

Résumé de la thèse de Quoc-Tuan TRINH

Équipe : ICUBE- Equipe Génie Civil et Energétique

Titre : Modélisation tridimensionnelle en élastostatique des domaines multizones et multifissurés : une approche par la méthode multipôle rapide en éléments de frontière de Galerkin.

Résumé : La modélisation numérique de la multi-fissuration et son influence sur le comportement mécanique des ouvrages du Génie Civil reste un sujet ouvert et nécessite le développement de nouveaux outils numériques de plus en plus performants. L'approche retenue dans le cadre de ces travaux de thèse, est basée sur l'utilisation des concepts des équations intégrales de Galerkin (3D) (Symmetric Galerkin Boundary Element Method) accélérées par la méthode multipôle rapide (Fast Multipole Method). Les méthodes intégrales sont bien connues pour leur souplesse à définir des géométries complexes, spécialement celles des domaines tridimensionnels. Elles restent également très performantes en mécanique de la rupture, lors de la détermination des champs singuliers au voisinage des fissures. La Fast Multipole Method, quant à elle, permet via une judicieuse reformulation des fonctions fondamentales propres aux formulations intégrales, de réduire considérablement le coût des calculs. La mise en œuvre d'une stratégie de couplage entre les deux approches FM-SGBEM (travaux de Duc Pham, soutenus en mai 2010) a permis de pallier les difficultés rencontrées lors de la phase de résolution et ce lorsqu'on traite de domaines de grandes tailles par équations intégrales de Galerkin pures. Les présents travaux, viennent en partie optimiser et renforcer cette phase dans les environnements

numériques existants. D'autre part, les structures qui relèvent du domaine du Génie Civil sont de grandes tailles (nombre de degrés de liberté élevé) et l'étude de leur comportement nécessite la prise en compte des hétérogénéités les caractérisant et la complexité des chargements les sollicitant. Des adaptations et des développements théoriques des formulations FM-SGBEM pour prendre en compte le caractère hétérogène des domaines étudiés et la mise en œuvre des algorithmes numériques qui en découlent, ont fait l'objet d'une large partie des travaux développés dans le cadre de cette thèse. La modélisation du phénomène de propagation de fissures par fatigue, dans de telles structures a également été étudiée avec succès. Enfin, une application sur une structure de chaussée souple a permis de valider les modèles ainsi développés en propagation de fissures par fatigue dans des structures hétérogènes. De réelles perspectives d'optimisations et de développements de cet outil numérique restent envisagées. La prise en compte de la présence de contraintes thermiques et de zones de fortes non-linéarités matérielles restent une priorité de développement pour l'équipe.

Cette thèse a été dirigée par Cyrille Chazallon, Professeur à l'INSA de Strasbourg et codirigée par Marc Bonnet, Directeur de recherche de l'ENSTA Paris-Tech.