

Avis de soutenance

Monsieur Yacine Bechane

Soutiendra publiquement ces travaux de thèse intitulés

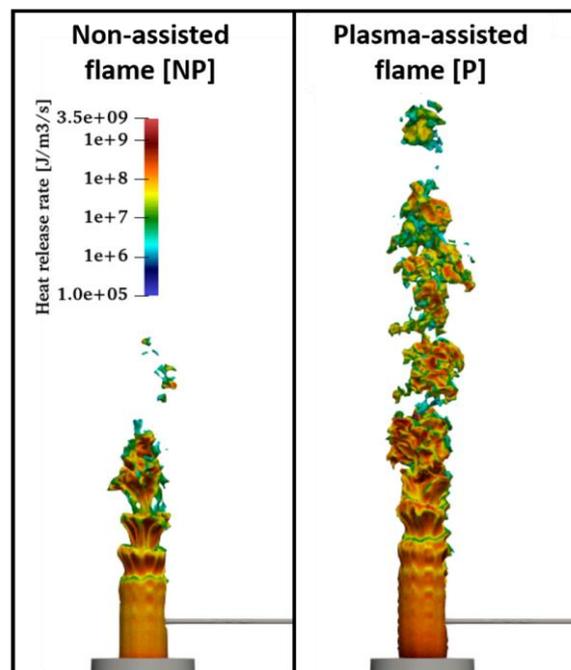
Large Eddy Simulations of plasma-assisted combustion*Simulations aux grandes échelles de la combustion assistée par plasma*

dirigés par Professeur Benoît Fiorina

Le **mercredi 30 Novembre 2022 à 14h**

A École Normale Supérieure Paris-Saclay, 4 Avenue des Sciences, 91190 Gif-sur-Yvette

Amphi de conférence recherche 1B36



Instantaneous snapshots taken at the same time instant $t = 20$ ms of $c^ = 0.5$ iso-surface colored by the heat release for non-assisted flame NP (left) and plasma-assisted flame P (right).*

Composition du jury:

M. Laurent Selle	Directeur de recherche, IMFT-CNRS	Rapporteur
M. Fabrizio Bisetti	Professeur, University of Texas	Rapporteur
Mme. Svetlana Starikovskaia	Directrice de recherche, LPP-CNRS	Examinatrice
Mme. Armelle Cessou	Directrice de recherche, CORIA-CNRS	Examinatrice
M. Olivier Vermorel	Ingénieur de recherche, CERFACS	Examineur
M. Benoît Fiorina	Professeur, EM2C-CNRS	Directeur de thèse
M. Christophe Laux	Professeur, EM2C-CNRS	Co-encadrant de thèse

Titre : Simulations aux grandes échelles de la combustion assistée par plasma

Mots clés : Combustion assistée par plasma, Décharges nanosecondes à impulsions répétitives, Flamme turbulente prémélangée, Simulations aux grandes échelles.

Résumé : Les normes environnementales de plus en plus sévères en matière d'émission de polluants imposent une rupture technologique aux industries du domaine de la combustion. Une solution efficace pour réduire la formation de polluants consiste à maintenir une température de flamme relativement basse en opérant à des régimes de combustion pauvres. Cependant, les flammes à basse température sont sujettes à des instabilités et des extinctions, ce qui pose des problèmes de sécurité. Une solution émergente pour permettre l'allumage et la stabilisation des flammes dans des régimes pauvres, adaptée à une large gamme d'applications de combustion, consiste à appliquer des décharges plasma à la base de la flamme. Parmi ces différents types de décharges, les décharges NRP (Nanosecond Repetitively Pulsed discharges) se sont révélées particulièrement efficaces. Ces décharges génèrent un plasma hors équilibre qui induit un échauffement local et une production importante d'espèces actives suffisante pour favoriser la combustion. Malgré une efficacité démontrée expérimentalement, les mécanismes de la combustion assistée par plasma ne sont pas compris, soulignant le besoin de simulations numériques. Un modèle phénoménologique de plasma a été récemment développé pour capturer l'influence des décharges NRP sur le processus de combustion à un faible coût de CPU. Le modèle est implémenté dans un code CFD à faible nombre de Mach, YALES2, pour réaliser des simulations 3D à grands échelles (LES) d'allumage et de combustion assistés par plasma dans des configurations industrielles. Les séquences d'allumage de la configuration expérimentale flow tunnel, une chambre de combustion de méthane-air en écoulement, et de la configuration Mini-PAC, un brûleur méthane-air prémélangé turbulent avec un accroche flamme, par une série d'impulsions de décharge NRP sont simulées pour donner un nouvel aperçu des mécanismes d'interaction entre la combustion et les décharges plasma. Des simulations LES de stabilisation de la flamme par des décharges NRP sont ensuite réalisés pour comprendre les mécanismes physiques et chimiques impliqués dans la combustion assistée par plasma.

Title : Large Eddy Simulations of plasma assisted combustion

Keywords : Plasma-assisted combustion, Nanosecond Repetitively Pulsed discharges, Turbulent pre-mixed flame, Large Eddy Simulations

Abstract : The more and more severe environmental norms on pollutant emission impose a technological breakthrough to combustion-related industries. An efficient solution to reduce pollutant formation is to maintain a relatively low flame temperature by operating at lean combustion regimes. However, low-temperature flames are subject to instabilities and extinction, causing safety issues. An emerging solution to enable flame ignition and stabilization in lean regimes, suitable to a wide range of combustion applications, is to apply plasma discharges at the flame basis. Among these various types of discharges, the Nanosecond Repetitively Pulsed discharges have shown to be particularly efficient. These discharges generate a non-equilibrium plasma that induces a local heating and an important production of active species sufficient to enhance the combustion. Despite this proven efficiency demonstrated experimentally, the mechanisms of plasma assisted-combustion are not understood, highlighting the need of numerical simulations. A phenomenological plasma model have been recently developed to capture the influence of NRP discharges on the combustion process at low CPU cost. The model is implemented in a low-Mach number CFD code YALES2 to perform 3-D Large Eddy Simulations (LES) of plasma-assisted ignition and combustion in practical configurations. The ignition sequences of the flow tunnel experimental setup, a flowing methane-air combustion chamber, and the Mini-PAC configuration, bluff-body turbulent premixed methane-air burner, by a series of NRP discharge pulses are simulated to give new insights into plasma discharge combustion interaction mechanisms. LES of the Mini-PAC burner flame stabilization by NRP discharges are then conducted to understand the physical and chemical mechanisms involved in plasma-assisted combustion.