



RECHERCHE D'ONDES GRAVITATIONNELLES PRIMORDIALES AVEC QUBIC: CARACTÉRISATION ET COMMISSIONING DE L'INSTRUMENT

La quête de la polarisation en mode B du fond diffus cosmologique est l'un des défis les plus importants de la cosmologie observationnelle. Leur découverte signerait la présence d'ondes gravitationnelles primordiales, théoriquement attendues de l'ère de l'inflation, 10^{-35} secondes après le temps de Planck. C'est également l'un des plus difficiles, car le signal attendu est très petit et nécessite des instruments de grande sensibilité avec peu de biais systématiques et une large couverture de fréquence afin de séparer le signal primordial des émissions d'avant-plan.

QUBIC (QU Bolometric Interferometer for Cosmology: <http://qubic.in2p3.fr>) est un nouveau concept instrumental, dédié à la recherche du mode B à partir des modes Q et U, réunissant les avantages des bolomètres en termes de sensibilité et ceux des interféromètres en termes de contrôle des systématiques instrumentales. La nature interférométrique de QUBIC permet également une spectro-imagerie et une résolution spectrale améliorée vis-à-vis des imageurs, apportant un avantage important pour la suppression de l'avant-plan. Le démonstrateur technologique est en cours de tests à l'APC depuis 2019 et sera installé sur le site de QUBIC à 5 000 m d'altitude dans la province de Salta en Argentine, courant 2021.

L'étudiant(e) participera directement à la phase d'intégration et de caractérisation de l'instrument sur le site au cours de laquelle les performances de l'instrument seront vérifiées et modélisées avec des simulations qu'il/elle contribuera à construire au sein de la collaboration QUBIC. L'un des aspects critiques est la caractérisation des détecteurs supraconducteurs et de l'électronique de lecture associée. Des mesures dans d'autres systèmes cryogéniques pourront aussi être conduites afin d'établir un modèle physique de la chaîne de détection. L'étudiant(e) contribuera significativement à l'installation et au commissioning sur le site mais aussi à l'analyse des premières données scientifiques.

L'étudiant(e) travaillera au sein de l'équipe QUBIC de l'APC, en collaboration avec le reste de la collaboration en France, Italie, Irlande, et Argentine. Il/elle pourra aussi aborder d'autres activités scientifiques au cours de la thèse en parallèle à son sujet spécifique: Développement de la chaîne d'analyse de QUBIC depuis le traitement temporel des données brutes aux contraintes cosmologiques, self-calibration et contrôle des effets systématiques instrumentaux, application de méthodes de Machine Learning à l'analyse de données CMB...

SEARCHING FOR PRIMORDIAL GRAVITATIONAL WAVES WITH QUBIC: CHARACTERIZATION AND COMMISSIONING OF THE INSTRUMENT

The quest for B-mode polarization of the Cosmic Microwave Background is among the main challenges in Observational Cosmology. Measurement of B-mode polarization in the CMB will be clear evidence of the presence of primordial gravitational waves which are theoretically expected to be produced during inflation about 10^{-35} seconds after the Planck epoch. The B-mode measurement is perhaps the most difficult cosmological challenge because the expected signal is very small. It requires high sensitivity and negligible instrument systematic effects with wide frequency coverage in order to separate the primordial signal from foreground emissions.

QUBIC (QU Bolometric Interferometer for Cosmology: <http://qubic.in2p3.fr>) is a novel instrument concept dedicated to the search for B-modes by measuring the Q and U polarization modes. It brings together the advantages of bolometers with high sensitivity and those of interferometers that have exquisite control of instrument systematic effects. The interferometric nature of QUBIC also allows spectro-imaging and improved spectral resolution with respect to imagers, providing a significant advantage concerning foreground removal. The Technological Demonstrator is under test at APC since 2019 and will be installed at the QUBIC site at 5000m a.s.l. in the province of Salta in Argentina in 2021.

The Ph.D. student will take part in the integration and characterization phase on-site where all the performances of the instrument will be checked and modeled with simulations that she/he will contribute to building with all the QUBIC collaboration. One of the critical points is the characterization of the superconducting detectors and the associated readout electronics. Measurements in other cryogenic testbeds in the lab can also be carried on in order to build the detailed physics model of the detectors and the readout electronics. The Ph.D. student is expected to contribute significantly to the integration and characterization of the instrument on-site, as well as to the analysis of the first scientific observation runs.

The student will work within the QUBIC team at APC, collaborating with the rest of the collaboration in France, Italy, Ireland, and Argentina. He/She may also contribute to other scientific activities in parallel to his/her specific topic. These might include the development of the QUBIC Data Analysis pipeline from time-domain to cosmological constraints, self-calibration and instrumental systematic effects control, spectro-imaging and astrophysical foreground contamination control, machine-learning techniques applied to CMB data analysis.

Responsable(s) / Advisor(s): M. Piat (piat@apc.univ-paris7.fr), Steve Torchinsky (satorchi@apc.in2p3.fr)

Niveau demandé / Requirements: M2 ou équivalent / Master, M.Sc.

Profil: Physique Fondamentale, Astrophysique, Instrumentation / Fundamental Physics, Astrophysics, Instrumentation
