
Étude de performance d'un super-faisceau de neutrino pour mesurer la violation CP

DIRECTEUR DE THESE : MARCOS DRACOS

CO-ENCADRANT : Eric Baussan

INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN (IPHC)

23 RUE DU LOESS, BP 28, 67037 STRASBOURG CEDEX

TEL : 03 88 10 63 70 ; E-MAIL : MARCOS.DRACOS@IN2P3.FR

Ces dernières années la physique du neutrino, avec la découverte des oscillations, est le seul secteur qui a donné des signes d'une physique au-delà du modèle standard. Malgré ces avancées spectaculaires, les neutrinos présentent encore beaucoup de mystères très probablement liés aux premiers instants de la création de l'univers. Les angles de mélange des oscillations ont été mesurés avec une certaine précision, mais de nombreuses questions restent en suspens. L'étape suivante consistera notamment à déterminer la hiérarchie des masses des neutrino et surtout explorer s'il y a violation de CP (symétrie Charge-Parité) dans le secteur leptonique. Compte tenu de l'énorme quantité de neutrinos présents dans l'univers, toutes ces mesures pourraient avoir de grandes répercussions au niveau cosmologique.

Pour aller au-delà des connaissances actuelles et compte tenu de la très faible section efficace d'interaction des neutrinos avec la matière, des faisceaux très intenses de neutrinos sont nécessaires requérant des technologies nouvelles et innovantes. Compte tenu de la valeur relativement élevée du dernier angle de mélange θ_{13} mesuré récemment par des expériences auprès des réacteurs nucléaires, l'option "super-faisceau" s'avère très compétitive pour observer pour la première fois une possible violation de CP au niveau des neutrinos. Notre institut a proposé avec l'université d'Uppsala, l'utilisation du linac de protons de la source européenne de spallation (ESS) pour produire ce super-faisceau. Ce linac, en cours de construction à Lund (Suède), produira un faisceau de 5 MW et sera dans moins de dix ans le faisceau de protons le plus puissant au monde. Pour bien focaliser les mésons issus de la cible et obtenir un faisceau intense de neutrinos dirigés vers un détecteur placé à une distance de l'ordre de 500 km, un dispositif comprenant une cible et un collecteur hadronique doit être mis en place. Ces éléments clé influencent fortement l'intensité et l'énergie du faisceau de neutrinos résultant et par conséquent les performances de physiques. Pour bien optimiser les paramètres de ces dispositifs, il faut simuler l'ensemble des processus d'interaction dans la cible et propager les hadrons jusqu'à leur désintégration. Par la suite, suivant l'intensité et le spectre en énergie obtenus, il faut étudier les répercussions sur la physique à extraire.

Ce projet est actuellement soutenu par l'Action COST [EuroNuNet](#) et le projet Européen H2020 [ESSnuSB](#).

En plus de l'étude pour la découverte de la phase de violation de CP discuté au-dessus, notre groupe est aussi impliqué dans l'expérience JUNO (Jiangmen Underground Neutrino Observatory) qu'aura lieu en Chine ayant comme but principal la mesure de la hiérarchie des masses des neutrinos, mesure complémentaire à celle de la violation de CP. Le doctorant qui nous rejoindra pourra aussi être amené à contribuer à la mise en place de l'analyse des données de cette expérience pendant sa thèse, pour compléter sa formation.

Le but de cette thèse dans ESSnuSB sera de participer aux simulations et optimisations pour obtenir le résultat le plus adéquat avec les objectifs de physique qui peuvent encore évoluer ces prochaines années. L'étudiant aura dans un premier temps à s'intégrer dans les groupes européens actuellement en place. Il aura à bien connaître la physique du neutrino et les développements actuels dans le domaine. À la fin de chaque itération, les performances du dispositif doivent être déterminées en fonction du détecteur envisagé.

L'étudiant devra avoir de solides connaissances en C++ et ROOT.

L'étudiant·e devra avoir de solides connaissances en C++ et ROOT.