

Etude numérique et expérimentale des écoulements autour
d'un profil flexible, incluant le régime cavitant.

Résumé

L'intérêt pour des structures portantes flexibles s'est considérablement développé dans la conception navale, en particulier avec l'apparition d'hélices et d'hydrofoils en composites. La réponse hydroélastique de ce type de structures fait intervenir des problématiques de masse, amortissement ou raideur ajoutés. Lorsque la pression locale dans le liquide chute en dessous de la pression de vapeur saturante, le phénomène de cavitation est susceptible d'apparaître dans l'écoulement. Le développement et la condensation de poches de vapeur peuvent alors significativement augmenter les vibrations de la structure ou dégrader les performances hydrodynamiques. En écoulement cavitant, la masse volumique du fluide environnant la structure n'est plus constante et le problème devient fortement instationnaire. Dans ce cas, des phénomènes d'accrochage fréquentielle ou d'excitation paramétrique rendent l'interaction fluide-structure particulièrement complexe. Cette thèse vise à étudier l'interaction fluide-structure d'un NACA 0015 flexible et homogène, pour différentes conditions d'écoulement incluant des régimes cavitants. Le travail de recherche s'appuie sur une approche expérimentale et numérique, profitant des moyens d'essais du tunnel de cavitation de l'IRENav et du code numérique ISIS-CFD développé au LHEEA. L'étude expérimentale présente des mesures de télémétrie, de vibrométrie et de PIV, permettant de confronter les prédictions de l'outil numérique aux essais. L'approche numérique repose sur un couplage fort entre un solveur fluide URANS et une décomposition modale des déformations de la structure. Les expériences montrent que les effets de masse et raideur ajoutées influencent les fréquences et amplitudes de vibrations du profil en écoulement cavitant, notamment pour des régimes avec détachement de nuage de vapeur pour lesquels existe un phénomène d'accrochage fréquentiel. Lorsque la réponse hydrodynamique du profil est dominée par la dynamique des poches de cavitation, le modèle numérique employé permet bien de retrouver les fréquences et amplitudes de vibrations du profil.

Mots-clés : interaction fluide-structure, IFS, cavitation, couplage, profil flexible, approche modale, approche partitionnée, PIV, vibrométrie, masse ajoutée, RANSE, profil portant