

Simulation de l'érosion de cavitation par une approche CFD-FEM couplée.

Prasanta Sarkar

Sous la direction de Marc Fivel

Co-direction : Giovanni GHIGLIOTTI (LEGI) et Jean-Pierre FRANC (LEGI)

Mardi 5 mars 2019 à 10h00

Salle K118 - LEGI

Résumé : Ce travail de recherche est dédié à la compréhension des mécanismes physiques de l'érosion de cavitation dans un fluide compressible à l'échelle fondamentale de l'implosion d'une bulle de cavitation. Des bulles de cavitation se forment dans un liquide lorsque la pression du liquide chute en dessous de la pression de vapeur saturée. Les bulles grossissent en raison de la faible pression ambiante et s'effondrent rapidement lorsque la pression du liquide environnant augmente. Suite à l'implosion d'une bulle de vapeur à proximité d'une surface solide, des très hautes pressions sont générées. L'effondrement primaire de la bulle s'accompagne de l'émission d'ondes de choc et la compressibilité du fluide doit donc être prise en compte. Les pressions exercées par l'effondrement primaire des bulles et les ondes de choc entraînent une déformation plastique et, éventuellement, le phénomène de perte de masse dans le solide. Ces pressions, considérées responsables de l'endommagement (érosion) des surfaces solides, sont observées dans la plupart des applications telles que l'injection de carburant liquide, la génération de puissance hydrodynamique et la propulsion marine. Notre approche numérique démarre avec le développement d'un solveur compressible capable de résoudre les bulles de cavitation au sein du code volumes finis YALES2 en utilisant un simple modèle de mélange homogène des phases fluides. En érosion par cavitation, la paroi solide se déforme sous l'effet des pressions exercées par les bulles qui s'effondrent. Par conséquent, le solveur est étendu à une approche ALE (Arbitraire Lagrangien Eulérien) qui permet l'utilisation de maillage mobiles afin de réaliser une simulation d'interaction fluide-structure où la domaine fluide suit la déformation de la surface solide. La réponse du matériau solide est calculée avec le code de calcul éléments finis Cast3M, et nous permet de mener des simulations avec un couplage d'abord monodirectionnel, ensuite bidirectionnel, entre le fluide et le solide. Dans le couplage monodirectionnel, aucun retour de déformation de paroi solide sur le fluide n'est pris en compte, alors que dans le couplage bidirectionnel, le retour de déformation de paroi solide est pris en compte dans le domaine du fluide. On compare des résultats obtenus à deux dimensions, puis à trois, avec des observations expérimentales. On discute les chargements de pression générés par l'effondrement des bulles et discutons de la dynamique responsable des dommages en surface. La réponse de différents matériaux pour des implosions de bulle à des différentes distances de la surface est également abordée. Enfin, à travers l'utilisation de simulations avec couplage bidirectionnel entre fluide et solide, on identifie l'amortissement des chargements de pression générés par des différents matériaux.