

Décomposition de domaine surfacique de type DG pour la diffraction d'ondes électromagnétiques

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

Bien qu'adaptées aux problèmes de diffraction en milieux non-bornés, les méthodes d'équations intégrales de frontière atteignent leurs limitations en termes de coût de calcul car elles conduisent à la résolution d'un système linéaire dense, qui, même dans le contexte du calcul haute performance, peut s'avérer inabordable. Les méthodes de Galerkin discontinues ont été largement étudiées dans le cadre de problèmes d'ondes en volume, notamment en électromagnétisme. Les travaux portant sur l'extension de ces méthodes aux équations intégrales de frontière sont plus rares et plus récents, par exemple [1] pour l'acoustique et [2] pour l'électromagnétisme. Plusieurs difficultés apparaissent pour la généralisation de cette méthode à des problèmes surfaciques, dès les outils d'analyse fonctionnelle mis en jeu jusqu'à des considérations d'algèbre linéaire. Tout d'abord, les solutions recherchées vivent naturellement dans l'espace des courants circulant sur la surface de diffraction et le découpage en sous-domaines fait apparaître des lignes frontière sur lesquelles on ne sait pas définir les traces normales sans hypothèses de régularité supplémentaires. Ensuite, l'introduction rigoureuse d'un terme de pénalisation permettant de rétablir la continuité des solutions aux interfaces entre sous-domaines n'est pas triviale. Enfin, l'existence des interactions entre sous-domaines non-adjacents fait apparaître la nécessité, pour les problèmes de grande taille, d'utiliser un algorithme itératif dont il faut assurer la convergence. Au niveau pratique, ces méthodes présentent de nombreux avantages comme permettre plus de flexibilité au niveau de la génération de maillage, résoudre des problèmes de grande taille ou être bien adaptées au calcul haute performance.

Dans cet exposé, nous considérons le problème de diffraction des ondes électromagnétiques en régime harmonique par un objet parfaitement conducteur. Nous présentons une méthode de décomposition de domaine dans le cadre des équations intégrales surfaciques où l'approche 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. 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. Des comparaisons entre maillages conformes et non-conformes sont également exposées et investiguées dans des cas particuliers originaux.

- [1] 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.
- [2] 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.