

## 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 :

Dans le cadre d'un développement avec le CNES (Agence Spatiale Française), nous menons une activité de simulation numérique de cryoréfrigérateurs de type Pulse Tube. En effet, notre laboratoire possède une solide connaissance expérimentale des Pulse Tube sur la gamme de température 80K - 4K. Nous souhaitons mettre au point une méthode de simulation numérique permettant une meilleure compréhension des phénomènes en jeu et donc d'améliorer plus rapidement les performances de nos futurs systèmes

### Sujet détaillé :

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.

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 avec des puissances de refroidissement allant de quelques  $\mu$ W à quelques W. 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.

Dans toutes ces gammes de températures, une méthode de simulation dédiée permettrait une meilleure compréhension des phénomènes 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, ...).

Dans ce contexte, nous souhaitons développer une méthode numérique permettant la simulation des tubes à gaz pulsés. Des premiers codes de calculs permettent de simuler les aspects hydrauliques (pression, débit) du système. Le couplage avec les aspects thermiques doit être largement approfondi. L'objectif de ce stage est de coupler le modèle hydraulique avec les aspects thermiques. Les modèles initiaux seront utilisés comme base de réflexion pour proposer un modèle plus abouti.

Ces travaux de stage pourront se poursuivre sur une thèse qui couplera une partie modélisation plus poussée avec des validations expérimentales obtenues avec le support expérimental du laboratoire.

### Compétences requises :

Modélisation numérique d'hydrodynamique et de thermique

Goût prononcé pour la programmation (Python)