

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Préconditionneurs multi-domaines/multi-méthodes pour la résolution efficace de problèmes de diffraction d'onde en électromagnétisme

Référence : **SNA-DTIS-2023-10**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2023

Date limite de candidature : 01/08/2023

Mots clés équations intégrales, méthode des éléments finis, méthode multipôle rapide, H-matrix, préconditionneur, calcul intensif, calcul parallèle, électromagnétisme, diffraction d'onde

Profil et compétences recherchées

Formation de base (théorique et appliquée) en méthodes numériques pour la résolution des équations aux dérivées partielles. Goût pour la programmation et les problématiques relatives au calcul haute performance.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Le sujet de cette thèse concerne l'étude et la conception de nouvelles techniques de préconditionnement des grands systèmes linéaires issus de la discrétisation des équations de Maxwell en régime harmonique. Il est bien connu que la résolution de tels systèmes linéaires nécessitent des codes de calculs puissants. Le laboratoire d'accueil dispose en la matière d'outils et de méthodes éprouvées au premier rang desquels est un solveur FMM (Fast Multipole Method) multi-niveaux parallèle qui exhibe des performances au meilleur état de l'art. Cependant il ne couvre pas tous les aspects du problème et ses performances se dégradent en présence de cavités (entrée d'air moteur par exemple). Dans une telle situation, un solveur de type H-matrix est souvent préféré mais pose un problème de coût CPU et de consommation mémoire concernant l'assemblage du système linéaire (un ordre de grandeur / FMM). Un troisième outil à disposition du laboratoire est un solveur de nouvelle génération reposant sur un algorithme de compression tensorielle de type QTT (Quantized Tensor Train). Il est cependant limité au traitement de surfaces tensorisables par morceaux (réunion de plaques, cones, cylindre, etc.). Dans un tel contexte, une thèse récente menée au laboratoire a démontré que l'emploi conjoint de la FMM, pour comprimer l'équation à résoudre, et d'un préconditionneur, construit selon une technique dite BDM (Body Decomposition Method) utilisant le solveur QTT, conduit à une réduction très significative du temps de résolution (d'un facteur typiquement compris entre 2 et 7 selon les applications) comparé aux solveurs de production de l'ONERA. Le but de la thèse proposée est donc de poursuivre cet effort de recherche en visant une montée en TRL des techniques de préconditionnement à base de BDM. Il s'agira de concevoir un préconditionneur construit « par morceaux », reposant sur un traitement spécifique des différentes parties composant l'objet diffractant. Dans le cas d'un aéronef, par exemple, le préconditionneur BDM réalisera dans l'entrée d'air moteur une factorisation LU de l'équation au format H-matrix, sur les surfaces lisses de la cellule une régularisation de l'équation par analyse pseudo-différentielle, et sur les parties singulières ou complexes (arêtes, fentes, train d'atterrissage,...) une factorisation LU classique rendue possible par la taille réduite de ces parties comparée celle de l'avion. De façon générale, on cherchera à démontrer l'efficacité de ce préconditionneur pour le calcul de structures composées de matériaux complexes (surfaces rugueuses, plaques métalliques exfoliée, diélectriques,...) et/ou soumis à des excitations multi-fréquences. Bien qu'à visée applicative, cette recherche se prête aussi à des développements d'ordre théorique dans le domaine de l'analyse numérique et/ou du calcul pseudo-différentiel. Par conséquent, le sujet peut faire l'objet d'une répartition entre théorie et application modulable selon le profil et les goûts du candidat.

Collaborations envisagées

Le laboratoire d'accueil est en interaction forte avec le laboratoire de mathématiques appliquées de l'ONERA (LMA2S) duquel le doctorant pourra profiter.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'Information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Toulouse

Contact : David Levadoux

Tél. : 05 62 25 28 78 Email : david.levadoux@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : D. Levadoux

Laboratoire : IMT/EDP

Tél. : 05 62 25 28 78

Email : david.levadoux@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>