

Optimisation de matière dans un électro-aimant

Patrice BOISSOLES, ENS Cachan, antenne Bretagne

Hamid BEN AHMED, ENS Cachan, antenne Bretagne

Mots-clés : optimisation de forme, algorithme génétique, équations de Maxwell

L'objectif de ce travail est la détermination de la forme optimale d'un électro-aimant servant à la réalisation de condensats de Bose-Einstein.

La méthode utilisée consiste à optimiser la distribution de matière (air, cuivre et fer) dans un maillage éléments finis fixe à l'aide de l'algorithme génétique NSGA-II (voir [1]). Pour déterminer le champ magnétique associé à une distribution de matière donnée, l'algorithme génétique est couplé à un code éléments finis utilisant la bibliothèque d'éléments finis MÉLINA (voir [2]). Pour des raisons de symétrie, nous considérons seulement le huitième de l'électro-aimant. Dans la partie inférieure du maillage, représentée en blanc sur la figure 1, nous imposons la présence d'air afin de permettre la réalisation des condensats de Bose Einstein. La fonction objectif que nous souhaitons maximiser est la norme L^2 du champ magnétique le long du bord bleu $[O\alpha]$.

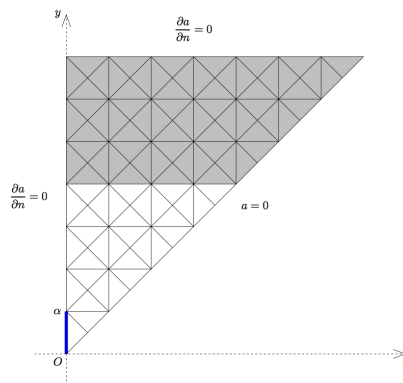


FIG. 1 - Conditions aux limites

L'algorithme utilisé a été validé par une série de tests qui ont également permis de définir la valeur optimale des probabilités de croisement et de mutation à utiliser (voir [3]). La solution optimale obtenue est représentée sur la figure 2. À titre indicatif, la figure 3 montre l'électro-aimant développé par l'équipe d'Alain ASPECT dans [4] (le cuivre est représenté en rouge, le fer en bleu et l'air en blanc). Précisons que l'équipe d'Alain Aspect avait d'autres contraintes dont nous n'avons pas tenu compte telles que la limitation en surface de cuivre, ...

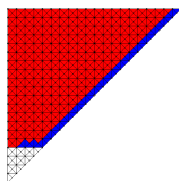


FIG. 2 - Notre solution optimale

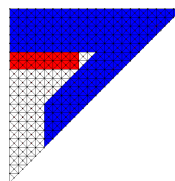


FIG. 3 - Équipe d'Alain Aspect

Actuellement, nous travaillons sur l'adaptation de la méthode à d'autres problématiques, et donc d'autres fonctions objectifs. Le deuxième axe de recherche consiste à modifier l'algorithme de façon à faire de l'optimisation de répartition : il s'agit d'utiliser les grandeurs continues densité de courant et perméabilité magnétique en remplacement de la grandeur discrète "nature du matériau".

Références

- [1] K. DEB, P. AMRIT, A. SAMEER, T. MEYARIVAN, *A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II*, IEEE Trans. Evol. Computat., Vol. 6, pp. 182-197, April 2002.
- [2] D. MARTIN, MÉLINA, *bibliothèque de calculs éléments finis*, <http://perso.univ-rennes1.fr/daniel.martin/melina/index.html>.
- [3] P. BOISSOLES, H. BEN AHMED, M. PIERRE, B. MULTON, *Optimization Material Distribution in Ferromagnetic Electromagnet*, IEEE Trans. and Monograph, ICEM 2006.
- [4] FAUQUEMBERGUE M. ET AL., *Partially Ferromagnetic Electromagnet for Trapping and Cooling Neutral Atoms to Quantum Degeneracy*, ArXiv Condensed Matter e-prints, July 2005.

Patrice BOISSOLES – patrice.boissoles@bretagne.ens-cachan.fr

IRMAR, ENS Cachan, antenne de Bretagne, Campus de Ker Lann, 35170 Bruz

Hamid BEN AHMED – Hamid.Benahmed@bretagne.ens-cachan.fr

SATIE, ENS Cachan, antenne de Bretagne, Campus de Ker Lann, 35170 Bruz