

Simulation aux grandes échelles d'un brûleur industriel

Stage de fin d'étude M2 ou diplôme d'ingénieur

Objectifs

La simulation numérique est un outil indispensable pour développer et optimiser les chambres de combustion. Les méthodes LES (Large Eddy Simulation) sont par nature particulièrement bien adaptées pour prédire le caractère instationnaire d'un écoulement réactif turbulent.

L'objectif de ce stage est d'effectuer la simulation LES d'un brûleur industriel gaz naturel très bas NO_x afin d'en préciser certaines caractéristiques et identifier des pistes d'amélioration. Le brûleur, avec une puissance de l'ordre de 20 MW, exploite la mise en rotation (swirl) de l'air et la recirculation interne des fumées, et fonctionne à des pressions de gaz de l'ordre du bar.

Une technique de modélisation de cinétique chimique dite de "chimie virtuelle" a initialement été proposée et développée au laboratoire EM2C dans le cadre de la thèse de Mélodie Cailler [1,2,3]. Elle a été ensuite appliquée avec succès pour prédire la formation du monoxyde carbone dans un foyer aéronautique turbulent (Fig.1) [4]. L'objectif du stage est d'appliquer la méthode de chimie virtuelle pour prédire les champs de température et de formation des polluants dans le brûleur industriel.

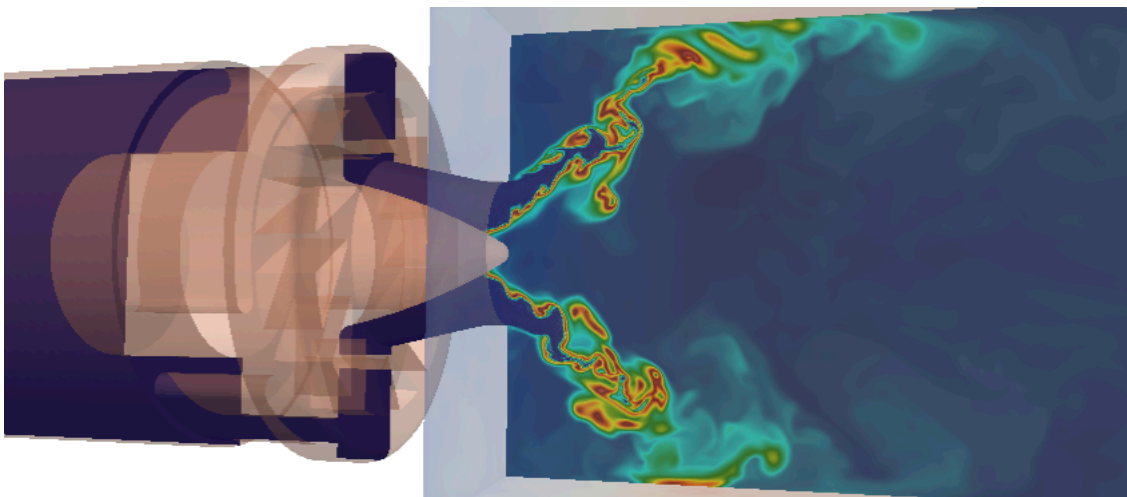


Figure 1 : Simulation aux grandes échelles d'une flamme turbulente swirlée. Les iso-couleurs représentent le champ de fraction massique de monoxyde de carbone (CO).

Plan du stage

Les principales étapes du stage sont :

- 1) Le choix du dispositif simulé, en fonction des configurations déployées sur le terrain et de la faisabilité du calcul, en collaboration avec la société France Thermique.
- 2) La définition du domaine de calcul et le maillage de la géométrie
- 3) La réalisation du calcul LES de la configuration retenue par une approche chimie virtuelle
- 4) L'analyse des résultats numériques obtenus. Celle-ci se concentrera notamment sur:
 - La caractérisation de la longueur de flamme
 - Les mécanismes de stabilisation de la combustion
 - L'étude de la production du monoxyde de carbone (CO) et des oxydes d'azote (NO_x)

Des comparaisons avec des résultats RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes) seront conduites afin d'étudier l'apport de la simulation LES à la prédiction des émissions de polluants.

Contexte

Ce stage, qui a pour objectif la simulation d'un bruleur industriel, sera co-encadré par le laboratoire CNRS EM2C (http://em2c.centralesupelec.fr/en/le_laboratoire) et la société France Thermique (<http://www.francethermique.fr>). La poursuite du stage par des travaux de doctorat sera envisageable.

Lieu du stage :

Laboratoire EM2C, CNRS
CentraleSupélec
3, rue Joliot Curie,
91192 Gif-sur-Yvette cedex
France

Contacts:

Benoît Fiorina, Professeur des Universités à CentraleSupélec
benoit.fiorina@centralesupelec.fr

Durée du stage

6 mois

Références

- [1] M. Cailler, Virtual chemical mechanisms optimized to capture pollutant formation in turbulent flames, PhD thesis, CentraleSupélec, Paris Saclay University (2018)
- [2] M. Cailler, N. Darabiha, D. Veynante and B. Fiorina. Building-up virtual optimized mechanism for flame modeling. Proc. Combust. Inst. Vol 36 (1), pp 1251-1258 (2017)
- [3] M. Cailler, N. Darabiha, D. Veynante and B. Fiorina. Virtual chemistry for CO prediction. Submitted (2018)
- [4] G. Maio, M. Cailler, R. Mercier and B. Fiorina. Virtual chemistry for temperature and CO prediction in LES of non-adiabatic turbulent flames. Proc. Combust. Inst. Vol 37 (2019)