

Modélisation mathématique des spring magnets

Léa NICOLAS, Ecole polytechnique

François ALOUGES, Ecole polytechnique

Anne DE BOUARD, Ecole polytechnique

Benoît MERLET, Université de Lille

Mots-clés : équation de Landau-Lifschitz-Gilbert, homogénéisation stochastique, analyse numérique

Les caractéristiques recherchées dans un aimant sont, d'une part, une grande aimantation, et d'autre part, une forte capacité à conserver son aimantation malgré les perturbations extérieures, ce qu'on appelle la *coercivité*. Ainsi, les matériaux magnétiques se divisent en deux catégories : les matériaux *doux*, caractérisés par une grande *aimantation à saturation* (i.e. aimantation maximale), mais une faible *aimantation rémanente* (i.e. l'aimantation du matériau en l'absence de champ magnétique extérieur), ainsi qu'un faible *champ coercitif* (i.e. champ magnétique minimal qu'il faut appliquer au matériau pour qu'il perde son aimantation). L'approche la plus prometteuse et la plus active concernant la fabrication d'aimants performants est celle de nanocomposites qui comprendraient des phases de matériaux durs, couplées avec des phases de matériaux doux. Ce type d'aimant est appelé *exchange spring magnet*. À cause de leur processus de fabrication, les deux types de matériaux sont distribués aléatoirement à l'échelle nanométrique. Ainsi, dans notre modélisation de spring magnet, nous introduisons des coefficients aléatoires dans les différents termes de l'équation de Landau-Lifschitz-Gilbert, qui décrit l'évolution de champs de spin dans un continuum ferromagnétique.

Dans un premier temps, nous établissons, grâce à des outils développés par Zhikov et Pyatniskii dans [1], notamment la convergence double-échelle stochastique, que, à extraction près, les solutions faibles de cette équation convergent faiblement dans H^1 vers une solution faible d'une *équation homogénéisée*, dont les coefficients vérifient une équation aux dérivées partielles sur un espace de probabilités. Leur calcul approché fait l'objet de la deuxième partie de la modélisation. Nous investigons notamment des algorithmes multi-grilles.

Références

- [1] Zhikov, V.V., Pyatniskii, A.: Homogenization of random singular structures and random measures. *Izvestiya: Mathematics* **70**(1), 19–67 (2006)

Léa NICOLAS, CMAP, Ecole polytechnique, Route de Saclay 91128 Palaiseau Cedex
lea.nicolas@polytechnique.edu

François ALOUGES, CMAP, Ecole polytechnique, Route de Saclay 91128 Palaiseau Cedex
francois.alouges@polytechnique.edu

Anne DE BOUARD, CMAP, Ecole polytechnique, Route de Saclay 91128 Palaiseau Cedex
debouard@cmmap.polytechnique.fr

Benoît MERLET, LPP, CNRS UMR 8524, Université de Lille, F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France and Team RAPSODI, Inria Lille - Nord Europe, 40 av. Halley, F-59650 Villeneuve d'Ascq
benoit.merlet@univ-lille.fr