

Simulation numérique de tubes à gaz pulsés spatiaux

Contact : Sylvain MARTIN DRF//INAC/SBT/LCCS 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. Une méthode 1D a déjà permis de modéliser l'écoulement oscillant d'un tube à gaz pulsé. 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 semi-analytique 1D et un code de calcul 1D ont été développés au SBT et au CETHIL pour modéliser l'écoulement oscillant d'un tube à gaz pulsé. À partir de ces outils existants, l'objectif sera d'adapter ces outils pour prendre en compte les effets de transferts thermiques dans un gaz réel. Les résultats numériques seront ensuite comparés 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 a pour but de 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 posséder un bon dossier scolaire avec des connaissances en thermodynamique, transferts thermiques et en programmation

avec un intérêt pour les machines thermiques et la physique.

Compétences requises :

Simulation numérique, Thermodynamique, Transfert thermique