

# Sujet de Thèse

- **Titre** : Couplage d'un préconditionnement analytique avec des méthodes rapides pour une résolution par équations intégrales du problème de Maxwell en domaine extérieur.
- **Unités de recherche** : IRMAR UMR-6625, Rennes ; LAMFA UMR-7352, Amiens.
- **Thème** : Équations intégrales, méthodes itératives, analyse spectrale, analyse numérique, calcul scientifique.
- **Mots clefs** : Équations intégrales, équations de Maxwell, préconditionneurs analytiques, opérateur Dirichlet-to-Neumann, méthodes multipôles rapides, H-matrices.
- **Noms prénoms, et courriels des directeurs de thèse** :
  - ★ DARBAS Marion (LAMFA, Amiens),  
marion.darbas@u-picardie.fr
  - ★ DARRIGRAND Éric (IRMAR, Rennes),  
eric.darrigrand-lacarrieu@univ-rennes1.fr

## Objectif de la thèse

La résolution des problèmes de propagation d'onde en milieu extérieur, autour d'un objet diffractant, induit des difficultés numériques propres au caractère non borné du milieu extérieur. De nombreux outils sont développés et analysés pour pallier cette contrainte. Nous considérerons dans le cadre de ce projet de thèse une formulation par équation intégrale de surface. Cette approche offre l'avantage d'exprimer de façon équivalente le problème extérieur en une équation sur la surface de l'objet diffractant. Cependant, les propriétés mathématiques de ce type d'équations ne facilitent pas la résolution numérique : caractère non local des opérateurs intégraux, mauvais conditionnement des matrices obtenues après discrétisation. D'une part, des méthodes rapides (méthodes multiples rapides, H-matrices, méthodes d'ordre élevé) permettent de compenser le caractère global des opérateurs intégraux. D'autre part, des stratégies de préconditionnement (préconditionneurs analytiques, formulations intégrales bien conditionnées) améliorent les propriétés spectrales des opérateurs intégraux. Ce projet de thèse s'inscrit dans la continuité de travaux sur la considération combinée d'une méthode multipôles rapide et d'un préconditionneur analytique (basé sur une approche d'approximation locale de l'opérateur Dirichlet-to-Neumann) pour l'équation de Helmholtz tridimensionnelle [2]. Cette thèse portera sur les équations de Maxwell. Le doctorant effectuera une analyse spectrale de couplages méthodes rapides et préconditionneur analytique. Pour l'aspect préconditionneur, nous nous appuyerons sur les résultats établis dans [1]. Deux méthodes rapides seront considérées et comparées dans ce contexte : les méthodes multipôles rapides (FMM) et les H-matrices. Du point de vue de la mise en œuvre numérique, le doctorant contribuera au développement d'une bibliothèque numérique de méthodes rapides générique développée à l'IRMAR.

## Références

- [1] Marion Darbas. Generalized CFIE for the iterative solution of 3-D Maxwell equations. *Appl. Math. Lett.*, vol. 19, p.834–839, 2006.
- [2] Marion Darbas, Eric Darrigrand, and Yvon Lafranche. Combining analytic preconditioner and fast multipole method for the 3-D Helmholtz equation. *J. Comput. Phys.*, vol. 236, p.289–316, 2013.