

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Analyse de l'interaction acoustique-flamme-turbulence à haut nombre de Karlovitz pour une flamme prémélangée

Référence : **MFE-DMPE-2026-29**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : **05/10/2026**

Date limite de candidature : **Mars 2026**

Mots clés

Combustion turbulente, instabilités de combustion, simulation LES

Profil et compétences recherchées

Appétence pour l'analyse approfondie de simulation CFD, connaissances en combustion et turbulence. Volonté pour s'orienter vers un profil de physicien-numéricien et spécialiste en combustion.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les statomixtes en régime bas Mach sont sujets à des instabilités de combustion, dépendant du design et du régime de fonctionnement, et en particulier de l'interaction flamme-écoulement (acoustique+turbulence). Or, le régime d'interaction flamme-turbulence, dans ces applications, est identifiée comme étant à haut nombre de Karlovitz (écoulement très turbulent, voir [1-2] par exemple ou Figure 1), alors que l'essentiel de la littérature sur le sujet des instabilités de combustion est dirigé vers des régimes bas nombre de Karlovitz (faiblement turbulent).

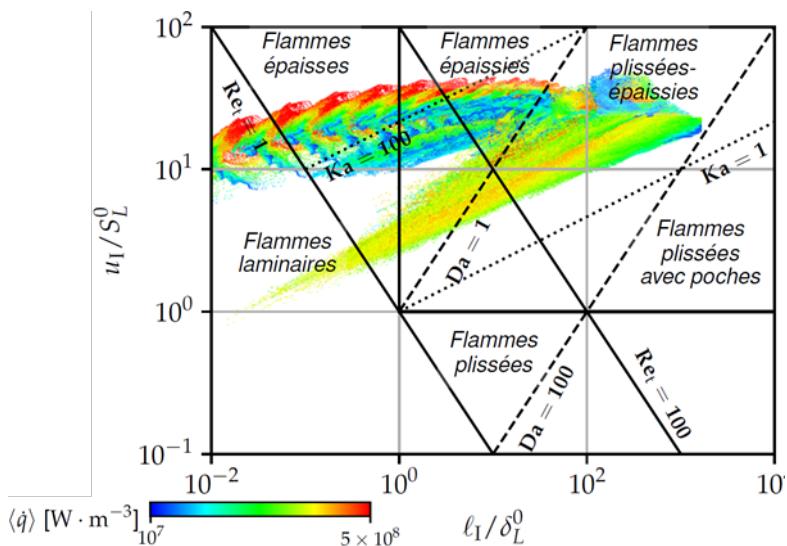


Figure 1. Diagramme de Borghi : l'ensemble des données de la simulation LES sont situées au-dessus de l'isoline $Ka=1$ [1].

La problématique est donc : Quelle est la nature de l'interaction flamme – acoustique, dans des conditions d'écoulement hautement turbulent (zones colorées du diagramme en Figure 1) ?

Dans cette thèse, nous souhaitons donc réaliser des simulations d'ordre élevé (LES très résolues) de flamme prémélangée dans des conditions maîtrisées du point de vue de l'écoulement (pas de trains de chocs à l'entrée comme dans une chambre de combustion statoréacteur).

Ces simulations nous permettront alors d'étudier le comportement de la flamme pour une sollicitation connue et imposée *a priori* (forçage acoustique et turbulent).

En particulier, on réalisera des simulations LES assez bien résolues de flamme immergée dans une THI (turbulence homogène isotrope) avec forçage acoustique (forçage basse fréquence). On pourra étudier le mouvement de flamme, la variation de surface et d'épaisseur de flamme.

Puis, on effectuera des simulations d'un brûleur pour des niveaux d'intensité turbulente différents. Dans cette simulation, contrairement à la précédente, l'étiirement moyen de la flamme sera non négligeable et

permettra de se rapprocher des conditions de flammes accrochées derrière un obstacle comme dans les statoréacteurs.

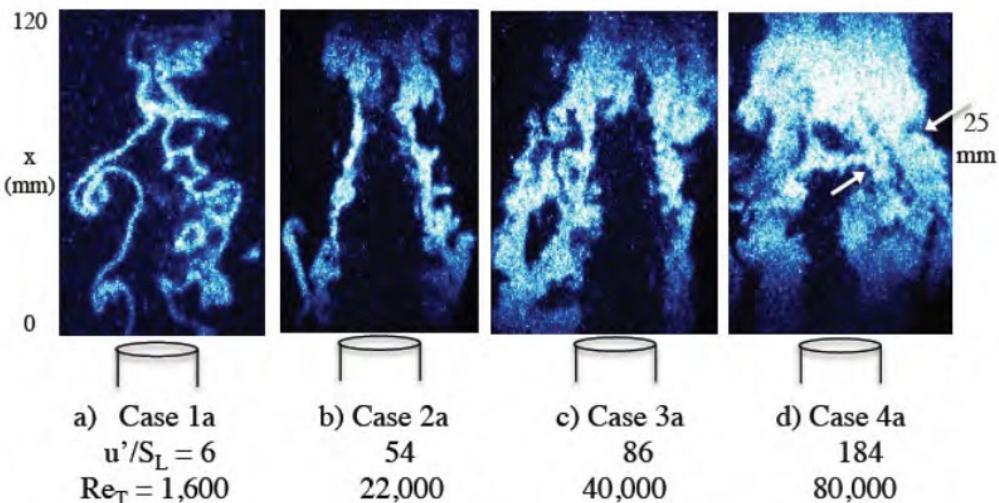


Figure 2. Brûleur de Driscoll [3].

L'ensemble de ces simulations seront réalisées à l'aide d'un solveur CFD d'ordre élevé, basé sur les différences spectrales, le solveur Jaguar [4].

Ces travaux devront donner lieu à des publications dans des journaux internationaux et à des participations dans des conférences internationales dédiées à l'étude de la combustion.

[1] Klein, J. M., Genot, A., Vincent-Randonnier, A., & Mura, A. (2025). Large-eddy simulation analysis of turbulent flame periodic flashbacks in a backward-facing step (BFS) combustor. *Combustion and Flame*, 280, 114335.

[2] Klein, J. M. (2024). Analysis of Combustion Instabilities, Flame Flashbacks and Flame Motion in a Dump Combustor (Doctoral dissertation, Chasseneuil-du-Poitou, Ecole nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique).

[3] Driscoll, J. F. (2016). Premixed turbulent combustion in high Reynolds number regimes of thickened flamelets and distributed reactions (No. AFRLOSRVATR20160136).

[4] Marchal, T., Deniau, H., Boussuge, J. F., Cuenot, B., & Mercier, R. (2023). Extension of the spectral difference method to premixed laminar and turbulent combustion. *Flow, Turbulence and Combustion*, 111(1), 141-176.

Collaborations envisagées

Institut Pprime (CNRS)

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Multi-Physique pour l'Energétique

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : Aurélien Genot et Hugues Deniau

Tél. : 05 62 25 29 01

Email : aurelien.genot@onera.fr, hugues.deniau@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Mura Arnaud

Laboratoire : Institut Pprime (CNRS)

Email : arnaud.mura@ensma.fr

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