

Etudes des oscillations et des interactions des antineutrinos dans l'expérience T2K au Japon.

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. L'expérience T2K située au Japon étudie 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.

Notre expérience utilise un faisceau très intense de neutrinos de type muon produits par l'accélérateur de protons du centre de recherches J-PARC situé à Tokai sur la côte est du Japon. Ce faisceau de neutrinos, contrôlé et analysé à Tokai par deux dispositifs expérimentaux complexes, nommés INGRID et ND280, est dirigé vers le gigantesque détecteur souterrain Super-Kamiokande (SK), près de la côte ouest du Japon, à une distance de 295 km de J-PARC.

L'analyse des données enregistrées par le détecteur SK montre que le nombre de neutrinos de type électron détecté est largement supérieur à celui attendu en l'absence de ce nouveau type d'oscillation. Cette découverte d'apparition de saveur constitue une avancée majeure en physique des particules. Elle 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.

Avec la découverte de ce nouveau type d'oscillation, l'apparition de saveur sensible au phénomène de violation CP, la mise en évidence d'une éventuelle asymétrie entre le neutrino et son antiparticule l'antineutrino devient un enjeu scientifique majeur pour ces prochaines années. L'expérience T2K prévoit d'accumuler et d'analyser au cours des prochaines années des données précises sur le mécanisme d'oscillation avec l'utilisation conjointe d'un faisceau de neutrinos et d'antineutrinos. L'objectif du travail de thèse sera de participer aux prises de données et de les exploiter pour obtenir une première mesure d'une éventuelle violation CP pour les leptons.

Le futur thésard aura la possibilité rare en physique des hautes énergies de participer également à l'élaboration d'un nouveau projet, le futur détecteur WAGASCI, ainsi qu'à sa mise en service et à l'analyse de ses premiers résultats. Le principal objectif de ce détecteur très original situé dans le puits des détecteurs « proches » est de mesurer dans l'eau les sections efficaces des neutrinos électrons aux énergies des neutrinos électrons détectés dans la cuve d'eau du détecteur lointain SK.