



Campagne de recrutement sur contrats doctoraux 2018
Institut P'

Accélération de la flamme et passage à la détonation dans des tubes / canaux étroits et non obstrués

Institut/Département: Département de Fluides Thermique Combustion de l'Institut P'

Equipe: Axe Detonique

Directeur(s) de thèse: CHINNAYYA, Ashwin

Co-encadrant(s): MELGUIZO-GAVILANES, Josué

Contact pour information: josue.melguizo-gavilanes@cnrs.pprime.fr

Salaires net mensuel : 1768€ brut / mois, CDD 3ans (à modifier si co-financement)

Mot-clés: accélération de la flamme, transition déflagration-détonation (DDT), tubes/canaux étroits.

Contexte.

D'un point de vue scientifique, la transition d'une déflagration vers la détonation (DDT) continue de susciter un intérêt considérable dans la communauté de la recherche en tant que problème fondamental exceptionnel et riche en physique dans la science de la combustion. D'un point de vue pratique, il est important d'étudier et de comprendre la DDT afin de développer des corrélations d'ingénierie et des outils de simulation applicables à la propulsion, ainsi que la prévention et l'atténuation des explosions. Les mélanges réactifs dans les géométries confinées peuvent exploser s'ils sont enflammés. Les petites flammes ou étincelles peuvent accélérer et subir une transition déflagration-détonation (DDT) qui, dans la plupart des cas, présente des risques de sécurité importants¹ et, dans d'autres cas, peuvent également être utilisées pour produire de la poussée². **La compréhension des mécanismes fondamentaux de la DDT continue d'être un défi dans la théorie de la combustion. Les détails spécifiques de la DDT dépendent de nombreux facteurs, y compris la géométrie et la taille du canal.** Néanmoins, la DDT, en général, passe par une série d'étapes distinctes. L'inflammation d'une déflagration entraîne un flux dans les réactifs et produit des ondes de compression qui se propagent devant la flamme. Ce flux et la turbulence qui en résulte étirent la flamme et augmentent sa surface, ce qui entraîne son accélération. Finalement, les ondes de compression générées par la flamme accélératrice coalescent pour produire un choc précurseur. La réaction entre la flamme accélératrice et la compression de choc allume ensuite le gaz et déclenche une détonation (voir Fig. 1). La plupart des chercheurs se concentrent sur la reproductibilité globale des distances de propagation de la flamme et des vitesses de détonation dans les tubes, bien que ces paramètres soient importants, notre approche vise à réduire le problème à une série de cas plus fondamentaux / canoniques. Les conseillers de ce projet ont déjà étudié la formation de points chauds et l'accélération de la flamme dans des travaux antérieurs^{3,4}.

1 Ciccarelli, G., and S. Dorofeev. "Flame acceleration and transition to detonation in ducts." *Progress in Energy and Combustion Science* 34.4 (2008): 499-550.

2 Wolanski, Piotr. "Detonative propulsion." *Proceedings of the combustion Institute* 34.1 (2013): 125-158

3 **Melguizo-Gavilanes, J.**, Bauwens, L. (2013) "Shock initiated ignition for hydrogen mixtures of different concentrations." *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(19): 8061-8067

4 Boeck, L.R., Lapointe, S., **Melguizo-Gavilanes, J.**, Ciccarelli, G. (2017) "Flame propagation across an obstacle: OH-PLIF and 2-D simulations with detailed chemistry", *Proceedings of the Combustion Institute*, 36(2):2799-2806

Programme de l'étude, moyens mis en oeuvre

- (1) Construire une installation expérimentale pour étudier l'effet de la géométrie (tubes vs canaux), combustibles (H_2 vs. hydrocarbures) et conditions aux limites (extrémité ouverte partielle et parois de rugosité différente) sur la dynamique du DDT;
- (2) Déterminer les limites expérimentales pour lesquelles les effets visqueux sont importants;
- (3) Étudier en détail l'interaction entre l'onde de choc qui se forme à l'avant de la flamme accélératrice et la couche limite turbulente derrière elle, car elle jouerait un rôle clé dans le déclenchement de la détonation;
- (4) Étude approfondie des mécanismes de formation de la couche limite et de leur influence sur la propagation et l'accélération de la flamme, l'amplification du choc et les interactions choc-flamme conduisant à la DDT; (5) Notre dispositif expérimental servira de base pour le développement de nouvelles techniques de visualisation quantitative, la comparaison et le développement de modèles théoriques, d'outils numériques et de stratégies de réduction de la chimie pour une simulation directe efficace de l'accélération de flamme et du DDT.

Profil du candidat, prérequis

Solide expérience en mécanique des fluides, thermodynamique et transfert de chaleur. Affinité avec le travail expérimental, l'attention aux détails, la capacité de raisonnement analytique et critique.

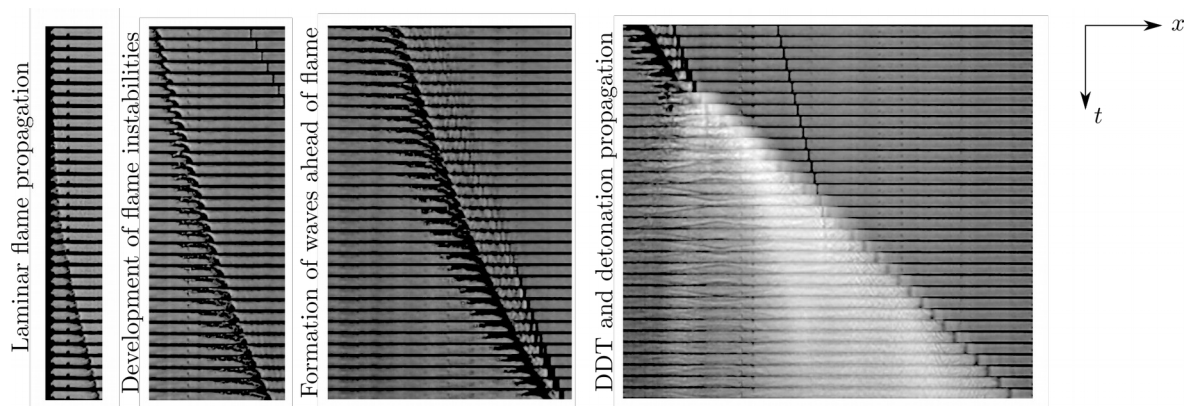


Figure 1: DDT stages for stoichiometric H_2 - O_2 in 6 mm x 1 m long square channel - Images obtained by J. Melguizo-Gavilanes during research visit to KIT Germany.