

Développement d'une méthode d'ordre élevé en équations intégrales en électromagnétisme fréquentiel

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 finis d'ordre élevé, opérateurs intégraux, intégrales singulières, diffraction d'onde.

Matthias BARAY (matthias.baray@cea.fr)
Emanuele ARCESE (emanuele.arcese@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

Le CEA développe un code de calcul permettant de résoudre des problèmes de diffraction d'ondes électromagnétiques en régime harmonique. Ces problèmes sont résolus par la méthode de représentation intégrale qui consiste à reformuler le problème aux limites initial (volumique) en une équation intégrale posée sur la surface de l'objet diffractant. Cette formulation (intégrale) est non locale et sa discrétisation impose de résoudre un système linéaire plein. Actuellement, le code du CEA est basé sur une méthode d'éléments finis de frontière de type Raviart-Thomas de plus bas ordre et requiert alors un maillage fin de la géométrie pour atteindre une grande précision sur la solution. Afin de réduire les coûts calcul, il est nécessaire de réduire le nombre d'inconnues du système à résoudre et donc de disposer d'une discrétisation avec un taux de convergence élevé. De nombreux travaux ont été dédiés à la recherche de fonctions de base d'ordre élevé : on peut citer, par exemple, la première famille de Nédélec généralisant les Raviart-Thomas de plus bas ordre à un ordre quelconque. Lors de ce stage, nous porterons un intérêt particulier à ces fonctions de base et notamment aux travaux de Graglia et al. qui ont proposé une méthode de construction simple de cette famille.

Les objectifs

L'objectif du stage sera donc d'implémenter ces fonctions de base dans le code existant afin d'améliorer la convergence du schéma de discrétisation. Après s'être familiarisé avec les équations intégrales et leur discrétisation par une méthode d'éléments finis de frontière d'ordre élevé, le stagiaire devra s'attaquer aux calculs des intégrales singulières inhérentes aux opérateurs intégraux. In fine, il sera demandé de réaliser une étude de la précision et de la performance de ce nouveau schéma de discrétisation sur des benchmarks de diffraction électromagnétique.