

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE

Intitulé : Modèles d'ordre réduit et Contrôle d'instabilités de combustion pour la propulsion aérobie

Référence : MFE-DMPE-2022-32
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2022

Date limite de candidature : 01/04/2022

Mots clés

Modèle d'ordre-réduit, contrôle actif, instabilité de combustion, propulsion aérobie.

Profil et compétences recherchées

Bac +5 en mécanique des fluides, combustion, simulation numérique.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Dans les chambres de combustion, d'importantes oscillations de pressions induites par un couplage flamme-écoulement peuvent être constatées. Le développement d'instabilités peut mener à un dysfonctionnement ou une perte du système pouvant causer des coûts supplémentaires (consommation de carburant), des risques environnementaux (émissions) et/ou un échec de la mission d'engins à propulsion. De telles instabilités ont souvent lieu dans les systèmes de propulsions tels que les lanceurs, les statoréacteurs ainsi que les moteurs aéronautiques mais aussi dans les brûleurs industriels ou les turbines à gaz terrestres [1]. En particulier, des modes instables de basse fréquence peuvent être excités dans les statoréacteurs et entraîner des dégradations de la chambre de combustion et une extinction prématurée du moteur. Des méthodes de contrôle dont l'objectif est de conserver les performances ainsi que le bon fonctionnement de la chambre de combustion sont alors utilisées.

Dans cette thèse, une flamme stabilisée par un accroche-flamme [2] représentative des problématiques statoréacteurs sera étudiée. Des tourbillons se forment au niveau de cet accroche-flamme et successivement plissent et étirent le front de flamme. Cette dynamique de combustion couplée avec l'acoustique de la chambre peut donc produire des fluctuations de l'écoulement d'amplitude croissante et s'organiser de manière chaotique. On se propose de contrôler cette instabilité de combustion par des méthodes de contrôle dites actives.

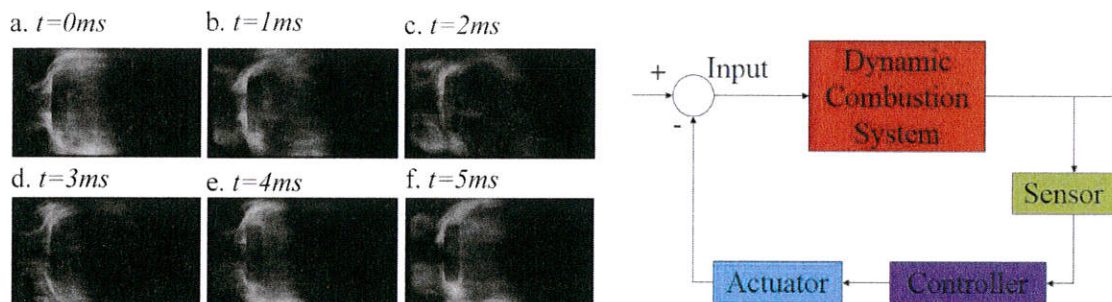


Figure : Visualisation d'une flamme instable (à gauche) [2]. Schéma bloc de contrôle actif (à droite) [1].

Le système qui sera développé reposera en particulier sur un modèle dynamique incluant les mécanismes à l'origine de l'instabilité permettant de prédire son amplification. Cette prédiction en temps réel permettra une action rapide mais aussi peu coûteuse en temps et en charge de calcul afin de limiter le développement de cette instabilité. Ces méthodes nécessitent cependant une bonne connaissance de la dynamique du système.

La première tâche de cette thèse est la simulation numérique CFD de cette géométrie avec le code CEDRE afin de comparer les résultats du modèle d'ordre réduit, tiré de la bibliographie [2] aux résultats de la simulation et pour ensuite améliorer ce modèle à partir des analyses.

La seconde concerne le développement d'une loi de commande permettant un contrôle actif des instabilités de combustion à partir du modèle d'ordre réduit. Cette loi de commande pourra être validée par son intégration dans les simulations numériques.

[1] Zhao, D., Lu, Z., Zhao, H., Li, X. Y., Wang, B., & Liu, P. (2018). A review of active control approaches in stabilizing combustion systems in aerospace industry. *Progress in Aerospace Sciences*, 97, 35-60.

[2] Nair, V., & Sujith, R. I. (2015). A reduced-order model for the onset of combustion instability: physical mechanisms for intermittency and precursors. *Proceedings of the combustion institute*, 35(3), 3193-3200.

Collaborations envisagées

CNRS/EM2C, DGA/AID

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Intitulé in extenso

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Camille Sarotte

Tél. : 01 80 38 62 16

Email : camille.sarotte@onera.fr, aurelien.genot@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>

Directeur de thèse

Nom : Didier Theilliol

Laboratoire : CRAN UMR 7039 CNRS

Tél. :

Email : didier.theilliol@univ-lorraine.fr