

Éléments de frontière accélérés par multipôles rapides: principes, application aux ondes sismiques, perspectives d'extensions

Marc Bonnet

LMS, Ecole Polytechnique, Palaiseau

La méthode des éléments de frontière (BEM) est une méthode de réduction de maillage, aux applications soumises à des hypothèses limitatives de comportement mais très précises. Elle est particulièrement adaptée à la prise en compte de domaines considérés comme infinis, idéalisation fréquemment employée en acoustique, électromagnétisme ou géodynamique pour la propagation d'ondes et certaines simulations couplées.

Sous sa forme traditionnelle, la BEM fait intervenir après discrétisation des systèmes matriciels pleins, ce qui diminue l'avantage dimensionnel procuré par le caractère surfacique du maillage. Les formulations par multipôles rapides (FM-BEMs), intrinsèquement liées à l'emploi de solveurs itératifs (habituellement GMRES), permettent une réorganisation complète des calculs. Une résolution FM-BEM élastodynamique requiert ainsi une mémoire $O(N \ln(N))$ et un temps de calcul $O(N \ln(N))$ par itération GMRES, au lieu de $O(N^3)$ pour un solveur BEM classique, N étant le nombre de DDLs surfaciques.

Cette présentation sera divisée en trois parties.

Une première partie présentera un rappel concis des principales notions. On y mettra en évidence le caractère semi-analytique de l'approche, effectuera un bilan des avantages, limitations et difficultés classiquement associés à la BEM, et motivera le développement de solveurs itératifs accélérés de type (FM-BEM).

Dans une deuxième partie, un solveur FM-BEM élastodynamique 3-D multi-région sera présenté et illustré sur des simulations numériques, incluant des exemples préliminaires de type effet de site topographique, faisant intervenir jusqu'à $N=O(10^6)$ inconnues nodales surfaciques (thèse de Stéphanie Chaillat, 2005-2008).

Enfin, une troisième partie ouvrira quelques perspectives, dans le domaine de l'inversion mais également vers la conception de champs auxiliaires, fonctions d'enrichissement, évaluation de résidus locaux... susceptibles d'être intégrés dans la méthode des éléments finis.

Collaborateurs (notamment pour la deuxième partie): Stéphanie Chaillat et Eva Grasso (LMS et LCPC), Jean-François Semblat (LCPC).