

<http://lpheweb3.in2p3.fr/spip.php?article1555>

Exploitation des données du DESI pour contraindre la relativité générale et des modèles de gravité modifiée



- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses 2021 -
Date de mise en ligne : mardi 3 novembre 2020

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Titre : Exploitation des données du DESI pour contraindre la relativité générale et des modèles de gravité modifiée

Directeur de thèse : [Christophe Balland](#)

Co-encadrante : [Pauline Zarrouk](#)

Equipe : Cosmologie et Énergie Noire ; groupe eBOSS/DESI

Description :

Contexte : L'accélération tardive de l'expansion de l'univers, mise en évidence à la fin des années 90 et confirmée depuis par différentes sondes cosmologiques de plus en plus précises, reste inexpliquée. Dans le modèle actuel de la cosmologie, nous supposons l'existence d'une constante cosmologique dans les équations de la relativité générale qui agirait comme un fluide dont le paramètre d'équation d'état serait constant. Mais une forme plus complexe d'énergie noire avec des propriétés qui varient dans le temps est toujours envisagée. D'autre part, la modification de la relativité générale aux échelles cosmologiques offre une piste intéressante, bien que la détection jointe d'ondes gravitationnelles et lumineuses ait exclu un certain nombre de ces modèles. L'une des principales sondes de l'énergie noire et de la gravité est l'étude de la distribution tridimensionnelle des galaxies au moyen d'outils statistiques. D'importants programmes d'observation du ciel sont en train de voir le jour afin d'obtenir une précision de quelques pourcents sur le paramètre d'équation d'état de l'énergie noire et de contraindre la nature de la gravité pour déterminer si des modifications à la relativité générale sont nécessaires aux échelles cosmologiques. Un test direct de la théorie de la gravité consiste à mesurer la vitesse à laquelle la matière s'agglomère pour former des galaxies, ce que nous appelons le taux de croissance des structures.

Thématique : Le groupe de cosmologie du LPNHE est impliqué dans plusieurs de ces grands projets internationaux, notamment dans le Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) qui utilise le télescope Mayall de 4m à Kitt Peak, en Arizona. Après une période de validation de quelques mois, DESI commencera son relevé scientifique au printemps 2021 et obtiendra 35 millions de spectres de galaxies en 5 ans. Un échantillon dense de 10 millions de galaxies lumineuses à bas redshift (Bright Galaxy Survey, BGS) sondera ainsi l'univers local actuellement dominé par cette mystérieuse expansion accélérée. De plus grâce à sa densité élevée, il est l'échantillon de données idéal pour étudier les modifications de la relativité générale. La précision sur les paramètres cosmologiques ne sera donc pas limitée par la statistique mais par la variance cosmique, c'est-à-dire par le fait que nous n'observons qu'un seul univers. Il existe toutefois une méthode pour s'en affranchir, dite de multi-traceur qui consiste à diviser l'échantillon en 2 sous-échantillons de galaxies (par exemple en séparant les galaxies par couleur, bleues et rouges) dont les propriétés statistiques sont différentes et de réaliser une analyse jointe. La technique pourrait améliorer jusqu'à 20% la précision sur le taux de croissance des structures, et donc d'améliorer les contraintes sur la nature de la gravité.

Travail proposé : Le/la candidat/e participera aux activités d'analyse des données obtenues avec le BGS de DESI. En particulier, il/elle développera la chaîne d'analyse pour effectuer une analyse multi-traceur avec le BGS et mènera une analyse rigoureuse des effets systématiques pouvant altérer la mesure. Il/Elle testera dans un premier temps avec des catalogues de données simulées puis qu'il/elle appliquera aux données d'un an de DESI afin d'améliorer la mesure du taux de croissance des structures. Cette analyse sur données simulées et données réelles devrait donner lieu à deux publications et sera complémentaire de l'analyse standard des données d'un an de DESI qui constitue l'un des projets-clé (Key Project 5) identifiés par la collaboration. En parallèle et selon le rythme d'avancée des travaux, le/la candidat/e participera également à l'élaboration de catalogues de données simulées du DESI BGS à partir de simulations numériques qui ont été obtenues avec une théorie de la gravitation autre que la relativité générale. Pour ce travail, il/elle travaillera en collaboration avec Prof. Baojiu Li et Prof. Shaun Cole de l'ICC à

Durham où il/elle pourra utiliser les simulations de gravité modifiée développées à l'ICC. Le/la candidat/e sera intégré/e à différents groupes de travail (groupes BGS, Galaxy and Quasar Clustering et Key Project 5) où il/elle participera aux téléconférences hebdomadaires et présentera son travail.

Compétences attendues : Le/la candidat doit bénéficier d'une solide formation en cosmologie avec un diplôme de M2 (ou équivalent) en cosmologie et/ou astrophysique. Une motivation pour l'analyse de données cosmologiques et l'exploitation de simulations numériques, ainsi qu'une bonne maîtrise des techniques statistiques et des langages informatiques, notamment en python, sont vivement souhaitées.

Stage : Un stage avant le début du doctorat est prévu.

Déplacements éventuels :

Le candidat aura la possibilité de rendre visite à nos collaborateurs à l'Institute for Computational Cosmology à l'université de Durham au Royaume-Uni. Il/elle assistera également aux réunions de la collaboration DESI qui ont généralement lieu aux États-Unis et participera également à la prise de données, soit directement sur le site à Kitt Peak, en Arizona, soit à distance depuis le LPNHE.

Contacts :

- [Pauline Zarrouk](#)
- [Christophe Balland](#)

Documentations :

- <https://www.desi.lbl.gov/>
- <https://lpnhe.in2p3.fr/spip.php?rubrique335>
- <http://www.icc.dur.ac.uk/>