

# Une équation intégrale stabilisée pour la résolution itérative de problèmes de diffraction d'ondes électromagnétiques

Sophie BOREL, ONERA

David P. LEVADOUX, ONERA

François ALOUGES, Université Paris Sud XI

**Mots-clés :** Diffraction électromagnétique, équations intégrales, préconditionnement

Nous présentons une nouvelle équation intégrale dédiée au problème de la diffraction d'ondes électromagnétiques harmoniques par un corps parfaitement conducteur, qui, contrairement aux équations intégrales classiques, conduit directement après discrétisation à des systèmes linéaires bien conditionnés, propices à une résolution itérative rapide.

Au lieu de nous concentrer sur la conception d'équations en champs comme la plupart des travaux portant sur la stabilisation des équations intégrales, nous nous intéressons plutôt à une classe d'équations concurrentes un peu oubliées, les équations en sources. Nous proposons une nouvelle formulation appartenant à cette famille qui repose sur l'élaboration d'un potentiel de paramétrisation du champ électrique diffracté. Ce potentiel est choisi comme la combinaison de potentiels électrique et magnétique, ceux apparaissant dans l'équation en sources combinées (CSIE) classique [1], mais que nous couplons grâce à un opérateur au lieu de coefficients scalaires. L'équation ainsi obtenue peut alors être vue comme une généralisation de l'équation CSIE (nous la notons GCSIE pour *Generalized Combined Source Integral Equation*).

Ce formalisme est très général et dépend du choix de l'opérateur de couplage. Si celui-ci est choisi comme l'admittance extérieure à l'obstacle, alors l'opérateur sous-jacent à la GCSIE est simplement l'opérateur identité. Nous conjecturons donc que les systèmes linéaires dérivant de la GCSIE seront d'autant mieux conditionnés que l'opérateur de couplage sera proche de l'admittance. Nous présentons un modèle d'approximation de l'admittance particulièrement dédié au régime des hautes fréquences [2], qui repose sur la propriété bien connue des physiciens selon laquelle le phénomène de diffraction tend à se localiser avec la montée en fréquence. Nous proposons donc de construire un modèle approchant l'admittance de manière locale, en découpant la frontière en sous-surfaces comparables à des surfaces canoniques sur lesquelles l'admittance est connue explicitement. L'équation intégrale ainsi formée s'avère bien posée dans  $L^2$ , pourvu que la localisation soit correctement adaptée à la fréquence [3].

Les expériences numériques montrent que cette formulation conduit à des systèmes linéaires mieux conditionnés que les équations intégrales classiques, ce qui se traduit par une accélération de la résolution itérative des problèmes de diffraction [4].

## Références

- [1] J. R. MAUTZ, R. F. HARRINGTON, *A combined-source solution for radiation and scattering from a perfectly conducting body*, IEEE Trans. Ant. Prop., AP-27(4), 445–454, 1979.
- [2] S. BOREL, D. P. LEVADOUX, F. ALOUGES, *A New Well-Conditioned Integral Formulation for Maxwell Equations in Three-Dimensions*, IEEE Trans. Ant. Prop., 53(9), 2995–3004, 2005.
- [3] F. ALOUGES, S. BOREL, D. P. LEVADOUX, *A stable well-conditioned integral equation for electromagnetism scattering*, J. Comput. Applied Math., accepté pour la publication.
- [4] S. BOREL, *Étude d'une équation intégrale stabilisée pour la résolution itérative de problèmes de diffraction d'ondes harmoniques en électromagnétisme*, thèse de doctorat, Université Paris XI, 2006.

Sophie BOREL

ONERA, Département Électromagnétisme et Radar, Chemin de la Hunière, 91761 Palaiseau Cedex

David P. LEVADOUX – David.Levadoux@onera.fr

ONERA, Département Électromagnétisme et Radar, Chemin de la Hunière, 91761 Palaiseau Cedex

François ALOUGES – Francois.Alouges@math.u-psud.fr

Université Paris Sud XI, Laboratoire de Mathématiques, 91405 Orsay Cedex