

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-221/IC/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Etude de la répartition en température dans une veine de gaz soumise à un chauffage localisé

Contexte du stage :

Le Service des Basses Températures a développé un banc de mesure d'échange dans les milieux poreux. La méthode employée est la méthode du « single blow ». Cette méthode consiste à faire traverser le milieu poreux par du gaz et à modifier brutalement la température du gaz en entrée. La température du gaz en sortie permet de remonter au coefficient d'échange. Un model unidimensionnel a été développé pour estimer ce coefficient d'échange. Une première série d'expérience a montré une inhomogénéité des températures perpendiculairement à l'écoulement. Ce problème ne permet pas d'avoir une grande confiance dans l'estimation du coefficient d'échange et entraîne des problèmes de dispersion des résultats.

Sujet confié au stagiaire :

Le travail pourrait se dérouler de la manière suivante :

Mesure et analyses des inhomogénéités de température dans la veine de gaz. Pour cela, la réalisation d'un dispositif de mesure sera nécessaire.
Analyse de l'effet de ces inhomogénéités sur l'estimation du coefficient d'échange.
Proposition d'action pour réduire ces inhomogénéités et validation expérimentale.

Compétences requises :

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

Ivan CHARLES
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 95 43
email : icharles@cea.fr

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-216/BR/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Ecoulement d'hélium supercritique dans des conduits soumis à des apports de chaleur : application au projet ITER

Contexte du stage :

Le Service de Basses Températures du CEA - Grenoble est impliqué dans la réfrigération hélium de forte puissance appliquée aux grands instruments comme le collisionneur d'hadrons du **CERN (LHC)** ainsi que le futur réacteur expérimentale de fusion **ITER**, un de plus grands programmes scientifiques internationaux de fusion qui sera implanté en France à Cadarache. Cette machine devrait permettre de démontrer la faisabilité scientifique et technologie de fusion nucléaire contrôlée et proposer une alternative à l'énergie nucléaire de fission.

Le réacteur utilisera des aimants supraconducteurs refroidis à **l'hélium supercritique aux environs de 5 bars et 5 K**. La mise en œuvre d'un tel écoulement recevant de la chaleur peut engendrer des oscillations préjudiciables au bon fonctionnement de la machine. Une littérature abondante existe concernant les études de stabilité sur les écoulements supercritiques en eau ; par contre de tels modèles manquent pour l'hélium.

Sujet confié au stagiaire :

A partir d'un système physique simple (réservoir, vanne, conduit chauffé) dans lequel s'écoule l'hélium supercritique, il faudra bâtir un modèle qui prenne en compte les équations de conservation de la mécanique des fluides perturbées (masse, quantité de mouvement, énergie) afin de déterminer les conditions de stabilité. L'étude se fera à l'aide de la méthode des petites perturbations en utilisant la linéarisation des équations, les fonctions de transfert et le diagramme de Nyquist. Une progression se fera ensuite vers de systèmes de plus en plus complexes prenant en compte la gravité, la distribution de puissance thermique et la géométrie.

Compétences requises :

Ce stage demande des compétences en automatisme ainsi que des connaissances en mécanique des fluides, et transferts thermiques. La maîtrise de logiciels de calcul formel et matriciel (comme par exemple MATLAB et Simulink) est appréciée.

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

Bernard ROUSSET
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 59 59
email : brousset@cea.fr

Commissariat à l'Energie Atomique
Centre de Grenoble - 17 rue des Martyrs - 38054 GRENOBLE CEDEX 9
Secrétariat - Tél. : 04 38 78 44 31 - Fax : 04 38 78 51 71 - e-mail : sbt@cea.fr
Votre correspondant : Tél. : 04.38.78.43.65 - mail : girard@cea.fr

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-217/BR/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Design d'une boucle d'essai permettant de simuler à échelle réduite le comportement pulsé de la charge thermique d'un tokamak et son lissage au niveau de la source froide : application au projet ITER

Contexte du stage :

Le Service de Basses Températures du CEA - Grenoble est impliqué dans la réfrigération hélium de forte puissance appliquée aux grands instruments comme le collisionneur d'hadrons du **CERN (LHC)** ainsi que le futur réacteur expérimentale de fusion **ITER**, un de plus grands programmes scientifiques internationaux de fusion qui sera implanté en France à Cadarache. Cette machine devrait permettre de démontrer la faisabilité scientifique et technologie de fusion nucléaire contrôlée et proposer une alternative à l'énergie nucléaire de fission.

Le tokamak étant une machine pulsée, la charge thermique arrivant sur les aimants et donc sur l'écoulement d'hélium est elle-même périodique. Pour lisser ces variations de charge au niveau du réfrigérateur, un système de by-pass d'une partie du débit (refroidissement des structures) est prévu. La validité d'un tel schéma avec un écoulement d'hélium supercritique a été demandée par l'EFDA, instance européenne en charge des études sur ITER. Un pré-dimensionnement en similitude permettant d'utiliser une échelle réduite est étudié et il s'agit maintenant d'affiner celui-ci et de dessiner les différents composants ainsi que leur implantation dans notre station de tests.

Sujet confié au stagiaire :

Après avoir pris connaissance de l'étude conceptuelle (Process Instrumented Diagram) d'une boucle d'essai capable de simuler le lissage d'une charge thermique pulsée similaire à celle d'ITER, l'étudiant devra dessiner les divers composants de la veine d'essais ainsi que l'accouplement de celle-ci à notre réfrigérateur. Le cryostat associé, les écrans thermiques ainsi que la prise en compte des dilatations différentielles et efforts mécaniques associés devront être étudiés.

Compétences requises :

Ce stage demande des compétences en dessin industriel, ainsi que des connaissances en mécanique, mécanique des fluides et transferts thermiques. La maîtrise du logiciel solidworks sous lequel se fera l'étude est fortement conseillée.

.../...

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

Bernard ROUSSET
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 59 59
email : brousset@cea.fr



Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-218/FV/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Simulation de systèmes cryogéniques : application au projet ITER

Contexte du stage :

Le Service de Basses Températures du CEA - Grenoble est impliqué dans la réfrigération hélium de forte puissance appliquée aux grands instruments comme le collisionneur d'hadrons du CERN (LHC) ainsi que le futur réacteur expérimental de fusion ITER, un des plus grands programmes scientifiques internationaux de fusion, qui sera implanté en France à Cadarache. Cette machine devrait permettre de démontrer la faisabilité scientifique et technologie de fusion nucléaire contrôlée et proposer une alternative à l'énergie nucléaire de fission.

Le réacteur utilisera des aimants supraconducteurs (fonctionnant à -268°C) pour créer le champ magnétique qui confinent le plasma à des températures de l'ordre de 100 millions de degrés. De telles températures interdisent le contact avec les parois et nécessitent l'utilisation des vides poussés. La configuration magnétique devrait être refroidie par un système cryogénique performant composé entre autres de :

- **un système de cryo-distribution** comportant des lignes de transfert et composants froids (pompes de circulation, échangeurs, vannes, ...)
- **un système de refroidissement des aimants** ;
- **un système de pompage.**

La recherche des meilleures performances d'un tel système nécessite la maîtrise de codes spécifiques de thermo hydraulique afin de modéliser les différents régimes de fonctionnement de la machine et comprendre l'influence des charges thermiques sur l'hydraulique.

Sujet confié au stagiaire :

Notre laboratoire dispose de codes de simulation en écoulement d'hélium supercritique. Le but du stage est d'abord la prise en main de tels outils afin d'optimiser par la suite la cryo-distribution et le refroidissement de composants pour ITER (cryopompes, aimants). L'étude pourra être confrontée à des données expérimentales.

Compétences requises :

Ce stage demande des compétences en modélisation et en calcul scientifique, ainsi qu'une bonne connaissance des méthodes de résolution numérique. Des connaissances en mécanique des fluides et transferts thermiques sont indispensables. Le candidat devra faire preuve de rigueur et d'autonomie.

.../...

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :



Roser VALLCORBA
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 97 25
email : rvallcorba@cea.fr

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-219/PR/DC/PB/NM/MM



PROPOSITION DE STAGE DEA

Sujet :

Modélisation dynamique d'un sous ensemble intégré dans un réfrigérateur cryogénique de forte puissance.

Contexte du stage :

L'augmentation de la taille des systèmes cryogéniques assurant le refroidissement des aimants supraconducteurs des grandes machines pour la recherche (ITER, LHC, ILC...), ainsi que l'apparition de charges thermiques variables voire pulsées, entraînent une plus grande complexité des réfrigérateurs.

L'objectif est dans ce contexte de pouvoir disposer d'un modèle dynamique d'un réfrigérateur hélium afin de mettre à disposition des concepteurs un outil permettant de rechercher les stratégies optimales de régulation pendant la phase de dimensionnement. Ce modèle pourra également servir à la formation au pilotage des opérateurs, ou encore comme aide en temps réel au contrôle commande. Plusieurs études ont lieu actuellement dans ce sens, à la fois chez les industriels fabricants de telles machines, ainsi que dans divers laboratoires de recherche.

Sujet confié au stagiaire :

La première étape, qui constitue le sujet de ce stage, serait de modéliser (à l'aide du logiciel Matlab Simulink), un simple cycle de Brayton, composé d'un échangeur à contre courant, d'une turbine et d'un compresseur. Ces éléments sont présents dans notre station d'essai. En effet, le CEA-Grenoble dispose d'un réfrigérateur cryogénique d'une puissance de 400W à 1.8K, en fonctionnement depuis 2004. Des essais pourront donc avoir lieu et les mesures effectuées serviront donc de base à la mise au point de ce modèle dynamique.

Ce stage pourra déboucher sur une thèse.

Compétences requises :

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

Pascal ROUSSEL - Tél. : 04 38 78 45 24 - Email : proussel@cea.fr
Daniel COMMUNAL - Tél. : 04 38 78 45 72 - Email : dcommuna@cea.fr
Patrick BONNAY - Tél. : 04 38 78 45 30 - Email : pbonnay@cea.fr
Marcel NOUGARET - Tél. : 04 76 49 69 73 - Email : Marcel.Nougaret@ujf-grenoble.fr

CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-220/RV/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Exploitation de l'installation d'essai du thermosiphon pour des campagnes visant à optimiser les paramètres physiques du thermosiphon

Contexte du stage :

Le CEA-SBT est impliqué dans la mise en œuvre des cibles cryogéniques pour le programme de fusion inertielle « Laser MégaJoule » : pour réussir à créer les conditions menant à l'ignition thermonucléaire à partir d'un faisceau de lasers incidents sur une cible de mélange D-T, il est nécessaire que la cible ait une densité élevée, ce qui nécessite d'utiliser un milieu solide. Pour l'hydrogène, il faut être en dessous de 20 K, et donc dans des conditions cryogéniques. Pour refroidir la cible, dans la phase de remplissage, on envisage de la refroidir par un thermosiphon hydrogène.

Sujet confié au stagiaire :

Le but du stage est d'exploiter l'installation d'essai du thermosiphon pour des campagnes visant à optimiser les paramètres physiques du thermosiphon pour obtenir les meilleures performances (pression, volume de la capacité tampon, durée de mise en froid). Il s'agira donc d'instrumenter au mieux l'installation, et d'exploiter ces mesures pour arriver à une configuration optimale.

Ce travail pourrait se poursuivre par une thèse plus générale sur les différents moyens d'amener le froid de la source froide au dispositif à refroidir.

Compétences requises :

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

François VIARGUES
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 31 70
email : fviargues@cea.fr

Service des Basses Températures

N/Réf. : 05-220/RV/MM



**PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ETUDES
(Ecole d'ingénieur ou Master)**

Sujet :

Exploitation de l'installation d'essai du thermosiphon pour des campagnes visant à optimiser les paramètres physiques du thermosiphon

Contexte du stage :

Le CEA-SBT est impliqué dans la mise en œuvre des cibles cryogéniques pour le programme de fusion inertielle « Laser MégaJoule » : pour réussir à créer les conditions menant à l'ignition thermonucléaire à partir d'un faisceau de lasers incidents sur une cible de mélange D-T, il est nécessaire que la cible ait une densité élevée, ce qui nécessite d'utiliser un milieu solide. Pour l'hydrogène, il faut être en dessous de 20 K, et donc dans des conditions cryogéniques. Pour refroidir la cible, dans la phase de remplissage, on envisage de la refroidir par un thermosiphon hydrogène.

Sujet confié au stagiaire :

Le but du stage est d'exploiter l'installation d'essai du thermosiphon pour des campagnes visant à optimiser les paramètres physiques du thermosiphon pour obtenir les meilleures performances (pression, volume de la capacité tampon, durée de mise en froid). Il s'agira donc d'instrumenter au mieux l'installation, et d'exploiter ces mesures pour arriver à une configuration optimale.

Ce travail pourrait se poursuivre par une thèse plus générale sur les différents moyens d'amener le froid de la source froide au dispositif à refroidir.

Compétences requises :

Contact : Envoyer CV + lettre de motivation à :

François VIARGUES
CEA Grenoble/DRFMC-SBT
17, rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
Tél. : 04 38 78 31 70
email : fviargues@cea.fr