

## Réfrigérateur cryogénique pour la quantronique

**Contact :** Thomas PROUVE DRF//INAC/SBT/LCCS [Thomas.PROUVE@cea.fr](mailto:Thomas.PROUVE@cea.fr) 04 38 78 97 25

**Stage pouvant se poursuivre en thèse :** Oui

### Résumé :

Avec l'aide d'un financement de la région Rhône alpes Auvergne, le service des basses températures de l'INAC va développer un système compact de refroidissement à 2 Kelvin (-271 °C). Aujourd'hui, les refroidisseurs commerciaux les plus courants de ce type sont des tubes à gaz pulsé, qui sont limités à la température de 3 Kelvin environ et qui nécessitent des puissances électriques importantes, typiquement de plusieurs kW. Notre objectif est à la fois une diminution de la température et une miniaturisation qui permettraient une plus grande facilité d'utilisation de la cryogénie.

A titre d'exemple, dans les laboratoires de recherche, ce système permettra la détection de photons uniques basé sur des détecteurs de nanofils supraconducteurs ou bien de faire fonctionner des ordinateurs quantiques.

### Sujet détaillé :

Notre objectif est de pallier le manque de petits réfrigérateurs en concevant un système de refroidissement compact afin de proposer sur le marché un produit nouveau qui permettra de :

? réduire la consommation d'énergie, les nuisances sonores et les coûts

? améliorer l'intégration et la portabilité des systèmes cryogéniques

Le SBT a les compétences pour réaliser le développement et la commercialisation de ce type de refroidisseur. La technologie du réfrigérateur 2K que nous voulons développer est basée sur une détente Joule Thomson (JT) pré-refroidie par un tube à gaz pulsé haute fréquence (voir dessin en PJ). Le pré-refroidissement par un tube à gaz pulsé permet une fabrication aisée et une grande fiabilité. Pour le bloc JT, nous travaillerons dans un premier temps sur une technologie de circulation industrialisable à coût maîtrisé. Le SBT a une solide expertise dans ces deux domaines avec la réalisation de plusieurs prototypes dont des modèles voués au domaine du spatial.

Avec le financement de la région, le SBT a le financement pour le matériel et le financement d'une thèse. Le stagiaire de master travaillera sur le dimensionnement et les premiers essais du réfrigérateur Joule Thomson. Un banc de test et un premier modèle de JT sera à assembler et tester avec l'aide technique du laboratoire. Les compétences pour ce stage sont de deux ordres:

A la fois des connaissances théoriques sur les bases de la thermodynamique, des échanges thermiques et de la mécanique des fluides afin de pouvoir s'appropriier le sujet et d'en comprendre l'enjeu et être force de proposition sur les essais et les modifications de design.

D'autre part, le stagiaire devra avoir le goût du travail expérimental et de la conception mécanique afin d'apprécier le montage et le test d'une "manipe" et de comprendre et faire évoluer la réalisation mécanique de l'ensemble.

Ces deux volets sont important car à la suite de ce stage, le travail pourra se poursuivre sur une thèse. Lors de cette thèse, avec le fonctionnement de la JT en tête, le thésard se penchera alors sur son pré-refroidissement en optimisant un tube à gaz pulsé existant au laboratoire. Il travaillera sur l'abaissement de la température de fonctionnement de la machine avec comme objectif d'atteindre une température comprise entre 10 K et 15 K pour permettre un fonctionnement optimum du réfrigérateur Joule Thomson. C'est un objectif ambitieux, mais par notre expérience et nos dernières avancées poussées par les développements spatiaux, cet objectif est jugé réaliste. Le développement de ce réfrigérateur sera effectué en collaboration avec l'entreprise Absolute System à Seyssins et Single Quantum en Suède.



INSTITUT NANOSCIENCES  
ET CRYOGÉNIE

la recherche, ressource fondamentale  
research - a fundamental resource

MEM | PHELIQS | SBT | SPINTEC | SYMMES

[inac.cea.fr](http://inac.cea.fr)

**Compétences requises :**

thermodynamique, mécanique, mécanique des fluides, sens pratique, goût pour le travail expérimental