

<http://lphweb3.in2p3.fr/spip.php?article1522>

Contraintes sur l'énergie sombre à partir des données Lyman-alpha de l'expérience DESI



- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses 2020 -
Date de mise en ligne : lundi 11 mai 2020

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Titre : Contraintes sur l'énergie sombre à partir des données Lyman-alpha de l'expérience DESI

Directeur de thèse : [Christophe Balland](#)

Equipe : Cosmologie et Énergie Noire ; groupe eBOSS/DESI

Description :

Contexte : L'origine de l'expansion accélérée de l'Univers, découverte à la fin des années 90 grâce aux données de supernovae distantes, reste aujourd'hui encore mystérieuse. Est-elle due à une théorie modifiée de la gravité, ou provoquée par une énergie « noire » aux propriétés étonnamment semblables à la constante cosmologique d'Einstein ? Mesurer avec précision l'histoire de l'expansion permet de contraindre les propriétés de l'énergie noire, et ainsi de mieux comprendre sa nature.

L'une des principales sondes de l'énergie noire aujourd'hui est la mesure de l'échelle caractéristique laissée dans la distribution de matière au moment du découplage des photons 300 000 ans après le Big-Bang, par des ondes acoustiques s'étant propagées dans l'Univers primordial. La mesure de cette échelle standard dans la distribution de différentes populations d'objets traçant le champ de matière fournit de précieuses indications sur l'état de l'expansion à différentes époques.

Cette échelle, initialement mesurée en 2005 par la collaboration SDSS dans la fonction de corrélation des galaxies à un redshift z 0.35, puis par l'expérience BOSS (Baryonic Oscillation Spectroscopic Survey) en 2012 pour des galaxies à z 0.6, est aussi aujourd'hui mesurée dans la distribution des quasars et dans la distribution de matière entre les quasars et nous. Cette dernière produit dans le spectre des quasars une série compacte d'absorptions correspondant à la transition Lyman-alpha, appelée forêt Lyman-alpha. Pour des quasars à $z > 2$, ces « forêts » se trouvent décalées dans le domaine visible et peuvent être observées depuis le sol. La fonction de corrélation des forêts Lyman-alpha présente un pic de corrélation autour de 150 Mpc, correspondant à l'échelle BAO.

La thèse s'inscrit dans le contexte du grand projet international DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument). Cette expérience utilise le télescope Mayall de 4m à Kitt Peak en Arizona. Les signaux issus des 5000 fibres de son plan focal sont envoyés dans dix spectrographes, où il sont dispersés dans trois bras (bleu, rouge et proche infra-rouge). La prise de données de science démarre en 2020 et se poursuivra jusqu'en 2025. Le ou la candidat(e) mesurera dans les données de DESI la fonction de corrélation des absorptions Lyman-alpha dans les lignes de visées des quasars, ainsi que la fonction de corrélation croisée entre la position des quasars et les absorptions d'autres quasars. Il ou elle étudiera les effets systématiques encore mal compris associés à ces analyses (distorsion introduite par la détermination du continuum des spectres de quasars, contamination par les métaux, effets des systèmes à forte densité de colonne, etc.). L'extraction de l'échelle BAO des fonctions de corrélation étudiées permettra de contraindre les modèles d'énergie noire avec une précision inégalée à ces redshifts. Le travail pourra être étendu à des statistiques d'ordre supérieur, comme la fonction de corrélation Lyman-alpha à 3 points.

Missions : L'expérience Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) est une expérience majeure de la cosmologie observationnelle visant à poser de nouvelles contraintes sur l'équation d'état de l'Énergie Noire à partir de la mesure de l'échelle des oscillations acoustiques de baryons (BAO) dans les fonctions de corrélation de différentes cibles observées par DESI (galaxies à raie d'émission, galaxies lumineuses rouges, quasars et régions d'absorption de quasars). DESI obtiendra les spectres de 35 millions de ces cibles. La mise en service de l'instrument a démarré en octobre 2019 et s'est achevée en mars 2020. Après une période de validation de quelques mois, la prise de données de science devrait démarrer à l'automne 2020 et durera 5 ans.

Contraintes sur l'énergie sombre à partir des données Lyman-alpha de l'expérience DESI

L'objectif de la thèse est, par le développement de nouveaux algorithmes et une analyse poussée des effets systématiques, de tirer le meilleur profit des données spectroscopiques sans précédent obtenues par DESI pour contraindre l'histoire de l'expansion de l'Univers à des redshifts de l'ordre de 2.3 en utilisant les lignes d'absorption de l'hydrogène neutre intergalactique dans la ligne de visée des quasars lointains.

Activités : Le/la doctorant/e participera aux activités d'analyse des données obtenues au télescope Mayall à Kitt Peak dans le cadre de la collaboration internationale DESI. Il/elle utilisera et développera des outils numériques d'analyse dans le cadre de développement de code open source sur GitHub. Il/elle sera intégré à différents groupes de travail de la collaboration DESI (groupe Lyman-alpha et groupe Données entre autres) et participera aux téléconférences hebdomadaires où il/elle sera amené à présenter son travail sur une base régulière. Il/elle sera amené/e à participer également à la prise de données, soit directement sur site, soit à distance depuis le LPNHE.

Compétences attendues : Le/la candidat/e doit avoir un diplôme de M2 (ou équivalent) en physique des particules ou en astrophysique. Un attrait pour l'analyse de données cosmologiques et une maîtrise de la programmation, notamment en python, sont vivement souhaités. Une maîtrise de l'anglais est requise.

Contexte de travail :

Le sujet de la thèse s'inscrit dans le cadre d'une grande collaboration internationale (DESI). Une partie du travail s'effectuera au sein de l'équipe DESI du LPNHE, une unité mixte du CNRS/IN2P3 sur le campus de Sorbonne Université à Paris 5ème. Cette équipe regroupe des experts des analyses BAO Lyman-alpha et est composée de quatre chercheurs/enseignant-chercheurs permanents (dont deux visiteurs du CEA), un étudiant postdoctoral et une doctorante. Cette équipe est elle-même une composante du groupe Cosmologie du LPNHE, experte mondiale en cosmologie observationnelle. Notre équipe tisse depuis 2 ans des liens étroits avec l'équipe DESI de l'Irfu (CEA) et le/la doctorante participera à des réunions régulières communes. Par ailleurs, plusieurs déplacements d'une durée comprise entre 1 et 3 mois auront lieu durant la thèse au Centre Pierre Binetruy à Berkeley où l'étudiant(e) travaillera avec nos nombreux collaborateurs sur DESI.

Déplacements éventuels :

Le/la candidat/e retenu/e sera amené/e à voyager entre la France et les Etats-Unis lors de séjours allant de un à trois mois à Berkeley.

Offre de recrutement :

<https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR7585-MARCAR-012/Default.aspx>

Contacts :

- [Christophe Balland](#)
- [Pierre Astier](#)