

Caractérisation des forces fluides s'exerçant sur un faisceau de cylindres oscillant latéralement en écoulement axial

Cette thèse porte sur l'étude expérimentale et numérique des forces fluides s'exerçant sur un cylindre ou un faisceau de cylindres oscillant latéralement en écoulement axial. Les paramètres de ce système sont l'amplitude, la fréquence d'oscillation, la vitesse de l'écoulement axial, le confinement et le rapport entre la longueur et le diamètre du cylindre. L'objectif de la thèse est de déterminer l'amortissement fluide, c'est-à-dire la force dissipative, créé par l'écoulement axial. Les résultats des travaux de thèse ont pour application industrielle la détermination de l'amortissement fluide des assemblages combustibles dans le cœur des centrales nucléaires lors d'un séisme.

On s'intéresse dans le cadre de la thèse uniquement aux configurations pour lesquelles la vitesse d'oscillation latérale est faible devant la vitesse d'écoulement axial.

Dans une première partie, on étudie le cas d'un cylindre non confiné oscillant en écoulement axial. Deux méthodes différentes sont utilisées : une dynamique et une quasi-statique. En dynamique, l'amortissement fluide est mesuré par la décroissance des oscillations pour un cylindre en oscillations libres. Dans l'approche quasi-statique, l'amortissement se déduit de la force normale mesurée sur un cylindre incliné. La gamme des faibles ratios entre la vitesse latérale et la vitesse axiale correspond, en statique, à une gamme de faibles inclinaisons où le cylindre est en écoulement quasi-axial. Le cas de l'approche quasi-statique a été traité expérimentalement dans des expériences en soufflerie et numériquement avec des calculs CFD. L'analyse des forces fluides montre que pour des inclinaisons inférieures à 5° , une portance linéaire avec l'angle contribue majoritairement à l'amortissement. L'origine de la force de portance est discutée à partir des mesures de pression à la paroi et de vitesses fluides. Les résultats de l'approche quasi-statique sont comparés aux résultats donnés par les expériences dynamiques.

Dans une seconde partie, une étude expérimentale d'un faisceau confiné de 40 cylindres oscillant dans un écoulement axial d'eau est réalisée. La force et le déplacement sont mesurés simultanément. Les coefficients de masse ajoutée et d'amortissement sont évalués et leur variation en fonction de l'amplitude, la fréquence d'oscillation et la vitesse de l'écoulement axial est caractérisée. On montre ainsi que le coefficient d'amortissement dépend d'un unique paramètre : le rapport entre l'amplitude de la vitesse d'oscillation et la vitesse de l'écoulement axial.