

# Conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé pour l'équation de Helmholtz : traitement des coins et application en DDM

Axel MODAVE, CNRS - POEMS

Xavier ANTOINE, Université de Lorraine

Christophe GEUZAINÉ, Université de Liège

La résolution numérique des problèmes de propagation d'ondes en milieu non-borné à haute fréquence par des méthodes d'éléments finis est très coûteuse en temps de calcul et en mémoire. Afin de résoudre efficacement ces problèmes, il est nécessaire de limiter autant que possible la taille du domaine de calcul en introduisant une frontière artificielle (transparente) dans le modèle, et de coupler la méthode numérique avec une méthode de décomposition de domaine (DDM) permettant la parallélisation du solveur final.

Dans le cadre de ce travail, on s'intéresse aux conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé (HABCs) obtenues en utilisant une approximation rationnelle de la racine carrée du symbole de l'opérateur *Dirichlet-to-Neumann* transparent exact pour l'équation de Helmholtz. Pour des approximations de Padé adaptées, ces HABCs permettent de représenter précisément la propagation des ondes propagatives et évanescentes près de frontières artificielles régulières de domaines convexes [1]. Dans le cadre d'une DDM de type Schwarz optimisé, l'utilisation de ces HABCs comme conditions de transmission aux interfaces entre les sous-domaines permet d'accélérer la convergence de la méthode [2]. Cependant, une application directe des HABCs sur des frontières non-régulières génère une perte de précision à proximité des coins. De même, pour des décompositions en sous-domaines avec points/arêtes de jonction, où plus de deux sous-domaines se rencontrent, la convergence des DDMs se détériore. Ces points/arêtes de jonction correspondent à des coins des sous-domaines.

Dans cet exposé, on discutera différentes stratégies pour améliorer la précision des HABCs lorsqu'elles sont utilisées sur des frontières artificielles avec des coins. Des traitements de coins basés sur des relations de compatibilité [3] et sur une régularisation de la frontière artificielle seront comparés grâce à des résultats numériques pour des cas de référence. Ensuite, on exposera une manière de tirer parti du traitement des coins pour accélérer une DDM pour des configurations avec points/arêtes de jonction. Les simulations numériques seront réalisées avec les environnements GetDP et GetDDM [4].

## Références

- [1] KECHROUD R., ANTOINE X. & SOULAÏMANI A., *Numerical accuracy of a Padé-type non-reflecting boundary condition for the finite element solution of acoustic scattering problems at high-frequency*, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 64(10), 1275-1302, 2005.
- [2] BOUBENDIR Y., ANTOINE X. & GEUZAINÉ C., *A quasi-optimal non-overlapping domain decomposition algorithm for the Helmholtz equation*, Journal of Computational Physics, 231(2), 262-280, 2012.
- [3] MODAVE A., ATLE A., CHAN J. & WARBURTON T., *A GPU-accelerated nodal discontinuous Galerkin method with high-order absorbing boundary conditions and corner/edge compatibility*, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 112(11), 1659-1686, 2017.
- [4] THIERRY B., VION A., TOURNIER S., EL BOUAJAJI M., COLIGNON D., MARSIC N., ANTOINE X. & GEUZAINÉ C., *GetDDM: an open framework for testing optimized Schwarz methods for time-harmonic wave problems*, Computer Physics Communications, 203, 309-330, 2016.

**Axel MODAVE**, Laboratoire POEMS (UMR 7231, CNRS-ENSTA-INRIA), ENSTA ParisTech, 828 Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau Cedex, France

axel.modave@ensta-paristech.fr

**Xavier ANTOINE**, Université de Lorraine, CNRS, Inria, IECL, F-54000 Nancy, France

xavier.antoine@univ-lorraine.fr

**Christophe GEUZAINÉ**, Université de Liège, Institut Montefiore B28, Quartier Polytech 1, Allée de la Découverte 10, B-4000 Liège, Belgique

cgeuzaine@uliege.be