

Avis de Soutenance

Monsieur **Giampaolo Maio**

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

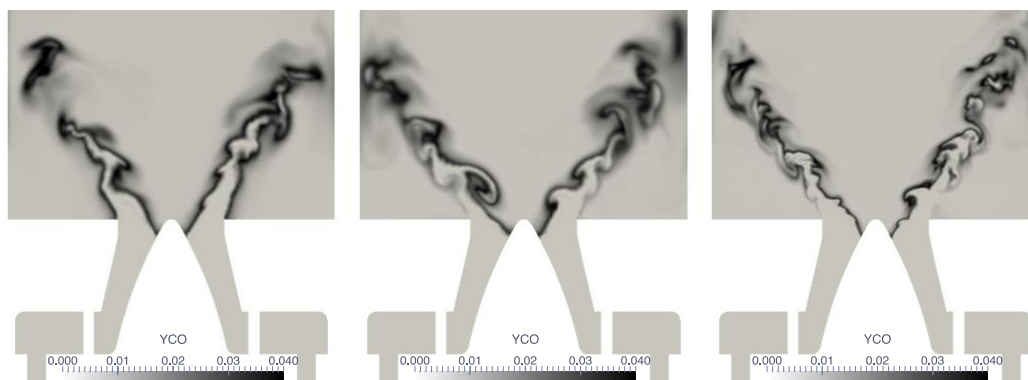
Pollutant prediction in numerical simulations of laminar and turbulent flames using virtual chemistry

dirigés par Monsieur **Benoît Fiorina** et co-encadré par Monsieur **Alberto Cuoci**

Soutenance prévue le **vendredi 17 janvier 2020** à 13h30

Lieu : CentraleSupélec, 3 rue Joliot-Curie, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex

Théâtre Rousseau (Bâtiment Bouygues)



Prédiction du monoxyde de carbone (CO) dans le brûleur PRECCINSTA par méthode de chimie virtuelle couplée avec la LES. De gauche à droite: simulation adiabatique, simulation non-adiabatique et simulation non-adiabatique à maillage raffiné.

Composition du jury proposée :

Prof. Bart Merci	Ghent University	Rapporteur
Prof. Dominique Thévenin	Otto von G. de M. University	Rapporteur
Prof. Alessandro Parente	Université Libre de Bruxelles	Examineur
Prof. Gaetano Continillo	University of Sannio	Examineur
Dr. Karine Truffin	IFP Energies nouvelles	Examineur
Dr. Mélody Cailler	Safran Tech	Examineur
Prof. Alberto Cuoci	Politecnico di Milano	Co-encadrant
Prof. Benoît Fiorina	CentraleSupélec	Directeur de thèse

Titre : Prédiction des polluants dans les simulations numériques de flammes laminaires et turbulentes par méthode de chimie virtuelle

Mots clés : Modèle de combustion, Mécanisme réduit, Formation de polluants, Structures complexes de flamme, Stratification du mélange, Pertes thermique de la flamme.

Résumé : La CFD est aujourd'hui utilisée par les ingénieurs de recherche comme un outil numérique pour concevoir et optimiser les dispositifs de combustion avancés qui sont utilisés dans les systèmes de conversion d'énergie. L'un des principaux objectifs de la recherche, dans le développement d'outils numériques avancés pour la CFD, est l'identification d'un modèle réduite de cinétique chimique de la combustion qui reproduit la structure de la flamme et la formation de polluants avec un coût de calcul abordable. En particulier, la prédiction de la formation de polluants est une tâche difficile lorsque des flammes complexes sont rencontrées: stratification du mélange, pertes de chaleur et recirculation des gaz brûlés. Le travail de recherche mené dans cette thèse se concentre sur la modélisation de la formation monoxyde de carbone (CO) et des oxydes d'azote (NOx)

dans des conditions de flamme complexes en utilisant une méthode récemment développée et appelée chimie virtuelle: celle-ci consiste à concevoir des mécanismes réduits constitués d'un réseau d'un nombre optimisé d'espèces virtuelles interagissant via des réactions virtuelles optimisées. Dans une première étape, les mécanismes virtuels sont développés et validés dans des configurations de flammes 1-D. Dans un deuxième temps, ceux-ci sont utilisés pour calculer plusieurs configurations de flammes 2-D laminaires et 3-D turbulentes sur une large gamme de régimes de combustion: prémélangé, non prémélangé, partiellement prémélangé et non adiabatique. Les résultats obtenus sont validés avec des données expérimentales et avec des calculs incluant une cinétique chimique détaillée.

Title: Pollutant prediction in numerical simulations of laminar and turbulent flames using virtual chemistry.

Keywords: Combustion model, Reduced mechanism, Pollutants formation, Complex flame structures, Mixture stratification, Flame heat loss.

Abstract: CFD is nowadays used by research engineers as a numerical tool to design and optimize advanced combustion devices that are employed in energy conversion systems. In the development of advanced numerical CFD tools, one of the main research challenges is the identification of a reduced combustion chemistry model able to find a compromise between accurate reproduction of the flame structure and pollutants formation with an affordable CPU cost. In particular, pollutants formation prediction is a difficult task when complex flame environments are encountered: flame characterized by mixture stratification, heat loss and burnt gas recirculation. The present research work focuses on the modeling of CO and NOx formation in complex flame conditions using a reduced finite rate chemistry approach.

CO and NOx reduced chemistry models are here developed using the recent virtual chemistry model; it consists in designing reduced mechanisms made of a network of an optimized number of virtual species interacting through virtual optimized reactions. In the first step, the virtual chemistry mechanisms are developed and validated in 1-D flames comparing the results with detailed chemistry. In a second step, they are employed to compute several 2-D laminar and 3-D turbulent flame configurations which include different combustion regimes: premixed, non-premixed, partially-premixed and non-adiabatic conditions. The obtained results are validated either with experimental data or with detailed chemistry computations.

