

PROPOSITION DE SUJET DE MASTER

Intitulé du laboratoire d'accueil : Subatech

Adresse : 4 rue Alfred Kastler – BP20722 – 44307 Nantes Cedex

Nom, prénom et grade du responsable du stage : Andi S. CUCOANES, Post-doc et Muriel FALLOT, Maître de conférence

Téléphone : 02.51.85.85.64 et 02.51.85.84.15

Email : cucoanes@subatech.in2p3.fr et fallot@subatech.in2p3.fr

Titre : Analyse des données de l'expérience NUCIFER : étude focalisée sur le bruit de fond induit par les muons cosmiques.

Les réacteurs nucléaires ne sont pas seulement des sources importantes d'énergies, mais aussi des sources très puissantes d'antineutrinos. Globalement, un réacteur 1 GW émet environ 1021 électrons antineutrinos per second. Un tel flux est extrêmement important puisque la détection des antineutrinos est défavorisée par leur très faible probabilité d'interagir avec la matière. Par exemple, un détecteur de taille 1m³ ayant une efficacité de 50%, détecte environ 1500 événements/jour à 25 mètres d'un réacteur de 1 GW.

Toutefois, les caractéristiques des antineutrinos dépendent du contenu en uranium et plutonium du cœur. Ils fournissent ainsi une information sur la puissance du réacteur et sur son contenu isotopique.

Cet aspect ouvre des perspectives d'applications telles que le suivi de la consommation du combustible, d'intérêt pour l'économie du combustible, ou encore des applications liées à la lutte contre la prolifération des armes nucléaires. Ce dernier aspect intéresse particulièrement l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), agence de l'ONU en charge du respect du traité de non-prolifération des armes nucléaires. AIEA a demandé à ses états membres de mener une étude de faisabilité sur l'installation des antineutrinos des réacteurs comme nouvel outil de lutte contre la prolifération.

Récemment des physiciens français ont réévalué le flux antineutrinos des réacteurs, estimant que ce flux est plus grand que précédemment d'environ 3%. Pour toutes les expériences situées à des distances courtes (<100m) du réacteur cela conduit à un rapport du flux observé sur la prédiction de 0.937 ± 0.027 . Cette différence, apparemment faible, a un impact énorme parce que le nouveau résultat est significativement plus petit que 1. Des incertitudes subsistent sur le calcul effectué provenant de modèles nucléaires. Mais ce nouveau résultat ouvre la possibilité de l'existence d'un neutrino stérile dans lequel les antineutrinos des réacteurs pourraient osciller. Le projet Nucifer développé par SUBATECH Nantes, CEA Saclay et MPIK Heidelberg (Allemagne) propose de tester une nouvelle méthode de surveillance à distance des réacteurs nucléaires. Les données mesurées serviront à la lutte contre la prolifération, aux applications des antineutrinos, pour l'économie du combustible nucléaire mais aussi à la recherche d'éventuels neutrinos stériles. Le détecteur est de taille réduite, simple d'utilisation, et peut fonctionner de façon autonome proche d'un réacteur nucléaire.

Informations complémentaires :

Le stagiaire va analyser les données expérimentales de l'expérience NUCIFER. L'analyse est centrée sur l'estimation du bruit de fond induit par les rayons cosmiques à la détection des antineutrinos. Dans une première phase, le stagiaire se familiarisera avec les techniques de détection mises en œuvre en particulier pour le détecteur Vêto ainsi que l'électronique et le logiciel d'acquisition associés.

Il s'agira ensuite de travailler sur l'analyse des données du Vêto à muons corrélés avec les événements dans la cible. Afin de mieux comprendre la réponse du détecteur, des simulations de certains bruits de fond induits par les muons cosmiques sont envisagées.

Compétences développées :

- Techniques expérimentales de physique nucléaire et des particules (détecteurs, électronique)
- Analyse de données
- Programmation en C++
- Utilisation des logiciels GEANT4, ROOT
- Modélisation et simulation

Les connaissances acquises durant le stage (physique nucléaire, fonctionnement d'un détecteur, techniques expérimentales, méthode Monte-Carlo...) permettront à l'étudiant de valoriser son travail dans l'industrie ou dans un laboratoire de recherche.

Mots-clés : Nucifer, neutrinos, réacteurs, AIEA, expérience, analyse