

Effets de la viscosité et de la capillarité sur les vibrations linéaires
d'une structure élastique contenant un liquide incompressible

Thomas Miras

Soutenance le 3 juillet 2013 à 14 h 00 devant le jury composé de :

Prof. Etienne Balmès	ENSAM	(Examineur)
Prof. Alfredo Bermudez de Castro	Université de Santiago de Compostela	(Rapporteur)
Dr. Gael Chevallier	SUPMECA	(Rapporteur)
Dr. Jean-Pierre Grisval	ONERA	(Invité)
Prof. Roger Ohayon	CNAM	(Directeur de Thèse)
Dr. Jean-Sébastien Schotte	ONERA	(Encadrant)
Prof. Michel Visonneau	Ecole Centrale de Nantes	(Examineur)

Ce travail de recherche traite du couplage entre un liquide incompressible, irrotationnel et son contenant : une structure élastique. Cette interaction fluide-structure est traitée dans le cadre des petites déformations autour d'un état d'équilibre.

Dans un premier temps, on présente une méthode d'introduction des sources dissipatives visqueuses dans le liquide à partir des équations du système couplé conservatif en s'appuyant sur une approche de type fluide potentiel généralement utilisée pour traiter les problèmes de couplage fluide-structure linéarisés non amortis. Un modèle d'amortissement diagonal est alors choisi pour le liquide et les effets dissipatifs de celui-ci sont pris en compte en calculant les coefficients d'amortissement modaux. Seuls les effets dissipatifs liés à la viscosité du liquide sont alors pris en compte. Le système couplé dissipatif obtenu possède une matrice d'amortissement non symétrique. Une résolution de ce système à amortissement non classique est alors présentée et les expressions des réponses fréquentielle et temporelle linéarisées sont données pour différents types d'excitations.

Dans un deuxième temps, le liquide est supposé non visqueux et les forces de tension surfacique sont prises en compte. Cette configuration concerne principalement les satellites où le système couplé est en situation de microgravité. Une formulation du problème conservatif permettant de prendre en compte l'incompressibilité du fluide, la condition de continuité à l'interface fluide structure, les effets de capillarité du fluide ainsi que les effets éventuels de précontraintes statiques est alors établie. On se propose pour cela d'utiliser une méthode énergétique via le Principe de Moindre Action. La démarche est alors décomposée en deux étapes : une étude statique afin de déterminer la position de référence, puis une étude dynamique linéarisée autour de cette position d'équilibre. Cette formulation forme notamment une base pour l'introduction des sources dissipatives liées aux effets de capillarité via la méthode précédemment introduite.