à travailler plus particulièrement au cours de sa thèse avec le laboratoire de LBNL (Berkeley, USA) et l'Université de Berkeley (UCB). Il assurera aussi des observations auprès du télescope Mayall à Kitt Peak dans l'Arizona.

Le groupe de cosmologie du CEA-Saclay Irfu/DPhP étudie les amas de galaxies, l'énergie noire et la matière noire ainsi que les effets de la gravitation à des échelles cosmologiques. Il a aussi une activité sur l'étude de l'univers primordial à travers la masse des neutrinos et l'inflation. Le groupe comprend une dizaine de chercheurs permanents et autant de doctorants et post-doctorants.

Mots clés

Cosmologie, inflation, énergie noire, gravitation

Compétences

Fonction de corrélation, spectre de puissance, Réseau de neurones, Random Forest

Logiciels

python

Study of quasar clustering at all scales in DESI

Summary

The spectroscopic survey, DESI, whose observations began in spring 2021, will create a 3D map of the Universe using quasars as tracers of the matter. The quasar clustering will allow us to study inflation, dark energy and gravity.

Full description

The Large Scale Structures (LSS) of the Universe come from the growth, under the effect of gravitation, of small primordial fluctuations of density. According to the most commonly accepted paradigm, these density fluctuations would have been generated during an initial phase of cosmic inflation. The measurement of the statistical properties of LSS allow us to study the inflation at very large scales ($\sim$ Gpc), the Dark Energy at smaller scales ($\sim$ 100 Mpc) with Baryonic Acoustic Oscillations (BAO) and the gravity at even smaller scales ($\sim$ tens of Mpc) with Redshift Space Distortions (RSD).

Our strategy for studying the LSS is to use a spectroscopic survey, DESI, whose observations begin in the fall of 2019. DESI is a large spectroscopic survey that will observe tens of millions of galaxies and quasars. The observations take place at the 4-meter Mayall telescope in Arizona. After the survey validation, since spring 2021, the project has started an uninterrupted observation period that will last 5 years and that will cover a quarter of the sky.

For this thesis (internship) project, LSS are measured with a single tracer of the matter: the quasars, very distant and very luminous objects. This single tracer allows us to cover a wide redshift range from 0.9 to 3.5 and to the Universe clustering at all scales, from a few tens of Mpc to Gpc.

During his/her M2 internship, the student will participate in the analysis of the first observation year (from Spring 2021 to Spring 2022). In particular, he/she will study all possible sources of bias in the selection that could contaminate a cosmological signal. He/she will model the measurement of the quasar redshifts. This study of potential systematic effects is fundamental for the measurement of quasar clustering at all scales. Once this work has been completed, the student will be able to devote to a global measurement of the cosmological parameters with quasars for the first year of DESI observation.

This internship can be pursued by a PhD that will focus on the study of LSS for DESI quasars for the first 3 years of observations (spring 2021-spring 2024).

DESI is an international collaboration bringing together several hundred scientists. Collaboration meetings take place two or three times a year alternately in Europe and in the USA. These will give the PhD student the opportunity to meet the other members of DESI and to regularly present the progress of his/her work. The doctoral student will work especially during his/her thesis with the laboratory of LBNL (Berkeley, USA) and the University of Berkeley (UCB). He/she will also observe at the Mayall telescope in Kitt Peak, Arizona.

The CEA-Saclay Irfu/DPhP cosmology group studies galaxy clusters, dark energy and dark matter as well as the effects of gravitation at cosmological scales. It also has an activity on the study of the primordial universe through the mass of neutrinos and inflation. The group includes about ten permanent researchers and as many PhD and post-doctoral students.

Keywords

cosmology, inflation, Dark Energy, Gravity, Large Scale Structures

Skills

Correlation function, power spectrum, Neural Network, Random Forest

Softwares

python