

INTERACTION FLUIDE-STRUCTURE DANS UNE CAVITÉ ROTOR-STATOR

Description

Dans un moteur de fusée, les turbopompes ont pour objectif d'alimenter la chambre de combustion dans des conditions de pression et de débit spécifiés. Afin d'atteindre les pressions désirées, les vitesses de rotation d'une turbopompe hydrogène peuvent atteindre 100 000 tr/min. Ces vitesses sont si importantes que l'équilibrage axial du rotor ne peut être réalisé par des pièces mécaniques qui ne supporteraient pas les efforts axiaux générés par le fonctionnement de ces turbomachines. Ainsi une partie de l'hydrogène liquide est prélevée de la veine principale pour générer un écoulement radial entre le rouet de la turbopompe et son carter et assurer ainsi l'équilibrage axial de ce rotor (à ce titre, ce système fluide est appelé Système d'Equilibrage Axial de la turbopompe). Cet écoulement radial étant fortement cisaillé par la rotation différentielle entre le rouet et le carter, il est primordial de bien caractériser les écoulements rotor-stators ainsi que les différentes instabilités pouvant apparaître afin de déterminer un point de fonctionnement optimal.

Depuis le début des années 2000, l'IRPHE et la Snecma collaborent sur cette thématique. Les premières expériences en eau menées au laboratoire ont permis de caractériser l'écoulement et les efforts mécaniques axiaux s'exerçant sur le disque en rotation dans un écoulement rotor-stator de faible rapport d'aspect (lorsque la hauteur de la cavité est petite devant le rayon). Actuellement, nos études se concentrent sur les instabilités vibrationnelles mettant en jeu la turbulence et la compressibilité du fluide pouvant entraîner la destruction de la turbopompe. Pour reproduire ce phénomène au laboratoire, nous avons mis au point un dispositif expérimental original permettant d'étudier des écoulements turbulents au voisinage du point critique d'un fluide. En effet, à proximité de ce point, la viscosité du fluide peut être jusqu'à 20 fois plus petite que celle de l'eau ce qui permet d'atteindre de hauts nombres de Reynolds dans une expérience de petite taille. De plus, la vitesse du son est environ 50 fois plus petite que celle de l'air ce qui permet de mettre en évidence des effets de compressibilité relativement facilement. En revanche, les pressions et températures des points critiques étant généralement élevées, ces travaux doivent être menés dans une enceinte haute pression thermostatée.

Le sujet de post-doctorat proposé est dans la continuité de ces recherches

Dans un premier temps, nous souhaitons caractériser l'effet de la turbulence sur une instabilité vibrationnelle apparaissant dans les turbopompes. L'instabilité recherchée a été en partie caractérisée en l'absence d'écoulement sur un banc expérimental en air. Nous souhaitons, maintenant, comprendre l'effet de l'écoulement sur cette instabilité. L'installation du dispositif dans l'enceinte haute pression est actuellement en cours et l'étudiant(e) retenu(e) pour ce sujet nous aidera à finaliser ce travail.

Dans un second temps, nous souhaitons étudier les déformations d'un disque en rotation induites par les grandes échelles d'un écoulement turbulent rotor-stator. En effet, les écoulements rotor-stators sont connus pour exhiber des dynamiques de modes à grandes échelles susceptible d'exciter des modes de rotor. Cette étude se décomposera en deux parties avec dans un premier temps une étude en air puis, en fonction des résultats, au voisinage du point critique d'un fluide.

Informations complémentaires

Bourse CNES de 1 an renouvelable d'environ (2345 € brut mensuel).

Candidature sur le site web du CNES avant le 31 mars 2017.

Contact :

- Gautier Verhille
IRPHE - UMR 7342
49 rue F. Joliot Curie, BP 146, 13384 Marseille cedex 13
- gautier.verhille@irphe.univ-mrs.fr
- 04 13 55 20 81