Laboratoire AstroParticule et Cosmologie
Université Paris Cité
Bâtiment Condorcet
10 rue Alice Domon et Léonie Duquet
75013 Paris

PROPOSITON DE SUJET DE STAGE

Instrumentation, chaine de mesures, cryogénie

Année 2022-2023

Participation à la mise au point d'instrumentation cryogénique

---

Lieu : Laboratoire APC, Bâtiment Condorcet, Université Paris Cité, 75013 Paris

Responsable : J.P. Thermeau, thermeau@apc.in2p3.fr

Lien page web : https://apc.u-paris.fr/APC_CS/

Contexte :

L'observation de l'univers froid nécessite aujourd'hui de disposer d'instruments d'observations fonctionnant à des températures inférieures à 1K. Ces instruments sont intégrés dans des enceintes isolantes (cryostat) refroidies à différents niveaux de température (40K, 4K, 1K, …) et dont le coeur (partie la plus froide) accueille les détecteurs avec leur micro-électronique dédiée. Les constituants de ces instruments doivent être conçus et testés séparément dans des environnements similaires à ceux de leur application finale.
L'APC mène des recherches expérimentales et théoriques dans le domaine de la cosmologie. Pour cela, l'APC développe des instruments d'observation et leurs composants associés. NGCryo est un projet de recherche transverse financée par l'IN2P3 pour le développement de détecteurs cryogéniques, de microélectronique cryogénique et de systèmes de réfrigération continue (1K et 0.3K). Un cryostat d'essais permet de tester différents instruments dans le domaine de température 50K à 0.3K.

Sujet :

1/ Un circuit spécifique (ASIC) cryogénique a été développé et fabriqué en 2020/2021. Il permet le multiplexage de 16 vois de mesure de thermomètres, l'alimentation en courant des thermomètres et l'amplification des signaux de mesure. L'ASIC est en cours de préparation pour des essais à température ambiante, puis sera conditionné pour être testé aux températures cryogéniques. Un des objectifs de ce stage est d'intégrer l'ASIC à l'environnement cryogénique, puis de valider son fonctionnement par une série de tests pour différentes températures cryogéniques.

2/ Le cryostat NGCryo refroidi par un cryogénérateur type Tube à Gaz Pulsé est constitué de deux étages à 40K et 4K. Le second objectif du projet est de participer, dans un premier temps, à la caractérisation thermique du cryostat d'essai et dans un second temps de tester dans le cryostat des réfrigérateurs à adsorption (0.3K et 1K). Pour ces deux tâches, des mesures thermiques et des bilans d'énergie sont mises en œuvre pour obtenir les performances du cryostat et des réfrigérateurs.

Durant le stage, les thèmes suivants seront abordés :

- Mise en œuvre d'une chaîne de mesure pour thermomètres cryogéniques à partir d'un ASIC cryogénique,
- Bilan thermique sur un cryostat de test, mesure des températures des étages 40K et 4K en fonction des charges thermiques reçues par chacun des étages,
- Intégration de réfrigérateurs à adsorption 1K et 0.3K, mesure des caractéristiques des réfrigérateurs (température limite) et mesure de la puissance disponible en fonction de la température.
- Développement d'un programme de communication entre les instruments de mesure et le PC d'acquisition.
- Traitement et analyse des données issues des mesures expérimentales.