

Avis de Soutenance

Madame Marie TRUFFOT

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

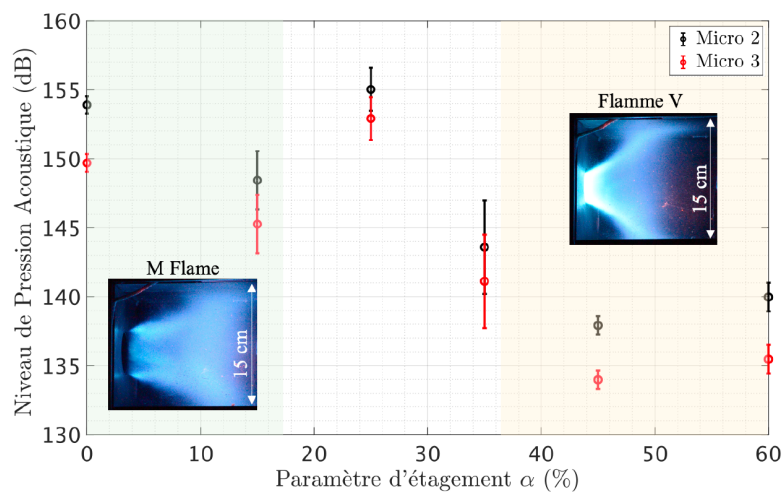
Stabilisation et comportement dynamiques de flammes à combustible liquide avec injection multipoint pour l'aéronautique

Stabilization and dynamics of liquid fuel flames with multipoint injection for aeronautics

dirigés par Prof. Franck Richecoeur et encadrés par Dr. Laurent Zimmer et Dr. Antoine Renaud

Le mercredi 26 juin 2024 à 14h00

À CentraleSupélec, 3 rue Joliot-Curie, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex
Théâtre Rousseau (Bâtiment Bouygues)



Cercles : Niveau de pression acoustique moyen mesuré par les microphones M2 et M3 dans la chambre . différents facteurs d'étagement de carburant, les barres représentent l'écart type du SPL. Images : Photographie de la flamme . $\alpha = 15\%$ (gauche) et $\alpha = 35\%$ (droite).

Composition du jury

Bruno RENO

Laurent GICQUEL

Bérengère PODVIN

Ajmal Khan MOHAMED

Yoann MERY

Professeur, INSA Rouen

Directeur de recherche, CERFACS

Directrice de recherche, CentraleSupélec (EM2C)

Maître de recherche, ONERA

Docteur, Safran Aircraft Engines

Rapporteur

Rapporteur

Examinatrice

Examinateur

Examinateur

Titre: Stabilisation et dynamique de flammes à combustible liquide avec injection multipoint pour l'aéronautique

Mots clés: Flamme à injection liquide, Combustion prémélangée pauvre, Combustion turbulente, hystérèse, Traitement du signal

Résumé:

L'amélioration de la qualité de l'air aux abords des aéroports nécessite une amélioration des stratégies de combustion dans les moteurs d'avion. Afin d'éviter de rencontrer les conditions de forte production d'oxydes d'azote, il est nécessaire de contrôler la température de flamme. L'une des voies à suivre, pour cela, consiste à utiliser un injecteur multipoint permettant de fonctionner dans un mode dit prémélangé pauvre. La stabilisation de flamme est plus complexe avec les systèmes permettant d'atteindre ce régime. L'injecteur multipoint est généralement couplé avec un autre système d'injection central dit « pilote » permettant d'ancrer la flamme et d'assurer l'allumage du moteur ainsi que son fonctionnement à faible puissance. L'interaction de ces deux étages d'injection provoque des phénomènes nouveaux concernant le comportement des flammes, nécessitant des études complémentaires pour rendre opérables ces systèmes de combustion sur l'ensemble du domaine d'utilisation du moteur. L'étude des flammes avec injection multipoint est réalisée sur le banc BIMER (Banc d'Injection Multipoints Étagé et Réactif) dans lequel un injecteur basé sur la simplification d'une géométrie réelle

conçue par Safran Aircraft Engine permet la combustion d'une flamme à base de dodécane dans une chambre de combustion à pression atmosphérique. Les études déjà menées sur ce banc ont montré que la stabilisation des flammes dépend non seulement des conditions opératoires mais aussi de la manière dont le point de fonctionnement est atteint, mettant en exergue un phénomène d'hystérèse. Des instabilités thermoacoustiques durant lesquelles la flamme entre en résonance avec les modes acoustiques de la chambre de combustion ont également été observées. Tous ces phénomènes sont liés à des modifications dans les modes de stabilisation des flammes. Ainsi, l'utilisation de diagnostics optiques à haute cadence (diffusion de Mie des gouttes de combustible et émission spontanée de la flamme) est couplée à des méthodes de post-traitement avancées comme la Décomposition en Modes Dynamiques, ou encore des méthodes de traitement de signaux, afin d'acquérir une meilleure compréhension de ces phénomènes. Ces travaux mettent en évidence de fortes interactions entre l'écoulement gazeux, les gouttes de combustible et la flamme elle-même, contribuant à la complexité des phénomènes observés.

Title: Stabilization and dynamics of liquid fuel flames with multipoint injection for aeronautics

Keywords: Liquid injection flame, Lean premixed combustion, Turbulent combustion, hysteresis, signal processing

Abstract:

Improving air quality around airports requires improving combustion strategies in aircraft engines. In order to avoid meeting the conditions of high production of nitrogen oxides, it is necessary to control the flame temperature. One of the ways to do this is to use a multipoint injector allowing operation in a lean premixed pre-vaporized (LPP) mode. The flame stabilization being more complex with this system, the multipoint injector is generally coupled with another central injection system called "pilot" making it possible to anchor the flame and ensure the ignition of the engine at weak power. The interaction of these two injection stages gives rise to new phenomena concerning the behavior of flames, requiring additional studies to make these combustion systems operable throughout the engine's field of use. The study of flames with multipoint injection is carried out on the BIMER bench (Multipoint Staged and Reactive Injection Bench) in which an injector based on the simplification of a real geometry designed by Safran Aircraft En-

gine allows combustion of a dodecane-based flame in a chamber combustion at atmospheric pressure. The studies already carried out on this bench have shown that the stabilization of the flames depends not only on the operating conditions but also on the way in which the operating point is reached, highlighting a phenomenon of hysteresis. Thermo instabilities Acoustics during which the flame resonates with the acoustic modes of the combustion chamber have also been observed. All these phenomena are linked to modifications in the modes of stabilization of the flames. Thus, the use of high-speed optical diagnostics (Mie scattering of fuel drops and spontaneous flame emission) is coupled with advanced post-processing methods such as Dynamic Mode Decomposition or even advanced signal processing, in order to gain a better understanding of these phenomena. This work highlights strong interactions between the gas flow, the fuel spray and the flame itself, contributing to the complexity of the observed phenomena.