

Proposition de thèse – 2022-2025

Thématique : Matière Noire

Sujet de thèse : Développements de détecteurs germanium à la CRYOSEL pour le projet EDELWEISS-SubGeV de recherche directe de matière noire légère.

Directrice de thèse : Corinne AUGIER

Téléphone : 04 72 43 10 90

Email : c.augier@ip2i.in2p3.fr

Adresse : IP2i Lyon – Bureau 313

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Description du travail demandé :

Une des pistes les plus intensément cherchées pour identifier la nature de la matière noire qui constituerait la grande majorité du bilan de matière de l'Univers est la méthode de recherche directe, qui consiste à détecter, dans une cible en laboratoire, les reculs de noyaux atomiques ou d'électrons dus à des collisions avec des particules constituant le halo sombre de notre Galaxie. La collaboration internationale EDELWEISS a développé des détecteurs en germanium, refroidis à moins de 20 mK, où ces interactions sont identifiées par la production de plusieurs milliers de paires électron-trou, collectées sur des électrodes couvrant le cristal, et par une élévation de température de quelques microkelvin, enregistrée par des thermistances en germanium de type NTD (Neutron Transmutation Doped).

EDELWEISS dispose d'un site expérimental au Laboratoire Souterrain de Modane (LSM), qui atteint des niveaux records de bas-bruit radioactif pour des détecteurs de ce type. La collaboration a pu par le passé établir des contraintes sur le taux de collisions des particules de matière noire avec les noyaux parmi les plus strictes au monde, pour des particules de masse supérieure à 20 GeV/c². Depuis, elle travaille à optimiser ses détecteurs pour des modèles prédisant des particules dans une nouvelle plage de masse, de 1 eV/c² à 10 GeV/c², qui suscitent un intérêt croissant depuis ces dernières années, et pour lesquels le germanium, avec son gap de 0.7 eV, devrait être une cible idéale. La collaboration a déjà réalisé un premier détecteur Ge cryogénique sensible à l'électron unique, avec laquelle elle a obtenu en 2020 les meilleures sensibilités mondiales pour certains de ces modèles. Une autre analyse sur les mêmes données vient d'être finalisée et sera publiée avant la fin 2021.

Une nouvelle génération de détecteurs s'appuyant sur ces avancées est en cours de développement, combinant haute-tension pour amplifier l'effet Luke-Neganov, et senseurs SSED permettant l'observation dans un cristal de Ge massif des événements à électron unique injectés par un système de calibration laser. Ces détecteurs, appelés CRYOSEL, combineront bas seuils en énergie et identification de la nature des fonds, avec à la clé des avancées sur la recherche DM et la mesure du quenching dans le Ge. Des premiers prototypes devraient être à l'étude pour caractérisation pour un stage de M2 débutant en février 2022, les meilleurs prototypes devant être installés pour un run de physique sur le cryostat BINGO au LSM fin 2022. Les résultats obtenus seront ensuite utilisés pour finaliser la stratégie d'EDELWEISS-SubGeV de recherche de matière noire dans la plage de 1 eV/c² à 1 GeV/c², dans un nouveau cryostat dédié au LSM avec 1 kg de détecteurs en germanium, alliant mesures à haute-tension à la CRYOSEL, et mesures à basse-tension à la Ricochet.

Le groupe MANOIR étant impliqué dans les deux collaborations, la thèse combinera R&D, en totale synergie avec les développements du groupe pour l'expérience Ricochet, production et caractérisation de nouveaux détecteurs, prise de données, analyse et publication des résultats de physique associés.