

Puis l'hélium sera utilisé comme gaz test, car il permet d'atteindre des températures comparables à celles obtenues avec un mélange riche hydrogène-oxygène. On pourra ainsi tester les matériaux à utiliser en présence de mélange à température représentative de l'application finale ; le choix se portera sur le matériau assurant la plus grande élévation de température, les tests pouvant être réalisés avec des métaux comme le laiton, l'aluminium ou encore des céramiques réfractaires comme le MACOR. Cette phase permettra également de mettre au point les diagnostics pour caractériser le fonctionnement du résonateur : sondes de température, détecteur IR, sondes de pression, visualisations par ombroscopie ou strioscopie. Elle permettra enfin de vérifier la cohérence des relations donnant la température en fond de tube issues de la littérature. Les expériences seront conduites en faisant varier le rapport de pression autour de sa valeur optimale et la distance entre l'injecteur et le résonateur.

Une fois cette étape franchie, les dimensions du système seront alors réduites pour évaluer la possibilité de réaliser un prototype de dispositif d'allumage dans les conditions du laboratoire. Les essais se feront d'abord avec de l'air pour décrire l'évolution des performances en fonction des dimensions, puis avec de l'hélium pour contrôler les températures accessibles. Un gaz de masse molaire intermédiaire comme le méthane pourra éventuellement être utilisé pour vérifier l'influence de la vitesse du son sur la température finale du gaz, ce qui permettrait en parallèle de tester l'implantation d'une enceinte de confinement et d'un brûleur secondaire sur la ligne fluide. Cette enceinte sera réalisée avec deux hublots en quartz permettant des visualisations directes et par strioscopie.

Le dispositif sera ensuite inséré dans une enceinte en vue de contrôler l'effectivité de l'allumage avec un mélange riche hydrogène-oxygène, d'abord par mesure de température en sortie de l'enceinte, puis par visualisation directe par caméra rapide, une fois choisis les hublots supportant les chargements thermomécaniques dans la chambre de combustion. Dans la mesure du possible, on s'attachera à localiser la zone d'allumage (à l'intérieur du tube résonant ou en sortie, là où se font les échanges avec le gaz de l'enceinte), afin d'optimiser les conditions d'utilisation, les problèmes de sécurité, la fiabilité et la durabilité du système pour une application réelle future.

Au cours de ce stage de 12 mois, l'étudiant sera particulièrement chargé de la réalisation des mesures et participera au choix des différents aspects technologiques : redimensionnement du dispositif, matériaux, sécurité, techniques de mesures.

Références :

- 1- Hartmann J., « DanskeMatematisk-Fysike Meddeleser », n°1 (1919).
- 2- Sprenger H., « Mitteilungen aus dem Institut fur Aerodynamik », n°21, p.18 (1954).
- 3- Maresca C., Brocher E., « Echange de masse dans un tube de Hartmann-Sprenger », Journal de Mécanique, vol. 12, n° 3, pp. 355-374 (1973).
- 4- Brocher E., Maresca C., « Etude des phénomènes thermiques dans un tube de Hartmann-Sprenger », Int. J. Heat Mass Transfer, vol. 16, pp. 529-548 (1973).
- 5- Phillips B.R., Pavli A.J., « Resonance tube ignition of hydrogen-oxygen mixtures », NASA TN D6354 (1971).
- 6- Ganesh Raman, Srinivasan K., « The powered resonance tube : from Hartmann's discovery to current active flow control applications », Progress in Aerospace Sciences, vol. 45, pp. 97-123 (2009).
- 7- Guoping Xia, Ding Li, Merkle C.L., « Effects of a needle on shrouded Hartmann-Sprenger tube flows », AIAA Journal, vol. 45, n°5, pp. 10281035 (2007).
- 8- Narayanan S., Srinivasan K., Sundararajan T., « Acoustic characteristics of external chamfered Hartmann whistles », Applied Acoustics, vol. 74, pp. 1104-1116 (2013). ...