

Jonas Buchholz

LP2IB Bordeaux

Résumé projet de thèse :

Étude de la réponse aux neutrinos de Supernova du détecteur JUNO

La physique des neutrinos s'appuie sur des sources variées, allant des réacteurs nucléaires aux supernovæ, en passant par le Soleil et l'atmosphère. Le détecteur JUNO (ref. [1]) est un détecteur à liquide scintillant contenant 20 kt de benzène alkylé linéaire (LAB), conçu pour observer le passage des neutrinos à travers l'émission de lumière scintillante. La détection des photons produits est assurée par deux systèmes complémentaires de photomultiplicateurs : des photomultiplicateurs de 20 pouces (LPMT) et de 3 pouces (SPMT). Les données collectées par JUNO permettront à terme d'apporter des mesures de haute précision des paramètres d'oscillation des neutrinos, de déterminer l'ordre de masse, et d'approfondir la compréhension des mécanismes d'explosion des supernovæ.

Le détecteur a achevé sa phase de remplissage en août 2025. Les trois premiers mois de prise de données se sont déroulés en parallèle de la calibration du détecteur, en particulier des calibrations en énergie et en temps. Le laboratoire LP2IB a joué un rôle majeur dans les tests des cartes électroniques dédiées à l'acquisition des données du système SPMT (ref. [2]), et, par conséquent, s'est impliqué dans les campagnes de calibration associées à ce système.

L'objectif initial de cette thèse a été de contribuer à la calibration en énergie du détecteur en étudiant la réponse non linéaire du liquide scintillant de JUNO à l'aide de différentes sources gamma de calibration. Dans un second temps, une étude de la réponse temporelle des SPMT a été menée afin d'améliorer la reconstruction des positions des événements. Enfin, une analyse de la non-uniformité spatiale de la réponse du détecteur aux sources gamma a permis de mettre en évidence l'impact de la perte d'environ 50 % du système survenue en février 2025.

Les résultats de ces études montrent que le système SPMT est capable de mesurer la non-linéarité du liquide scintillant avec une précision comparable à celle du système LPMT, à mieux que 0,5 %. Par ailleurs, la calibration temporelle a démontré qu'il est possible de caractériser la réponse temporelle du système avec une précision inférieure à 1 ns grâce à l'utilisation de lasers UV.

L'ensemble de ces travaux vise à démontrer, en partie, la capacité du système SPMT à contribuer à une mesure précise des paramètres d'oscillation des neutrinos, jusqu'à présent principalement établie à l'aide du système LPMT (ref. [3]).

[1] Initial performance results of the JUNO detector, arXiv:2511.14590v1

[2] Design, waterproofing, and mass production of the 3-inch PMT frontend system of JUNO, arXiv:2505.05586v1

[3] First measurement of reactor neutrino oscillations at JUNO, arXiv:2511.14593v1