

Résumé

Le récent développement des menaces terroristes renforce l'effort de recherche du CEA et d'EDF pour la protection des citoyens et des installations. De nombreux scénarios doivent être envisagés comme, par exemple, la chute d'un avion de ligne sur une structure de génie civil. La dispersion du carburant dans la structure, son embrasement sous forme de boule de feu et les effets thermiques associés sont des éléments essentiels du problème. L'utilisation de modèles numériques est indispensable car des expériences seraient difficiles à mettre en œuvre, coûteuses et dangereuses.

Le problème type que l'on cherche à modéliser est donc l'impact d'un réservoir rempli de fluide, sa déchirure et la dispersion de son contenu. C'est un problème complexe qui fait intervenir une structure mince avec un comportement fortement non-linéaire allant jusqu'à rupture, un fluide dont la surface libre peut varier drastiquement et des interactions fluide-structure non permanentes. L'utilisation des méthodes numériques traditionnelles pour résoudre ce problème semble difficile, essentiellement parce qu'elles reposent sur un maillage. Cela complique la gestion des grandes déformations, la modélisation des interfaces variables et l'introduction de discontinuités telles que les fissures. Afin de s'affranchir de ces problèmes, la méthode sans maillage SPH (« Smoothed Particle Hydrodynamics ») a été utilisée pour modéliser le fluide et la structure.

Ce travail, inscrit dans la continuité de recherches précédentes, a permis d'étendre un modèle de coque SPH à la modélisation des ruptures. Un algorithme de gestion des interactions fluide-structure a également été adapté à la topologie particulière des coques. Afin de réduire les coûts de calcul importants liés à ce modèle, un couplage avec la méthode des éléments finis a également été élaboré. Il permet de n'utiliser les SPH que dans les zones d'intérêt où la rupture est attendue. Finalement, des essais réalisés par l'ONERA sont étudiés pour valider la méthode.

Ces travaux ont permis de doter le logiciel de dynamique rapide Europlexus d'un outil original et efficace pour la simulation des impacts de structures minces en interaction avec un fluide. Un calcul démonstratif montre enfin la pertinence de l'approche et sa mise en œuvre dans un cadre industriel.

MOTS CLÉS: sans maillage, SPH, coque, dynamique, rupture, impact, interactions fluide-structure