

CONTRAINTES SUR LE MODELE DE GRAVITE MODIFIEE DU GALILEON A L'AIDE DE LA MESURE DU TAUX DE CROISSANCE DES STRUCTURES DERIVEE DES DONNEES DU SPECTROGRAPHE EBOSS

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

L'accélération tardive de l'expansion de l'Univers, mise en évidence à la fin des années 90 et confirmée depuis par les mesures cosmologiques toujours plus précises, reste inexpliquée. La modification de la relativité générale aux échelles cosmologiques offre une piste intéressante. Le modèle du Galiléon est l'un des rares modèles de gravité modifiée viables théoriquement. De plus, il offre une description des mesures actuelles en aussi bon accord que le modèle de la constante cosmologique. Récemment, la mesure du taux de croissance des structures est apparue comme un moyen unique et plus direct de tester des déviations éventuelles par rapport à la relativité générale, puisque la gravité est le moteur de la formation des grandes structures de l'Univers. Cette thèse propose de confronter le modèle du Galiléon aux mesures du taux de croissance des structures à l'aide des observations du spectrographe eBOSS.

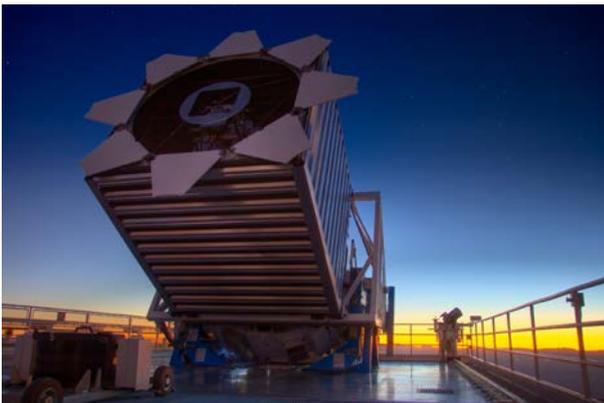


Figure 1 : Télescope de l'Apache Point Observatory, au Nouveau Mexique, qui accueille le spectrographe eBOSS pour une campagne de mesure de décalages spectraux de plusieurs centaines de milliers de galaxies et de quasars.

DESCRIPTION

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Cette thèse se déroulera au CEA-Saclay au service de physique des particules (SPP) de l'institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers (Irfu). Le futur doctorant sera intégré au groupe de cosmologie du SPP présent et moteur dans les expériences SNLS, Planck, eBOSS/DESI, organisées chacune en collaboration internationale. Le groupe de cosmologie est composé de 9 physiciens, un post-doctorant et cinq doctorants. Le futur doctorant travaillera sur les données de l'expérience eBOSS, et utilisera les résultats publiés par les autres expériences sur lesquels il bénéficiera de toute l'expertise nécessaire dans le groupe cosmologie.

TRAVAIL PROPOSE

Les observations du spectrographe eBOSS (2014-2018) permettront de mesurer le taux de croissance des structures dans une gamme de décalage spectral de 0.6 à 2.4, qui reste largement inexplorée. Le taux de croissance sera déterminé en mesurant la distorsion du spectre de puissance de la matière due à la vitesse particulière des structures (RSD pour Redshift Space Distortions) et en la confrontant à des simulations numériques. L'étudiant devra se familiariser avec les outils d'analyse (mesure du spectre de puissance à partir des données, simulations numériques pour modéliser les erreurs et extraire la valeur du taux de croissance), ainsi qu'avec les outils d'interprétation des mesures dans le cadre du modèle du Galiléon développés par le groupe.

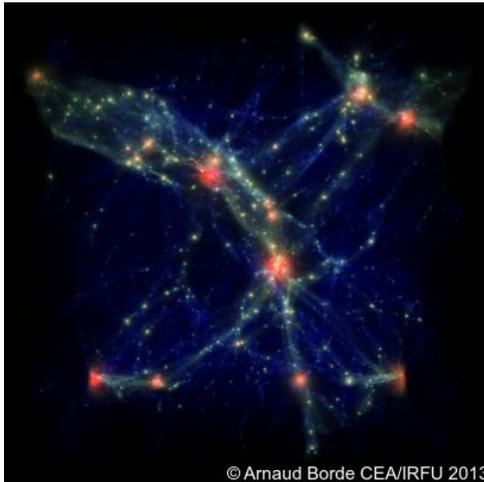


Figure 2 : Image tirée d'une simulation numérique de grandes structures de l'Univers réalisée au CCRT par le groupe cosmologie du SPP.

Dans ces outils d'interprétation, les prédictions du taux de croissance dans le modèle du Galiléon sont limitées au régime linéaire. Or, les données utilisées pour déterminer le spectre de puissance peuvent inclure des effets non-linéaires, ce qui conduit à une mesure du taux de croissance qu'on ne peut comparer aux prédictions. Pour obtenir une comparaison fiable, le doctorant devra se familiariser avec la phénoménologie du modèle du Galiléon pour en comprendre les effets non-linéaires et modifier, soit la procédure d'analyse des données, soit les prédictions, pour s'assurer que mesures et prédictions sont bien obtenues sous les mêmes hypothèses. Ceci nécessitera éventuellement d'utiliser des simulations numériques de croissance des structures basées sur le modèle du Galiléon.

Une fois cette étape assurée, la mesure du taux de croissance obtenue sera utilisée pour tester le modèle du Galiléon, en combinaison avec les autres mesures cosmologiques de précision : supernovae de type Ia, fond diffus cosmologique, oscillations baryoniques acoustiques (à disposition dans le groupe). Une publication premier auteur devrait en découler. Selon le rythme d'avancée des travaux on pourra également envisager d'étendre le travail précédent à d'autres modèles de gravité modifiée (modèles $f(R)$, gravité massive).

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Le candidat pour cette thèse doit être animé d'une solide formation en cosmologie et d'une forte motivation à travailler à la fois sur les aspects d'analyse de données et de phénoménologie. Une très bonne maîtrise des langages informatiques et des techniques statistiques sera un atout.

COMPETENCES ACQUISES

Au cours de sa thèse, le doctorant développera une grande maîtrise des techniques d'analyse et des outils informatiques et statistiques utilisés en cosmologie, qui pourront trouver à s'appliquer par la suite dans d'autres domaines, de la recherche ou de l'industrie. Il développera également une grande aptitude au travail d'équipe dans un environnement très compétitif.

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Le projet eBOSS est l'un des trois programmes de la collaboration internationale SDSS-IV regroupant plusieurs centaines de physiciens, ingénieurs et étudiants de 59 instituts issus de 11 pays. Dans le cadre de sa thèse, le doctorant sera amené à collaborer avec une grande diversité de personnes et à effectuer des missions à l'étranger pour présenter ses résultats devant le groupe eBOSS.

CONTACT

Vanina Ruhlmann-Kleider
(ruhlmann-kleider@cea.fr)