

Étude des mécanismes de propagation et d'accélération de flammes dans des milieux turbulents hétérogènes.

Que ce soit pour la sécurité des futures installations industrielles basées sur l'utilisation de l'hydrogène ou pour les futurs modes de propulsion, la compréhension des mécanismes de propagation et d'accélération de flammes est essentielle. Dans les modes de combustion avancés pour la propulsion aéronautique (CVC, RDE) ou spatiale, les flammes se propagent toujours dans des milieux turbulents pouvant avoir plusieurs phases et présentant des variations importantes de température et de composition. La plupart de ces modes de combustion ont été étudiés ces vingt dernières années afin d'améliorer la poussée et pour réduire la consommation et la production de polluants de ces systèmes de propulsions. Comprendre quel sera leur comportement avec de l'hydrogène est un des grands défis industriels des années à venir.

Un des verrous scientifiques qui nécessite encore des études approfondies concerne les interactions entre la propagation des flammes et l'auto-allumage. Ces interactions sont responsables des accélérations de flammes et des éventuelles transitions vers des régimes d'ondes d'auto-allumage ou de détonation. Malgré une littérature scientifique abondante sur ce sujet, l'identification et l'analyse des mécanismes physiques variés impliqués dans ces écoulements nécessitent encore des études académiques, expérimentales et numériques.

Les ressources informatiques actuelles ainsi que les récents développements des outils de calcul numériques permettront d'envisager des simulations numériques réalistes de dispositifs pratiques de combustion. Cependant, ces outils doivent être associés à des stratégies de modélisation dédiées à la combustion des écoulements turbulents et en particulier pouvant simuler les transitions de régimes : déflagration/auto-allumage/détonation.

L'équipe CT propose, dans un premier temps, un **stage de 6 mois** pour développer ce type de stratégie. Dans ce cadre, le stagiaire utilisera la simulation numérique directe (DNS) d'écoulements canoniques pour analyser les mécanismes physiques essentiels et proposer une stratégie de modélisation pertinente de la transition déflagration/auto-allumage.

La suite de ce travail sera effectuée dans le cadre d'une thèse dans laquelle il est envisagé d'approfondir l'étude du comportement du modèle développé et d'apporter d'éventuelles améliorations, en s'appuyant sur des DNS d'écoulements plus réalistes, représentatifs de parties réduites des installations expérimentales du laboratoire. Ces simulations contribueront également à la définition des conditions d'essais expérimentaux. Enfin, la capitalisation de ce travail de thèse passera par l'implémentation du modèle développé dans le code OpenFoam et l'évaluation de ces capacités à simuler, par l'approche LES (Simulation des grandes échelles), le dispositif expérimental RCM (Rapid Compression Machine) de l'Institut Pprime.

Contacts

Zakaria Bouali : zakaria.bouali@isae-ensma.fr

Vincent Robin : vincent.robin@isae-ensma.fr