

# Une approche expérimentale pour la modélisation des écoulements turbulents cavitants

Vincent Aeschlimann

Grenoble-INP

Laboratoire des Ecoulement Géophysiques et Industriels  
LEGI, UMR 5519, CNRS-UJF-GINP

**Mots clés :** Couche de mélange expérimentale, cavitation, turbulence, compressibilité.

## Résumé

Un des principaux objectifs des études menées actuellement en cavitation appliquée aux turbopompes spatiales est de calculer des écoulements instationnaires cavitants de fluides cryogéniques en géométrie réelle de turbomachines. Ces écoulements sont difficiles à étudier du fait de leur caractère turbulent, instationnaire, compressible, diphasique, avec des échanges de masse et de chaleur. Le présent travail de thèse a pour objectif principal d'obtenir une avancée sur la connaissance "fondamentale" des écoulements cavitants à partir d'une expérience de Couche de Mélange Plane (2D) présentant un écoulement cisailé où l'instabilité de Kelvin-Helmholtz se développe jusqu'à engendrer des tourbillons cavitants. Différentes métrologies sont mises en œuvre pour caractériser l'écoulement et le comparer aux cas monophasiques de référence. Les champs de vitesse sont mesurés par vélocimétrie par images de particules fluorescentes et vélocimétrie laser par effet doppler ; la dynamique des structures cavitantes est observée à l'aide de films rapides ; le taux de vide est mesuré par absorption de rayons X et la pression statique est aussi estimée. Cette large base de données permet de caractériser la relation turbulence-cavitation au sein de l'écoulement. Les effets de compressibilité observés dans les écoulements supersoniques monophasiques sont comparés aux effets de cavitation.

**Key words :** Mixing layer, experimental, cavitation, turbulence, compressibility.

## Abstract

The purpose of this experimental study is to analyze a two-dimensional cavitating shear layer. The global aim of this work is to improve understanding and modeling of cavitation phenomena, from a 2D turbulent shear flow to rocket engine turbopump inducers. This 2D mixing layer flow provides us with a well documented test case to be used for comparisons between behavior with and without cavitation. Similarities and differences enable us to characterize the effects of cavitation on flow dynamics. The experimental facility enables us to set up a mixing layer configuration with different cavitation levels. The development of a velocity gradient is observed inside a two phase flow using particle image velocimetry and laser Doppler velocimetry. Kelvin-Helmholtz instabilities developed at the interface and vaporizations and implosions of cavitating structures inside the vortices are observed with a high speed camera. X-ray attenuation measurements are performed to quantify the amount of vapor present inside the mixing area and static pressure is also estimated inside the mixing area. From this large database, the relationship between turbulence and cavitation is clarified. Discrepancies between compressibility effects in one-phase supersonic flows and cavitation effects on this particular two-phase mixing layer are highlighted.