

Résolution rapide par \mathcal{H} -matrix des équations intégrales discrétisées par éléments virtuels

Stage de fin d'étude école d'ingénieurs ou Master 2 analyse numérique

A partir de février 2025 pour 6 mois (dates flexibles)
(Rémunération brut de 700 à 1300 Euros + Prime de 10%)

CEA/CESTA, 15 avenue des sablières, 33116 Le Barp

Mots clés : Éléments virtuels, opérateurs intégraux, algorithme de compression hiérarchique, électromagnétisme.

Emanuele ARCESE (emanuele.arcese@cea.fr)

Agnès PUJOLS (agnes.pujols@cea.fr)

Qui sommes-nous ?

Le service de modélisations et de mathématiques pour la simulation du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM. Au sein du service de modélisations et de mathématiques pour la simulation vous intégrez une équipe motivée en charge du développement logiciel pour la simulation.

Le contexte

Les méthodes d'équations intégrales utilisées pour le problème de diffraction d'ondes électromagnétiques en régime harmonique conduisent à la résolution d'un système linéaire plein dont la taille croît comme le carré de la fréquence. Pour les tailles de problème importantes, l'utilisation d'un solveur direct classique, même parallèle, n'est plus possible, la limitation étant liée essentiellement à la capacité de stockage de la matrice pleine. L'utilisation de solveurs itératifs moins gourmands en place mémoire s'avère inadapté quand le système linéaire a un grand nombre de seconds membres et est très mal conditionné. Dans les dernières années, de nouvelles méthodes nécessitant d'une empreinte mémoire moindre et adaptées aux résolutions multi seconds membres ont été proposées pour accélérer la résolution du système plein. Une de ces méthodes, basée sur l'utilisation de matrices hiérarchiques \mathcal{H} -matrix et un algorithme de compression ACA, a été implémentée dans le code du CEA. Très récemment le CEA a proposé une nouvelle discrétisation des équations intégrales basée sur une méthode de Galerkin conforme H(div) en exploitant le principe de la toute récente méthode des éléments virtuels (VEM) (Touzalin et al., preprint 2024, hal-04529074). Ce nouveau schéma permet de généraliser l'approximation par éléments finis d'arêtes de Raviart-Thomas, traditionnellement utilisée en littérature, et ainsi d'autoriser des maillages généraux, constitués d'éléments polygonaux (comme, e.g., triangles avec « hanging nodes »).

Les objectifs

Lors de ce stage, nous nous intéressons à la résolution rapide, directe ou itérative, du système linéaire résultant de cette nouvelle discrétisation sur maillages non-conformes en utilisant la méthode \mathcal{H} -matrix. En particulier, l'objectif sera d'analyser et d'étendre les ingrédients principaux de cette méthode, telles que le partitionnement de la géométrie et la représentation hiérarchique de la matrice afin de mettre à niveau l'algorithme de compression hiérarchique existant. Une étude de la précision et de la performance de cette méthode sera réalisée en fonction de la forme ainsi que de la qualité des éléments des maillages autorisés.