

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **30 septembre 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Amazigh OUZRIAT**

Titre de la thèse : Recherche de coalescences de binaires compactes au cours de la première partie de la quatrième campagne d'observation de LIGO-Virgo-KAGRA

Résumé



La compréhension de l'Univers a longtemps été au cœur des grandes avancées scientifiques. Au XXe siècle, la relativité générale d'Einstein a révolutionné la conception de la gravitation en la décrivant comme la courbure de l'espace-temps induite par la masse et l'énergie. L'une de ses prédictions majeures est l'existence des ondes gravitationnelles : des perturbations de l'espace-temps générées par l'accélération d'objets massifs, analogues aux ondes électromagnétiques émises par l'accélération de particules chargées. Ces ondes sont restées longtemps inaccessibles à l'observation, jusqu'à leur détection directe par LIGO en 2015, confirmant l'existence de fusions de trous noirs binaires et ouvrant une nouvelle ère de l'astrophysique : l'astronomie des ondes gravitationnelles. Les systèmes binaires compacts, formés de deux trous noirs, de deux étoiles à neutrons ou d'un trou noir et d'une étoile à neutrons, comptent parmi les sources les plus fréquemment détectées. Leur coalescence génère un signal gravitationnel intense, en particulier dans les toutes dernières secondes avant la fusion. Leur détection repose sur un réseau mondial d'interféromètres (LIGO Hanford et LIGO Livingston aux USA, Virgo en Italie, KAGRA au Japon) capables de mesurer des déformations infimes de l'espace-temps. Ces instruments permettent d'accéder à des phénomènes astrophysiques invisibles pour les télescopes traditionnels, et jouent un rôle clé dans l'astronomie multi-messager. Cette thèse s'inscrit dans le cadre de la recherche de coalescences de binaires compactes menée durant la première partie de la quatrième campagne d'observation (O4a) de la collaboration LIGO-Virgo-KAGRA. Elle se concentre sur le pipeline MBTA, dédié à la détection rapide de ces signaux à l'aide de la technique du filtrage adapté. Les performances de ce pipeline sont évaluées à partir de simulations de signaux d'ondes gravitationnelles, puis comparées à celles d'autres pipelines utilisés au sein de la collaboration. Les résultats obtenus ont contribué à l'élaboration du quatrième catalogue des transitoires gravitationnels (GWTC-4), au sein duquel plusieurs événements astrophysiques d'intérêt font l'objet d'une analyse approfondie. Nous avons

étudié l'intégration des prédictions de présence de bruits transitoires (glitches), fournies par l'algorithme iDQ, dans l'estimation du bruit au sein de MBTA, dans le but d'améliorer la sensibilité du pipeline. Une étude méthodologique est menée sur la localisation angulaire des événements à l'aide de l'algorithme BAYESTAR, en analysant l'influence de la configuration du réseau de détecteurs ainsi que l'impact des glitches présents dans les données Virgo. Ces développements visent à renforcer la fiabilité des recherches d'ondes gravitationnelles, en particulier dans le cadre de l'astronomie multi-messenger.

Mots-clés : ondes gravitationnelles, coalescences de binaires compactes, trous noirs, étoiles à neutrons, multi-messenger astronomy, caractérisation des détecteurs