**https://emploi.cnrs.fr/Offres/Doctorant/UMR6457-SOPDEP-050/Default.aspx**

**Informations générales**

**Intitulé de l'offre : H/F Doctorant en Physique des particules**
Référence : UMR6457-SOPDEP-050
Nombre de Postes : 1
Lieu de travail : NANTES
Date de publication : vendredi 24 mai 2024
Type de contrat : CDD Doctorant/Contrat doctoral
Durée du contrat : 36 mois
Date de début de la thèse : 1 octobre 2024
Quotité de travail : Temps complet
Rémunération : La rémunération est d'un minimum de 2135,00 € mensuel
Section(s) CN : Interactions, particules, noyaux du laboratoire au cosmos

**Description du sujet de thèse**

Mesure de précision des paramètres d’oscillations et première mesure de l’ordre des masses avec JUNO
L'étude du phénomène d'oscillations des neutrinos permet l'exploration du mélange de saveurs leptoniques dans le cadre du modèle standard (MS) de la physique des particules. Le MS ne permet pas de prédire les paramètres d’oscillations qui doivent donc être mesurés expérimentalement. Cela a commencé avec les expériences SuperKamiokande et SNO récompensées par le prix Nobel de physique en 2015. Aujourd'hui pratiquement tous les résultats expérimentaux s'inscrivent dans ce paradigme à trois saveurs (e, mu, tau) et les paramètres sont de mieux en mieux connus même si l’ordre des masses (quel est le neutrino le plus léger) et la phase de violation CP (le mélange est-il le même pour les neutrinos et les anti-neutrinos) restent encore à déterminer. L'expérience JUNO qui démarrera en Chine en 2025, implique près de 500 scientifiques internationaux. C'est l'un des projets prioritaires du CNRS/IN2P3. Son but principal est la mesure ultra précise de l'"oscillation" d'antineutrinos produits par des réacteurs nucléaires à 53 km du détecteur. ce dernier consiste en une sphère de 35 m de diamètre remplie de 20 kt de liquide scintillant, lue par une grille de 40 000 photomultiplicateurs.
Le phénomène quantique d’oscillation, changeant spontanément le type de neutrinos, dépend de paramètres dont la mesure nous renseigne sur les lois fondamentales de la physique des particules. En 6 ans, JUNO améliorera de près d'un ordre de grandeur la précision sur ces paramètres, et, surtout, déterminera à 3 sigma "l’ordre des masses" des neutrinos. Cela implique de mesurer le spectre en énergie des antineutrinos avec une précision inédite.

**Contexte de travail**

La thèse proposée au sein de l’équipe Neutrino de Subatech se concentrera sur deux principaux axes : la mesure précise des paramètres d'oscillation des neutrinos et la tentative initiale de déterminer l'ordre des masses avec l'expérience JUNO. Cette étude couvrira les deux premières années de collecte de données.
L'utilisation de méthodes statistiques avancées est essentielle pour analyser le spectre avec la précision requise. Le développement de ces méthodes a débuté à Subatech en utilisant un cadre d’analyse statistique adapté de l'expérience Double Chooz. La première phase de la thèse consistera à mettre en place ce cadre d'analyse pour la première mesure (100 jours de données) des paramètres d'oscillation, qui sera cruciale pour la crédibilité de JUNO. Ces premières mesures permettront à JUNO de posséder les mesures les plus précises des paramètres d'oscillation accessibles par l’expérience (θ12, Δ231 et Δ221).
La deuxième étape impliquera l'amélioration de ce cadre pour une deuxième mesure (sur 2 ans) faisant passer l’ensemble des paramètres sous la barre du pourcent en termes de précision. Le troisième objectif sera de le développer afin de combiner de manière crédible les données de JUNO avec celles d'autres expériences de premier plan à l'échelle mondiale. Cela pourrait contraindre l’ordre des masses à mieux que 3 sigmas bien avant les 6 années nécessaires si JUNO est seule.
Un autre aspect crucial sera la reconstruction précise et fiable de l'énergie de chaque antineutrino. La thèse développera des techniques de dual-calorimétrie basées sur le double système de lecture de JUNO, dont l’équipe de Subatech est une des pionnières, afin de contrôler les erreurs associées et les biais. De même nous continuerons l’exploration de méthodes d’apprentissages profonds innovants émergeant des travaux précurseurs au sein de cette équipe.

Le candidat (H/F) devra :
- Être Diplômé d'un master en physique des particules, physique hadronique ou physique nucléaire
- Avoir de l'expérience en programmation informatique (maîtrise des langages C++ et python)
- Avoir une bonne compréhension orale et bonnes capacités à écrire et parler en anglais
- Être Capable de travailler en équipe et au sein d'une grande collaboration de scientifiques