

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : DMPE-2026-13 (à rappeler dans toute correspondance)	Lieu :	Centre de Toulouse
Département/Dir./Serv. : DMPE – Unité HEAT	Tél. :	05 62 25 28 60 / 05 62 25 28 40
Responsable(s) du stage : Fabien Coussa – Adrien Grenouilloux	Email. :	fabien.coussa@onera.fr adrien.grenouilloux@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Transferts thermiques et dégradation des matériaux

Type de stage : ☒ Fin d'études bac+5 ☒ Master 2 ☐ Bac+2 à bac+4 ☐ Autres

Intitulé : Exploration de la dynamique d'une flamme prémélangée – Etude expérimentale et validation de la simulation numérique associée.

Sujet :

Contexte :

L'utilisation croissante de matériaux composites à base de polymères renforcés de fibres de carbone (PRFC) dans la conception du fuselage et des nacelles aéronautiques permet d'améliorer les performances des avions en assurant une conception de pièces plus légères. Ces nouveaux composants doivent notamment garantir le respect des normes internationales (FAR25.856(b):2003, ISO2685:1998(e)) en matière de tenue au feu. Cependant, les mécanismes sous-jacents à la dégradation des matériaux durant les essais de certification demeurent partiellement incompris.

Dans ce cadre, l'ONERA a développé le brûleur FIRE [1] (*Flame Wall Interaction Research Experiment*), travaillant avec une injection air-propane prémélangé, afin d'étudier la dynamique de la dégradation des composites. Différentes techniques de diagnostics optiques avancées (PIV – Particle Image Velocity, imagerie OH, BOS – Background Oriented Schlieren) ont fourni des informations sur la dynamique de l'écoulement et le suivi du front de flamme. En complément, les aspects thermiques de l'interaction de cette flamme avec un composite ont pu être décrits via une mesure de flux thermiques au niveau de la paroi impactée. Néanmoins, des investigations complémentaires concernant les différentes sources d'instabilités hydrodynamiques de type Darrieus-Landau [4] et thermo-acoustiques [5] doivent être réalisées afin de mieux comprendre l'interaction flamme/matériau et ainsi améliorer la modélisation du phénomène observé.

Le but de ce stage est de compléter l'analyse de la dynamique de l'écoulement du banc FIRE tant d'un point de vue expérimental que numérique.

Travaux envisagés :

Les travaux envisagés dans le cadre du stage permettront de couvrir les deux aspects de l'étude proposée.

D'une part l'étudiant, en lien avec l'équipe en charge du banc, s'attachera à réaliser des mesures de PIV stéréoscopique suivant différents plans de mesure afin d'identifier la topologie exacte de l'écoulement et de remonter aux principaux modes d'instabilités hydrodynamiques. Cette partie concernera l'écoulement en non-réactif puis en réactif. La possible existence de modes d'instabilités thermo-acoustiques sera aussi investiguée. Dans un second temps, nous étudierons la dynamique de la flamme en impact sur une paroi inerte par PIV, imagerie OH et BOS. Il sera intéressant de définir les limitations de chaque technique optique en raison des effets aéro-optiques induits par les hautes températures générées.

D'autre part, des simulations LES complémentaires, dans la continuité des travaux déjà menés, seront mises en place afin de simuler l'écoulement du brûleur FIRE dans un cadre non-réactif. Des approches

d'adaptation de maillage statique seront utilisées [3]. Ces simulations seront post-traitées puis validées par les résultats expérimentaux recueillis.

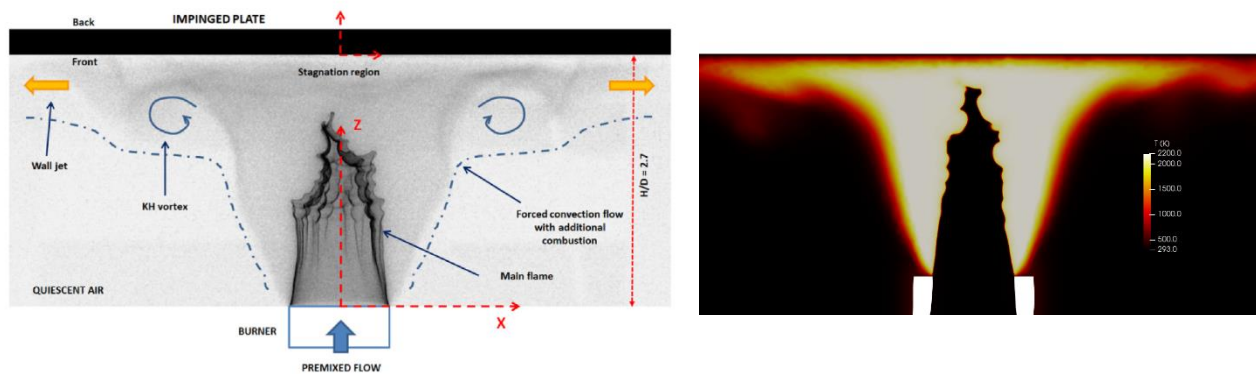


Figure 1: Gauche : Description de flamme impactante, d'après [1] - Droite : Simulation aux grandes échelles du brûleur FIRE avec le code YALES2 [2].

Références :

- [1] Dellinger, N., Donjat, D., Laroche, E. & Reulet, P., *Experimental and numerical modelling of the interaction between a turbulent premixed propane/air flame and a composite flat plate*, Fire Safety Journal, 2023.
- [2] Moureau, V., Domingo, P. & Vervisch, L., *Design of a massively parallel CFD code for complex geometries*, Comptes Rendus Mécanique 339, 2011.
- [3] Balarac, G., Basile, F., Benard, P., et al., *Tetrahedral Remeshing in the Context of Large-Scale Numerical Simulation and High Performance Computing*, MathematicS In Action, p. 129–164, 2022.
- [4] Radisson, B., *Dynamique non linéaire de fronts de flammes : expériences et modélisation*, Thèse, Université d'Aix-Marseille, 2019
- [5] Poinot, T. & Veynante, D., *Theoretical and Numerical Combustion*, Prog. Energy Combust. Sci. 28, 2005

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en œuvre :

- | | |
|---|--|
| ☒ Recherche théorique
☒ Recherche appliquée
☒ Recherche expérimentale | ☒ Travail de synthèse
☐ Travail de documentation
☐ Participation à une réalisation |
|---|--|

Possibilité de prolongation en thèse : Non

Durée du stage : Minimum : 5 Maximum : 5

Période souhaitée : Février – Septembre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mécanique des fluides, CFD, combustion, outils de visualisation (Paraview) et de post-traitement (Python).	Ecoles ou établissements souhaités : Université et/ou école d'ingénieur (ENSTA, ISAE, Matméca, Centrale, INSA, ENSEEIHT, etc.)
--	---