
Intégration du véto à muons et analyse de ses performances sur le bruit de fond cosmogénique de l'expérience neutrino JUNO

DIRECTEURS DE THESE : MARCOS DRACOS
IPHC, 23 RUE DU LOESS, BP 28 67037 STRASBOURG CEDEX 2
TEL : 03 88 10 63 70 ; E-MAIL : MARCOS.DRACOS@IN2P3.FR

Le neutrino est une particule neutre qui n'interagit que par interaction faible. Il apparaît aujourd'hui comme le messager d'une nouvelle physique au delà du Modèle Standard. En effet, dans cette théorie, cette particule élémentaire n'a pas de masse, ce qui est contraire à l'observation des oscillations des neutrinos par les expériences. Or, ce phénomène n'est possible que si la masse entre les familles de neutrinos est différente. L'observation de ce phénomène constitue une avancée fondamentale en physique des particules et a fait l'objet du prix Nobel 2015 pour deux expériences, SuperKamiokande et SNO, qui ont significativement contribué à sa mise en évidence.

Depuis cette découverte en 1998, de nombreuses expériences ont poursuivi l'étude de ce phénomène et il reste à l'heure actuelle encore quelques paramètres qui n'ont pas été mesurés. Un de ces paramètres inconnus concerne la hiérarchie des masses des neutrinos qui provient de l'incertitude dans l'ordre des masses entre le neutrino ν_1 (principalement composé de ν_e) et le neutrino ν_3 (composé d'un mélange de ν_μ et ν_τ). La détermination de cette hiérarchie pourrait être essentielle pour comprendre le mécanisme par lequel cette particule acquiert une masse et pour vérifier des modèles d'expansion de l'univers.

L'expérience JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory [1]) a pour objectif principal de répondre à cette question. L'objectif est d'atteindre une sensibilité de plus de 3σ sur la hiérarchie de masse après 6 ans de prise de données. JUNO permettra aussi de mesurer avec précision plusieurs paramètres de la matrice d'oscillation des neutrinos ce qui permettra de démarrer des tests d'unitarité. JUNO sera aussi sensible à la détection des géo-neutrinos, des neutrinos solaires, atmosphériques et aux neutrinos des supernovae. La construction du site expérimental dans le sud de la Chine a démarré, celle du détecteur est prévue pour 2018 et la prise de données devrait démarrer fin 2020.

JUNO est une collaboration internationale constituée de 71 instituts répartis dans le monde. L'expérience utilisera les neutrinos de plusieurs réacteurs nucléaires dont la puissance totale devrait atteindre 36 GW. Le détecteur sera situé à 53 km des coeurs des réacteurs, la cible sera constituée d'un scintillateur liquide permettant de détecter les anti-neutrinos électroniques émis par les réacteurs. La lumière émise par le scintillateur sera collectée par environ 17000 photomultiplicateurs (PMT) de 20 pouces de diamètre et 25000 photomultiplicateurs de 3 pouces. L'ensemble scintillateur liquide+PMT, (détecteur central), constituera un volume sphérique entouré par une piscine d'eau équipée de PMT (détecteur Cherenkov) permettant d'identifier les muons cosmiques induisant du bruit de fond. Un détecteur supplémentaire pour identifier ces muons sera installé par dessus, il s'agit du Top Tracker.

Le groupe de Strasbourg utilisera le *Target Tracker* de l'expérience OPERA comme le *Top Tracker* (TT) de JUNO. Cette partie importante du détecteur OPERA était intégralement sous la responsabilité de l'IPHC (construction, installation et analyse des données). Cette contribution permet au groupe de Strasbourg d'avoir une grande visibilité et de prendre un rôle important au sein de la collaboration JUNO. Le *Target Tracker* d'OPERA, est actuellement en Chine et sera ensuite installé en haut du détecteur JUNO. Des modifications concernant les cartes électroniques et le système d'acquisition du TT devront être apportées puisque le taux de comptage attendu sera bien supérieur à celui d'OPERA. Ces travaux seront réalisés par le groupe de Strasbourg en collaboration avec d'autres laboratoires. Le groupe de Strasbourg participe à l'analyse des données du TT, en particulier en terme de simulation, de reconstruction des traces et d'évaluation des bruits de fond.

L'objectif de la thèse sera d'optimiser le Top Tracker avant son installation prévue en 2019 et d'optimiser les codes de simulation et de reconstruction des traces, puis de déterminer les performances du TT en terme de réduction du bruit de fond cosmogénique et évaluer son impact sur les incertitudes systématiques de l'expérience. En parallèle du travail d'analyse, l'étudiant devra participer aux tests de la nouvelle électronique utilisée.

[1] Site web de l'expérience JUNO : <http://juno.ihep.cas.cn/>