

## Proposition de Stage à l'Institut PPRIME

### Propagation de flamme dans un écoulement hétérogène

Responsables scientifiques : Zakaria Bouali, Arnaud Mura

Contacts : [zakaria.bouali@ensma.fr](mailto:zakaria.bouali@ensma.fr), Tél. 05.49.49.82.89  
[arnaud.mura@ensma.fr](mailto:arnaud.mura@ensma.fr), Tél. 05.49.49.81.80

#### Contexte

Ce projet de recherche s'inscrit dans le cadre de la Chaire industrielle sur la Combustion Alternative pour la Propulsion Aérobie CAPA qui a débuté en 2014 à l'Institut PPRIME. Les turbomachines actuellement utilisées en aéronautique fonctionnent selon un cycle thermodynamique de combustion à pression constante dit de Joule-Brayton. Ces turbomachines ont fait et font encore l'objet de nombreux efforts de recherche et développement. Le degré de maturité de ces systèmes est aujourd'hui très élevé. Face aux exigences de respect de l'environnement et de réduction de la consommation, l'industrie aéronautique envisage de mettre en place des systèmes utilisant des modes de combustion en rupture permettant de bénéficier des avantages qu'offrent les cycles thermodynamiques de Humphrey (Combustion à Volume Constant) ou de Fickett-Jacobs (Détonation). Pour atteindre de tels objectifs, il est avant tout impératif de maîtriser les phénomènes physiques impliqués (et leurs interactions) dans de tels modes de combustion. Cela va de la caractérisation du combustible cible dans des conditions nouvelles jusqu'à la modélisation dans des conditions complexes où les effets de compressibilité ne peuvent être négligés et où les temps caractéristiques de la chimie, du transport turbulent peuvent varier de manière importante.

#### Sujet de stage

Le projet de stage proposé, a pour but d'améliorer la compréhension des mécanismes qui régissent la propagation d'un front réactif dans un écoulement turbulent hétérogène en analysant l'impact des caractéristiques de ce type d'écoulement (échelle de longueur caractéristique, taux de ségrégation des hétérogénéités, intensité de turbulence, etc.) sur les propriétés du front réactif. Il s'inscrit dans la continuité du projet de thèse de M. Aimad Er-Raiy [1] qui a permis (i) la génération d'une base de données numériques présentant une large gamme d'hétérogénéités avec des statistiques imposées ainsi que (ii) le développement d'un certain nombre d'outils de post-traitement nécessaires à leur exploitation.

Dans le cadre de ce projet, la mission du futur stagiaire sera de poursuivre l'exploitation de la base de données. L'accent sera mis sur l'analyse de la structure des flammes simulées en se basant d'une part sur une **approche géométrique** qui consiste à (i) étudier la topologie et la dynamique d'iso-surfaces caractérisant le front réactif et à (ii) analyser la structure de la flamme le long de la direction normale à sa surface, et d'autre part sur une **approche basée sur le mélange turbulent**, en s'appuyant sur une quantification du mélange à l'échelle moléculaire par le biais du taux de dissipation scalaire.

En plus de la base de données et des outils de post-traitement [1], le stagiaire aura à sa disposition le solveur DNS *Asphodèle* pour réaliser d'éventuelles simulations complémentaires.

[1] Aimad Er-raiy (2018), Etude des processus élémentaires impliqués en combustion à volume constant. Thèse de doctorat, ISAE-ENSMA.

[2] A. Er-raiy, Z. Bouali, J. Reveillon, A. Mura, Combustion and Flame, Vol. 192, pp. 130-148 (2018)