

Méthodes numériques et algorithmes parallèles pour la dynamique rapide des systèmes fluide-structure fortement couplés

Vincent Faucher

CEA/DEN/DANS/DM2S/SEMT/DYN - LaMSID UMR 8193

Résumé :

Cette HDR s'inscrit dans le cadre des actions de recherche pour la simulation des transitoires brutaux pour les structures et les fluides en interaction menées au Laboratoire d'Etudes de Dynamique du CEA, relatives à la définition de méthodes numériques pour la modélisation de systèmes mécaniques complexes et la résolution parallèle sur les supercalculateurs de problèmes de taille industrielle. Une particularité des approches proposées est la limitation à son minimum du nombre de paramètres non-physiques dans une simulation, pour s'accommoder des contraintes de maîtrise de la solution qu'impose le périmètre d'utilisation des concepts : sûreté nucléaire (CEA, EDF) ou aéronautique (ONERA, protection du citoyen (EC/JRC), en particulier. Ainsi, les contraintes cinématiques couplant fortement les structures entre elles (contact unilatéral par exemple) ou les fluides et les structures (avec des maillages conformes ou topologique déconnectés en fonction des situations géométriques) sont majoritairement traitées par l'intermédiaire de multiplicateurs de Lagrange, assurant la vérification exacte des équations de liaison au prix de la résolution d'un système additionnel variable dans le temps. Ce dernier aspect fait d'EPX (<http://www-epx.cea.fr>), le logiciel servant de réceptacle pour les méthodes, un outil à part dans la communauté du calcul en dynamique rapide. Le mémoire repose principalement sur une description des besoins en matière de modélisation pour la simulation de transitoires de référence, en particulier dans le monde du nucléaire, et des réponses apportées dans le cadre de la collaboration entre le CEA, EDF (via le LaMSID) et le LaMCoS. Sont ainsi considérés par exemple la déchirure d'un réservoir sous impact, l'accident de dimensionnement du confinement pour un réacteur de IVème génération ou la ruine d'une structure en béton armée sous impact. Sont ainsi proposés des modélisations innovantes et des algorithmes de résolution parallèles permettant de mettre en oeuvre avec efficacité les simulations correspondantes sur des calculateurs composés de noeuds multi-coeurs interconnectés sans jamais dégrader la qualité de la solution, ce qui a fait en particulier l'objet du projet ANR RePDyn (2010-2013), piloté par le CEA, à l'origine d'une collaboration étroite et en cours avec l'INRIA (Laboratoire d'Informatique de Grenoble).