

Proposition de stage – Année 2022-2023

Niveau du stage : M2

Durée du stage : 4 mois

Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse : Oui

Type de financement envisagé : MENRT (ou financement IN2P3/CNRS si accepté)

Responsables du stage : GASCON Jules, AUGIER Corinne

Téléphone : 04 72 43 10 68

Email : j.gascon@ip2i.in2p3.fr, c.augier@ip2i.in2p3.fr

Adresse : IP2I Lyon – Bureau 315 – Domaine Scientifique de la Doua –
Bât. Paul Dirac, 4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Equipe d'encadrement : Corinne Augier, Julien Billard, Antoine Cazes, Jules Colas, Maryvonne De Jésus, Jules Gascon, Elsa Guy, Alexandre Juillard, Hugues Lattaud, Nicolas Martini, Véronique Sanglard

Thématique : *Futur détecteurs cryogéniques pour la recherche de particules de matière noire de faible masse*

Intitulé du stage : *Caractérisation des performances de détecteurs cryogéniques en germanium pour la conception d'une expérience de recherche directe de matière noire subGeV multi-kg.*

Description du travail demandé :

Identifier la nature de la matière noire, constituant la grande majorité du bilan de matière de l'Univers, est un des objectifs principaux en astroparticules. La recherche directe 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. Dans les détecteurs de type EDELWEISS, ces interactions sont identifiées dans un cristal de germanium, refroidis à moins de 20 mK, par la production de paires électron-trou, collectées sur des électrodes couvrant le cristal, et par une élévation de température de l'ordre du microkelvin, enregistrée par des thermistances en germanium de type NTD (Neutron Transmutation Doped). Dans le cadre de la prochaine génération d'expérience dite SubGeV, EDELWEISS travaille en synergie avec la collaboration internationale RICOCHET pour développer des détecteurs spécialement conçus pour des modèles prédisant des particules de matière noire dans une nouvelle plage de masse, de $1 \text{ eV}/c^2$ à $1 \text{ GeV}/c^2$, 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. Les détecteurs de RICOCHET, développés dans le cadre de l'étude de la diffusion cohérente sur le noyau de neutrinos issus de réacteurs, permettent d'identifier pour la première fois avec précision la nature des événements associés à la détection d'à peine une dizaine de charges, et ont un potentiel inégalé pour la recherche de matière noire subGeV. Ils doivent cependant être qualifiés pour ce qui est du rejet des interactions en surface dues à la radioactivité naturelle, car les contraintes à cet égard sont nettement plus strictes pour les expériences de recherche de matière noire. Le groupe MANOIR de l'IP2I a déjà collecté des données de prototypes de détecteurs RICOCHET sur sa plate-forme instrumentale cryogénique, et planifie dans les mois à venir de nouvelles mesures dans son programme d'amélioration constante des performances des détecteurs. En plus de participer à ces mesures, le(la) stagiaire sera en charge de l'analyse des données permettant de caractériser la réponse des détecteurs aux événements en surface de basse énergie, et d'en évaluer l'impact sur les futurs projets de déploiement dans le site bas-bruit radioactif du Laboratoire Souterrain de Modane d'un grand ensemble de ces détecteurs dédiés à la recherche de la matière noire SubGeV.

Internship offer – Year 2022-2023

Internship level: M2

Duration: 4 months

Possible PhD follow up: Yes

Proposed PhD funding type: MENRT (or IN2P3/CNRS fundings if obtained)

Supervisor: GASCON Jules, AUGIER Corinne

Phone: (+33) 4 72 43 10 68

Email: j.gascon@ip2i.in2p3.fr, c.augier@ip2i.in2p3.fr

Address: IP2I Lyon – Bureau 315 – Domaine Scientifique de la Doua –
Bât. Paul Dirac, 4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

Mentoring team: Corinne Augier, Julien Billard, Antoine Cazes, Jules Colas, Maryvonne De Jésus, Jules Gascon, Elsa Guy, Alexandre Juillard, Hugues Lattaud, Nicolas Martini, Véronique Sanglard

Research field: *Future cryogenic detectors for the search for low-mass Dark Matter particles*

Internship title: *Assessment of the performance of the new cryogenic germanium detectors for the design of a multi-kg array for the search of sub-GeV Dark Matter*

Work description:

Identifying the nature of dark matter, constituting the vast majority of the material balance of the Universe, is one of the main objectives in astroparticle physics. Direct research consists in detecting, in a laboratory target, the recoil of atomic nuclei or electrons due to collisions with particles constituting the dark halo of our Galaxy. In the EDELWEISS detectors, these interactions are identified in germanium crystals cooled to less than 20 mK by the production of electron-hole pairs, collected on electrodes covering the crystal, and by a temperature rise of the order of microkelvin, recorded by germanium thermistors of the NTD (Neutron Transmutation Doped) type. As part of the next generation of the experiment called SubGeV, EDELWEISS is working in synergy with the international RICOCHET collaboration to develop detectors specially designed for models predicting dark matter particles in a new mass range, from 1 eV/c² to 1 GeV/c², that are spurring a growing interest in recent years, and for which germanium, with its gap of 0.7 eV, should be an ideal target. The RICOCHET detectors, developed as part of the study of coherent scattering on the nucleus of neutrinos from reactors, make it possible to identify for the first time with precision the nature of the events associated with the detection of as few as ten's of charges, and have unparalleled potential for the search for subGeV dark matter. They must, however, be qualified in rejecting surface interactions due to natural radioactivity, as the constraints in this regard are much stricter for dark matter search experiments. The MANOIR group at IP2I has already collected data from prototype RICOCHET detectors on its cryogenic instrumental platform, and is planning new measurements in the coming months in its program of constant improvement of detector performance. In addition to participating in these measurements, the intern will be in charge of analyzing the data for the characterization of the response of detectors to low-energy surface events, and to assess their impact on the project to deploy a large array of them in the low-radioactive background site of the Laboratoire Souterrain de Modane, entirely dedicated to the search for SubGeV Dark Matter.