

## **Modélisation du système de collection hadronique du futur super faisceaux de neutrinos ESSnuSB.**

Les récentes mesures effectuées auprès des réacteurs nucléaires ont permis d'estimer le dernier angle de mélange  $\theta_{13}$  de la matrice d'oscillation des neutrinos PMNS. La valeur élevée de ce paramètre rend désormais possible l'étude de la violation CP dans le secteur leptonique ainsi que la hiérarchie de masses des neutrinos. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de construire de nouvelles sources de très hautes intensités. Trois sources ont fait l'objet d'une étude poussée dans le cadre d'un projet européen, les super-faisceaux (Super Beam), les faisceaux radioactifs (Beta-Beam) et les usines de neutrinos (Neutrino Factory), notamment au sein de la collaboration EUROnu. Cette étude a permis de comparer ces infrastructures du point de vue de la physique et d'identifier les difficultés technologiques liées à l'utilisation de faisceaux de hautes intensités. Elle a notamment permis de sélectionner la solution super-faisceau comme solution viable pouvant apporter une réponse concernant la découverte de la violation CP dans un futur proche.

Plusieurs projets développent de nouvelles générations de super-faisceaux à l'échelle du Méga Watt dans le monde. En particulier, la collaboration ESSnuSB[1], dans laquelle l'IPHC participe, a reçu un financement européen H2020 pour le développement d'une nouvelle infrastructure en Europe. L'objectif consiste à utiliser la source européenne de spallation (ESS) basée à Lund (Suède) pour produire un faisceau de neutrinos qui sera dirigé vers un détecteur souterrain situé à une distance de 540 km (dans la mine de Garpenberg) et qui utilisera la technologie Water Cherenkov à l'échelle de la Méga Tonne. Le projet est structuré en plusieurs groupes de travail, dont un concernant la production du faisceau pour lequel l'IPHC intervient.

Le LINAC de la source de spallation produit un faisceau de protons avec une puissance de 5 MW à une énergie de 2 GeV. Ces protons, entrant en collision avec une cible fixe, produisent des mésons qui se désintègrent pour donner des neutrinos. Pour focaliser ces particules et obtenir un faisceau intense dirigé vers le détecteur souterrain, un collecteur hadronique doit être utilisé. Cet élément clé, influence fortement l'intensité et l'énergie du faisceau de neutrinos résultant.

Le groupe travaille actuellement sur une structure basée sur quatre collecteurs hadroniques. Chaque collecteur comporte une corne magnétique munie d'une cible en titane qui peut recevoir un faisceau de protons d'une puissance de l'ordre de 1,3 à 1,5 MW. Le corps de chaque corne est parcouru par un courant électrique de 350kA produisant un champ magnétique suffisamment intense pour courber les particules secondaires issues de la cible.

Le but du stage sera d'optimiser le système de collection hadronique en fonction des paramètres de la ligne du super faisceau de neutrinos (ESSnuSB) en tenant compte de la configuration basée sur quatre collecteurs à l'aide de simulation Monte Carlo (GEANT4, FLUKA). L'étudiant aura dans un premier temps à se familiariser avec les différents logiciels et la problématique des super faisceaux. Une bonne connaissance en programmation C++ et ROOT est souhaitable.

[1] ESSnuSB : <http://essnusb.eu/>

---

Nom, prénom et grade du responsable de stage : **BAUSSAN Éric, Maître de Conférences**

Téléphone : **03 88 10 6582**

Télécopie : **03 88 10 6234**

Email : [eric.baussan@iphc.cnrs.fr](mailto:eric.baussan@iphc.cnrs.fr)

Composition de l'équipe : Eric Baussan (MdC), Marcos Dracos (DR), Pascal Poussot (IE), Elian Bouquerel (IR)  
Jacques Wurtz (IR)

Nom du responsable et intitulé du laboratoire d'accueil : **Barillon Rémi (IPHC)**

Adresse : **Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC)**

**23 rue du Loess, BP 28 – 67037 STRASBOURG CEDEX 2**