



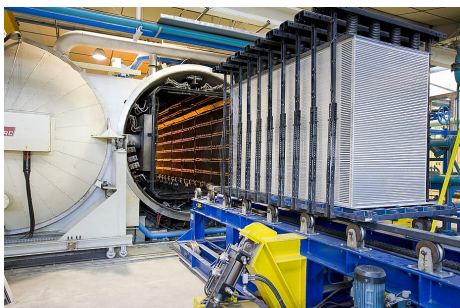
## Contrôle basé données d'un four de brasage sous vide

Les échangeurs de chaleur en aluminium brasés jouent un rôle crucial dans le domaine de la cryogénie. Ils facilitent le transfert de chaleur sous des écarts de température minimes et ils sont largement utilisés pour les applications de traitement des hydrocarbures, du gaz naturel liquéfié (GNL) et du gaz. La tendance actuelle dans ce domaine est l'utilisation d'équipements de plus en plus volumineux avec des masses dépassant les 20 tonnes. L'étape charnière de fabrication d'un échangeur cryogénique est l'opération de brasage qui assure de manière irréversible l'assemblage de milliers de pièces (jusqu'à 10 000) qui composent un échangeur. Cette opération est réalisée sous vide dans un four industriel de grande taille et elle nécessite la mise en place d'un contrôleur capable d'effectuer le suivi d'un chemin thermique tout en garantissant l'homogénéisation des températures de la charge et ceci indépendamment de sa géométrie.

Dans ce contexte, le CRAN et la société Fives Cryo, leader technologique du marché de la cryogénie, proposent un sujet de thèse portant sur la conception d'un algorithme de contrôle basé données d'un four de brasage sous vide. Les difficultés majeures concernent deux aspects. Le premier est lié au nombre très élevé d'entrées/sorties du four (88 actionneurs et 49 points de mesure) et le deuxième concerne la variabilité des géométries des charges à considérer.

Dans un premier temps, pour une géométrie de charge donnée, l'objectif sera d'obtenir un modèle dynamique simplifié et d'identifier les couplages entrées/sorties, information nécessaire pour l'objectif final de cette thèse. Ce modèle servira à tester les premières stratégies de contrôle et de surveillance. L'objectif de la thèse est de s'affranchir de la dépendance du contrôleur vis-à-vis de la géométrie de la pièce à braser. Pour cela, on envisage le recours aux méthodes de contrôle basé données. Le travail de thèse consistera à tirer profit de l'analyse des couplages entrées/sorties afin de proposer une loi de contrôle qui permet de maîtriser la température du four indépendamment de la géométrie de la pièce à braser. Les travaux de cette thèse seront validés sur le simulateur numérique complet de Fives Cryo.

Cette thèse à visées applicatives (four de brasage) nécessite de bonnes connaissances en Automatique de niveau master 2 ou Ecole d'ingénieur.



### Bibliographie :

C. Zacharie, Modélisation des transferts thermiques instationnaires par modèles paramétriques : application à un four industriel de brasage sous vide, Thèse Université de Lorraine.

Fliess, M. and Join, C. "Model-free control", in International Journal of Control 86(12) pp. 2228-2252 2013.

C. De Persis and P. Tesi, "Formulas for Data-Driven Control: Stabilization, Optimality, and Robustness," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 65, no. 3, pp. 909-924, March 2020.

### Encadrants :

Directeur : Pierre Riedinger, [pierre.riedinger@univ-lorraine.fr](mailto:pierre.riedinger@univ-lorraine.fr)

Co-directeur : Jamal Daafouz, [jamal.daafouz@univ-lorraine.fr](mailto:jamal.daafouz@univ-lorraine.fr)