

Le projet WA105 : Etude d'un prototype de TPC en argon liquide double phase utilisant des détecteurs MPGD

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Au cours des deux dernières décennies, la physique du neutrino a connu un essor considérable avec, en particulier, l'observation des oscillations de neutrinos. Cette découverte a confirmé de manière claire que les neutrinos actifs ont une masse et qu'ils sont décrits par trois états distincts de masse. L'existence d'une masse non-nulle du neutrino constitue un résultat majeur en physique, car elle indique que le Modèle Minimal Standard, bien que consolidé par la récente découverte du boson de Higgs, est incomplet et qu'il nécessite une extension dont les ingrédients ne sont pas encore connus.

Plusieurs expériences faites auprès de réacteurs (Daya Bay, Double Chooz, RENO) ou sur accélérateur (MINOS, Nova et T2K) ont récemment apporté des informations précieuses vers la compréhension du mécanisme d'oscillation des saveurs du neutrino par la mesure du troisième angle θ_{13} , jusque-là inconnu, de la matrice de mélange Pontecorvo-Maki-Nakagawa-Sakata (PMNS). La valeur élevée de θ_{13} ouvre en effet la voie à des expériences futures qui permettront d'obtenir une détermination claire de la hiérarchie de masse des neutrinos et possiblement de mesurer la phase δ de la matrice PMNS, paramètre décrivant la violation de la symétrie de CP dans le secteur des leptons. L'existence d'une telle brisure de symétrie aurait un impact considérable en physique car elle pourrait être à l'origine de l'asymétrie matière-antimatière observée dans l'univers. Par ailleurs, les valeurs des paramètres de mélange θ_{12} , θ_{23} et θ_{13} de la matrice PMNS diffèrent notablement de celles des paramètres de la matrice analogue Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM) dans le secteur des quarks. Cette situation suggère la présence d'une symétrie des saveurs inconnue qui reste encore à explorer. Les masses des neutrinos, extrêmement faibles par rapport à leurs partenaires chargés, privilégient en outre des modèles théoriques dans lesquels la faible masse

du neutrino est le reflet d'une physique nouvelle à une échelle située à très haute énergie.

Par conséquent, l'exploration détaillée du spectre de masse, des oscillations de neutrinos et l'observation de la violation de CP dans le secteur des neutrinos font partie des questions les plus fondamentales qui se posent aujourd'hui en physique des particules.

L'étude de la hiérarchie de masse et de la violation de CP dans le secteur des neutrinos requiert l'utilisation de faisceaux très intenses de neutrinos et de détecteurs souterrains de grande masse. Plusieurs projets à travers le monde et s'appuyant sur des technologies diverses de détection sont en cours d'études. C'est le cas, par exemple, des projets HK au Japon et DUNE aux USA.

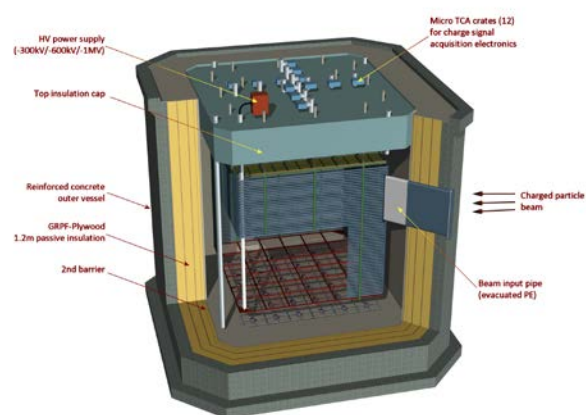


Figure 1 : « Démonstrateur WA105 de 300 tonnes fonctionnant avec de l'argon liquide en mode diphasique. »

Dans le cadre de la création d'une plateforme neutrinos au CERN, la collaboration WA105 se propose de construire et de tester un démonstrateur de 300 tonnes d'argon liquide ($6 \times 6 \times 6 \text{ m}^3$) pour l'observation tridimensionnelle des produits d'interaction des neutrinos (figure 1). La technologie choisie repose sur l'utilisation d'une Chambre à Projection Temporelle utilisant des détecteurs MPGD (Micro Pattern Gaseous Detectors) fonctionnant en argon liquide double

phase (liquide-gaz). Ce démonstrateur sera construit d'ici 2017 et sera testé en faisceau au CERN avec des particules chargées de 1 à 20 GeV/c. En parallèle, un prototype de plus petite taille ($3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$), destiné à valider les choix techniques retenus pour la construction du démonstrateur, est en cours de réalisation cette année (figure 2). Des essais en cosmiques qui permettront de mesurer les performances d'un tel dispositif expérimental auront lieu en 2016.

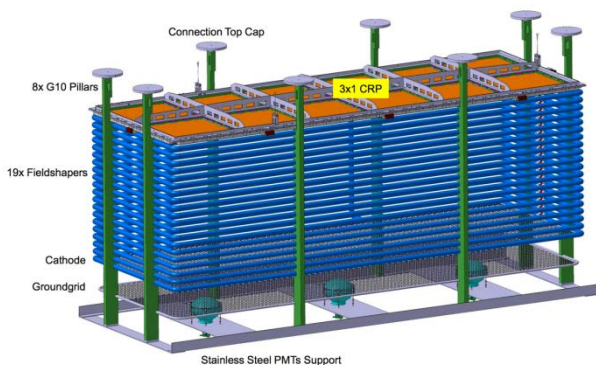


Figure 2 : « Le prototype $3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ »

DESCRIPTION

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Le groupe WA105 à l'IRFU est actuellement formé de 5 physiciens (SPP) et d'un ingénieur (SEDI). Il est responsable de la production et de la caractérisation de la moitié des détecteurs MPGD de type LEM de WA105. Les physiciens du SPP sont également engagés dans l'étude des oscillations des neutrinos auprès de l'expérience T2K au Japon. Le groupe possède une expertise dans le domaine de la fabrication de TPC utilisant des détecteurs gazeux de type Bulk-Micromegas.

TRAVAIL PROPOSE

Evoluant au sein de la collaboration internationale WA105, le doctorant participera à l'effort de R&D sur le développement et l'utilisation de détecteurs MPGD pour une TPC en argon liquide double phase. Il travaillera sur l'analyse des données recueillies avec source ou sur banc cosmique avec différents prototypes de petite taille. Il participera aux essais effectués au CERN sur le prototype de TPC de $3 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ ainsi qu'à l'analyse des données et aux mesures de performance du détecteur. Le doctorant se familiarisera avec la technologie MPGD en argon liquide diphasique proposée pour le projet DUNE aux U.S.A., programme phare en

« Titre these »

physique des particules pour la prochaine décennie. Il travaillera sur la simulation des prototypes utilisés pour la compréhension des performances des détecteurs. Il participera en outre à la mise en œuvre du banc de test pour la phase de production des détecteurs MPGD ainsi qu'à la validation des détecteurs qui seront utilisés pour le démonstrateur WA105. Le doctorant prendra part à la mise en route du démonstrateur prévue au début de 2018 et à la prise des premières données en faisceau au CERN.

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Diplôme équivalent au M2 en physique des particules. Des connaissances dans le domaine du traitement de signal ou des systèmes de détection utilisés en physique des particules seraient un atout. Connaissance souhaitable du langage C++.

COMPETENCES ACQUISES

Le doctorant s'initiera à la R&D concernant le développement de détecteurs de particules de type MPGD. Il acquerra des compétences en instrumentation (détection, électronique rapide, traitement du signal, cryogénie) ainsi que dans le développement de programmes informatiques pour l'analyse de données et pour la simulation des détecteurs. Son travail de thèse lui permettra en outre d'approfondir ses connaissances dans le secteur de la physique du neutrino.

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Le projet WA105 se déroule dans le cadre d'une collaboration internationale regroupant aujourd'hui 20 instituts provenant de 8 pays européens et du Japon. La réalisation du démonstrateur WA105 étant principalement basée au CERN à Genève, le doctorant aura l'occasion d'effectuer plusieurs missions en Suisse.

CONTACTS

Co-directeur de thèse (SPP) : Edoardo Mazzucato
E-mail : edoardo.mazzucato@cea.fr

Tél. : +33.1.69.08.44.76

Co-directeur de thèse (SEDI) : Alain Delbart

E-mail : alain.delbart@cea.fr

Tél. : +33.1.69.08.34.54

« nomresponsable »

CEA/IRFU