

## Analyse d'un préconditionneur de décomposition de domaine à deux niveaux pour les équations de Maxwell harmoniques en milieux anisotropes

**Marcella BONAZZOLI**, Inria, ENSTA - Palaiseau  
**Patrick CIARLET**, POEMS, ENSTA - Palaiseau  
**Axel MODAVE**, POEMS, ENSTA - Palaiseau  
**Ari RAPPAPORT**, POEMS, ENSTA - Palaiseau

Nous considérons les équations de Maxwell harmoniques en milieux anisotropes (par exemple dans des matériaux composites ou stratifiés), discrétisées par éléments finis de Nédélec, ce qui conduit à de grands systèmes linéaires non hermitiens. Nous étudions la résolution de ces systèmes par GMRES préconditionné par une méthode de Schwarz additive à deux niveaux, et analysons la convergence à l'aide de bornes sur la norme et l'image numérique de l'opérateur préconditionné.

Notre analyse étend les résultats de Bonazzoli et al. [2], établis pour des coefficients scalaires, au cas de paramètres matériels tensoriels. Le cadre anisotrope requiert la modification de plusieurs aspects de l'analyse : adaptation des décompositions de Helmholtz discrètes à des produits scalaires pondérés, établissement de résultats de régularité dans des espaces anisotropes, et prise en compte de la perte de certaines propriétés d'orthogonalité. En particulier, le contrôle de l'image numérique nécessite des arguments supplémentaires ainsi qu'une hypothèse de régime plus restrictive.

Sous des hypothèses de résolution appropriées, nous obtenons des estimations de convergence pour GMRES dont les constantes dépendent explicitement de la fréquence, des paramètres de décomposition de domaine, ainsi que des contrastes d'anisotropie et d'hétérogénéité. Ces résultats fournissent un cadre d'analyse quantitatif mettant en évidence l'influence de l'anisotropie sur les performances des méthodes de Schwarz à deux niveaux.

- [1] M. Bonazzoli, P. Ciarlet, A. Modave, A. E. Rappaport. *Analysis of a two-level domain decomposition preconditioner for the time-harmonic Maxwell equations in anisotropic media*, 2026. HAL preprint 05572507.
- [2] M. Bonazzoli, V. Dolean, I. G. Graham, E. A. Spence, P.-H. Tournier. *Domain decomposition preconditioning for the high-frequency time-harmonic Maxwell equations with absorption*. *Math. Comp.*, **88(320)**, 2559–2604, 2019.