

## Simulation numérique de tubes à gaz pulsés spatiaux

**Contact :** Sylvain MARTIN DRF//INAC/SBT/LCCS [Sylvain.MARTIN@cea.fr](mailto:Sylvain.MARTIN@cea.fr) 04 38 78 02 66

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

### Résumé :

L'objectif du sujet proposé est de développer un modèle numérique de refroidisseur de type Pulse Tube fonctionnant dans la gamme de température 100 K - 4 K. Pour cela, à partir d'un modèle existant au laboratoire prenant en compte seulement les effets hydrauliques du système, il faudra développer un modèle prenant en compte les effets de transferts thermiques dans un gaz réel.

Le stage sera encadré par le CEA/SBT (expert en technologie pulse tube) et par le CETHIL (expert en simulation numérique de transfert thermique en milieu fluide). Il aura lieu principalement à Lyon au sein du CETHIL avec une collaboration très forte du CEA/SBT.

### Sujet détaillé :

Le CEA et le CETHIL recherchent un stagiaire de niveau Master 2 pour une durée d'au moins 5 mois.

Le Service des Basses Températures (SBT) du CEA/INAC développe une recherche à caractère principalement technologique dans une large gamme de températures depuis 120 K jusqu'à la dizaine de millikelvins. Le CETHIL (unité mixte CNRS, INSA, UCBL) est de son côté expert en simulation numérique pour des systèmes mettant en jeu des écoulements couplés à des transferts thermiques.

Au sein du SBT, l'équipe LCCS (Laboratoire de Cryoréfrigérateurs et Cryogénie Spatiale) développe des systèmes de refroidissement de petites tailles pour une gamme de température entre 50 mK et 50 K. Parmi ces cryoréfrigérateurs, le tube à gaz pulsé est un développement important au sein de l'équipe. Basé sur le cycle thermodynamique de Stirling, ils permettent d'atteindre des températures allant de 4 K à 100 K avec de l'hélium. Ils sont utilisés dans des applications d'observation de la terre (type MTG, Met-image) à des températures de l'ordre de 50 K. Pour des missions d'observation de l'univers (ATHENA/X-IFU), un modèle opérant à 15 K a été développé et un prototype a démontré un fonctionnement à 4 K.

Au sein du CETHIL, l'équipe impliquée a une forte expertise dans la simulation numérique des transferts thermiques en milieu fluide. Elle utilise des codes CFD et a développé des codes internes de calculs dédiés à des études thermiques. L'équipe est également habituée à l'utilisation du calcul parallèle intensif.

Basée sur l'expertise des 2 laboratoires, l'objectif du stage est de développer un modèle de tube à gaz pulsé permettant de couvrir la gamme de fonctionnement entre 100 K - 4 K. Cela permettra d'avoir une meilleure compréhension des phénomènes en jeu et donc une amélioration plus rapide des performances. Cet outil sera également très utile pour le dimensionnement de machines multi-étages (Bi-étagé, PT 15 K, ...).

Actuellement, une méthode numérique 1D a été développée au SBT. Elle permet de simuler la partie hydraulique (pression, débit) d'un tube à gaz pulsé sans prendre en compte les effets de gaz réel et les transferts thermiques. A partir de ce modèle existant, l'objectif sera de proposer une méthode qui puisse prendre en compte les effets de transferts thermiques dans un gaz réel. Le modèle choisi sera ensuite comparé aux résultats expérimentaux obtenus ces dernières années au sein du SBT.

Le stage se déroulera à Lyon au sein du laboratoire CETHIL en collaboration forte avec le SBT. Des déplacements sur Grenoble sont prévus. Le stage pourrait conduire à une thèse CEA-CETHIL.

Le(La) candidat(e) recherché(e) doit être en dernière année d'école d'ingénieur ou de Master dans le domaine de la thermique, de la mécanique ou de l'énergétique. Il(Elle) doit impérativement présenter des connaissances en thermodynamique, transferts thermiques et en programmation avec un intérêt pour les machines thermiques et la physique.



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 :**

Simulation numérique, Thermodynamique, Transfert thermique