

Décomposition de domaine sur des formulations intégrales surfaciques en électromagnétisme

Francis COLLINO Justine LABAT, CEA-CESTA - Le Barp
Agnès PUJOLS, CEA-CESTA - Le Barp

Les méthodes de Galerkin discontinues ont été largement étudiées dans le cadre de problèmes d'ondes en volume, notamment en électromagnétisme [1]. Les travaux portant sur l'extension de ces méthodes aux équations intégrales de frontière sont plus rares et plus récents; citons par exemple [2] pour l'acoustique et [3] pour l'électromagnétisme. Plusieurs problèmes empêchent une généralisation aisée. Tout d'abord, une difficulté de nature analyse fonctionnelle : les solutions recherchées vivent naturellement dans l'espace des courants circulant sur la surface de diffraction ; le découpage de cette surface en sous-domaines, fait apparaître des lignes frontière sur lesquelles on ne sait pas définir les traces normales sans hypothèses de régularité supplémentaires. En ce sens, il n'est pas possible de développer une formulation discontinue surfacique strictement équivalente à l'équation intégrale initiale. Ensuite, l'introduction du terme de pénalisation, ingrédient crucial de la méthode de Galerkin discontinue, pose également question et sa définition n'est pas immédiate. Enfin, l'existence des interactions entre sous-domaines non-adjacents, qui n'existent pas pour les équations aux dérivées partielles mais qui doivent ici être prises en compte, fait apparaître la nécessité, pour les problèmes de grande taille, d'utiliser un algorithme itératif dont il faut assurer la convergence.

Dans cet exposé, nous présentons une méthode de décomposition de domaine dans le cadre des équations intégrales surfaciques pour le problème de diffraction d'ondes électromagnétiques en régime harmonique par un objet parfaitement conducteur. Nous engageons donc une approche qui s'inspire du formalisme des méthodes volumiques de Galerkin discontinues. Nous choisissons pour espace d'approximation de la solution (*i.e.* les restrictions des courants aux sous-domaines), les restrictions des éléments finis d'arêtes de Raviart-Thomas de plus bas degré et envisageons divers termes de pénalisation. Pour la résolution itérative, nous mettons en œuvre un algorithme GMRes avec un préconditionneur de type bloc-Jacobi où les blocs diagonaux sont associés aux problèmes locaux dans les sous-domaines individuels. L'ensemble de ce procédé conserve et étend la structure massivement parallèle du code industriel dont nous disposons. Une étude spectrale du procédé met en évidence la performance attendue du préconditionneur utilisé. Des tests numériques qui analysent la convergence de l'algorithme itératif par rapport à la fréquence et au nombre de sous-domaines, sont présentés. D'autres portent sur la précision de la méthode en fonction du nombre de points par longueur d'onde associé aux longueurs d'arête du maillage. On mettra en évidence la sensibilité de ce paramètre sur le comportement de l'algorithme.

- [1] P. Houston, I. Perugia, A. Schneebeli, D. Schötzau. *Interior penalty method for the indefinite time-harmonic Maxwell equations*. Numerische Mathematik, **100**(3), 485–518, 2005.
- [2] N.-A. Messai, S. Pernet. *hp non-conforming a priori error analysis of an Interior Penalty Discontinuous Galerkin BEM for the Helmholtz equation*. Computers & Mathematics with Applications, **80**(12), 2644–2675, 2020.
- [3] Z. Peng, R. Hiptmair, Y. Shao, B. MacKie-Mason. *Domain decomposition preconditioning for surface integral equations in solving challenging electromagnetic scattering problems*. IEEE transactions on antennas and propagation, **64**(1), 210–223, 2015.