

## Sujet de Thèse DGA année 2015

**Titre du sujet :** Simulation aux Grandes Echelles de la combustion dans les Scramjets

**Encadrants :** Guillaume Ribert et Pascale Domingo

**Financement :** 100% DGA

**Lieux :** CORIA – INSA de Rouen, Rouen

### Contexte général de l'étude :

La stabilisation de flammes dans un système de propulsion supersonique (scramjet) reste aujourd'hui un véritable challenge technologique. En effet, le temps de résidence dans la « chambre de combustion » est très court, limitant ainsi l'efficacité du mélange et donc la combustion. Parmi les différentes architectures de chambre proposée, celles utilisant une cavité permettant de stabiliser la flamme, a permis le récent succès du vol X-51A de Boeing. Pour une telle configuration, le combustible est injecté dans la cavité et le mélange réactif brûle dans un environnement « stable et de faible vitesse ».

Ce projet de thèse a pour intérêts de poursuivre et capitaliser l'effort réalisé dans le cadre de (i) la thèse de C. Merlin (soutenue en 2011) sur les écoulements transsoniques au-dessus d'une cavité et sur la stabilisation de la combustion par des dispositifs de type 'trapped vortex' en régime subsonique, dispositif où la combustion est également stabilisée par la présence d'une cavité et (ii) la thèse de L. Bouheraoua (soutenue en Déc. 2014) sur la simulation de la combustion en régime supersonique et de son application à une configuration de chambre de combustion avec cavité.

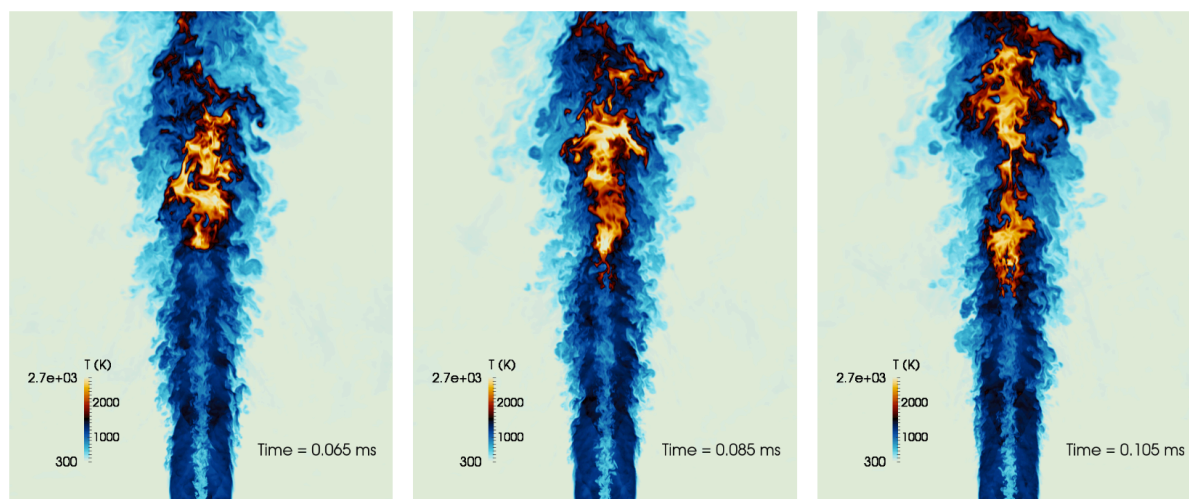


Fig. LES du brûleur de Cheng [Bou-13a].

Evolution temporelle de la température de gauche à droite ; coupe 2D d'un calcul 3D.

### Objectif du projet et travaux envisagés :

L'objectif de cette thèse est d'appréhender le processus de stabilisation d'une flamme supersonique par simulations numériques. Celui-ci est dépendant de plusieurs paramètres tels que le niveau de turbulence, les dimensions géométriques, les transferts thermiques, *etc.* Une première étude a été

réalisée dans le cadre de la thèse de L. Bouheraoua : des simulations numériques aux grandes échelles (LES) très résolues sur le brûleur supersonique de Cheng (voir figure ci-dessus) ont permis de discriminer des modèles de combustion. De très bons résultats ont été obtenus [Bou-14, Rib-14] avec le code de calcul structuré SiTComB [Sit-11] du CORIA.

Celui-ci sera utilisé pour réaliser les travaux de cette étude : la description géométrique de la cavité sera effectuée par une méthode de frontières immergées précédemment validée sur une cavité transsonique [Mer-13] et supersonique [Bou-14]. L'impact des pertes thermiques aux parois sur la stabilisation de la flamme sera quantifié. Un module de rayonnement sera développé afin d'évaluer l'influence du rayonnement sur le processus de combustion dans une cavité. La simulation de la combustion sera envisagée au regard des résultats obtenus dans la thèse de L. Bouheraoua (utilisation de tables chimiques, modèle hybride chimie tabulée-chimie transportée, etc.). Des heures de calcul seront demandées au GENCI et au Crihan et une comparaison avec les mesures expérimentales existantes sera réalisée.

### **Références bibliographiques liées à l'étude :**

- [Bou-14] L. Bouheraoua, Simulation aux grandes échelles et modélisation de la combustion supersonique, Thèse de l'INSA de Rouen, 2014. Encadrants : P. Domingo et G. Ribert.
- [Mer-13] C. Merlin, P. Domingo, L. Vervisch, Immersed boundaries in Large Eddy Simulation of compressible flows. *Flow Turb. Combust.* 90(1) : 29-68, 2013.
- [Rib-14] G. Ribert, L. Bouheraoua, P. Domingo, Large Eddy Simulation of supersonic burner. *52nd AIAA ASM (SciTech)*, National Harbor, MD (USA), AIAA# : 2014-0311, 2014.
- [Sit-11] <http://www.coria-cfd/index.php/SiTCom-B>

### **Profil du candidat :**

Une formation d'ingénieur ou Master 2. Des connaissances en combustion, rayonnement, LES et simulation numérique sont souhaitées, mais non nécessaires. La formation dans ces domaines sera assurée pendant la thèse.

### **Candidater :**

Pour candidater, merci d'envoyer par email un CV à :

Pascale Domingo : [pascale.domingo@coria.fr](mailto:pascale.domingo@coria.fr)

Guillaume Ribert : [guillaume.riber@coria.fr](mailto:guillaume.riber@coria.fr)

### **Date limite :**

L'offre de thèse restera valable jusqu'au **1 Mai 2015**.