

Etudes des performances physiques de la future expérience JUNO en Chine d'oscillations de neutrinos.

Le phénomène d'oscillation de neutrinos est une manifestation à très longue distance d'un processus d'interférence quantique. Les neutrinos existent en effet sous trois formes ou « saveurs », les neutrinos électrons, muons et tau. La future expérience JUNO étudiera le mécanisme d'oscillation de ces particules, c'est-à-dire la capacité qu'elles ont à se transformer en une autre saveur durant leurs propagations. Elle a pour objectif principal de mesurer la hiérarchie de masse des neutrinos. Cette mesure s'effectuera au voisinage de futurs réacteurs nucléaires chinois en étudiant avec une très grande précision le spectre en énergie des antineutrinos électrons émis par les mécanismes de réactions en chaîne des réacteurs.

La détermination de la hiérarchie de masse des neutrinos, ou antineutrinos, est d'une part importante pour améliorer le modèle standard de la physique des particules et d'autre part essentielle pour pouvoir entreprendre la conception des nouvelles générations d'expériences neutrinos. En effet, La découverte par l'expérience T2K d'apparition de saveur constitue une avancée majeure en physique des particules et ouvre la voie à de nouvelles expérimentations concernant la violation de la symétrie de CP. Celle-ci est une propriété fondamentale de la physique qui permet la distinction entre la matière et l'antimatière. Sa violation pourrait avoir joué un rôle très important dans les premiers instants de la formation de l'Univers et représente par conséquent un enjeu scientifique majeur pour ces prochaines années.

Le site de JUNO sera localisé sur la côte chinoise près de Hong Kong. L'ensemble des détecteurs sera placé dans un laboratoire souterrain à environ 53 km de réacteurs en cours de construction. La très grande puissance des deux futures centrales d'environ 26 GW, correspondant au tiers de la puissance installée en France, va produire un flux impressionnant et localisé de neutrinos augmentant ainsi la probabilité de les détecter. La distance de 53 km entre JUNO et les réacteurs a été choisie de façon à optimiser le phénomène d'oscillation quantique.

L'objectif du travail de thèse sera de participer d'une façon générale à la construction du détecteur JUNO et d'entreprendre des études de modélisation des performances physiques de l'expérience. Elle doit notamment posséder les caractéristiques d'une expérience à très bas bruit. Pour cela, notre groupe participe à l'optimisation d'un détecteur « véto » ayant comme objectif principal de détecter les muons cosmiques encore présents dans le laboratoire souterrain et pouvant générer des signaux semblables à ceux émis par les antineutrinos des réacteurs nucléaires des centrales chinoises. La mesure du spectre d'énergie des antineutrinos électrons nécessite aussi de modéliser de façon très précise les caractéristiques du liquide scintillant composant la partie centrale du détecteur ainsi que les performances des détecteurs de lumière tapissant les parois externes. La fin de la construction de JUNO est pour 2019 et les premières prises de données sont prévues pour 2020.