



AVIS DE PRESENTATION DE THESE EN SOUTENANCE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME NATIONAL DE DOCTEUR

Monsieur Mohamed OUHADAN

Présentera ses travaux intitulés :

« Homogénéisation, l'analyse mathématique et la simulation numérique de certains modèles issus de la micromagnétisme »

En cotutelle avec le MAROC

Spécialité : Mathématiques et applications

Le 15 novembre 2023 à 9h30

Lieu :

**Université de Moulay Ismail
FST Errachidia
BP 509 Boutalamine
52000 Errachidia – Maroc**

Composition du jury :

**Mme CHOQUET Catherine
Mme DONATO Patrizia
Mme LAZAAR Saiida
M. MOHA Hajjar
M. SAAD Mazen
M. SIDI AMMI Moulay Rchid
M. TILIOUA Mouhcine**

**Professeur, La Rochelle Université
Professeure, Université de Rouen
Professeure, ENSA Tanger, Maroc
Professeur, Université Moulay Ismaïl Errachidia, Maroc
Professeur, École Centrale Nantes
Professeur, Université Moulay Ismaïl Errachidia, Maroc
Professeur, Université Moulay Ismaïl Errachidia, Maroc**

Résumé :

Cette thèse se focalise sur l'analyse mathématique, l'analyse asymptotique et la simulation numérique de certains problèmes d'équations aux dérivées partielles issus de la modélisation en micromagnétisme. Une large partie de cette thèse est consacrée à des travaux en homogénéisation, s'attachant à établir rigoureusement des modèles dits effectifs permettant de substituer un problème posé dans un milieu homogène à un problème posé dans un milieu très fortement hétérogène. On s'attache au cas particulier où le passage d'une hétérogénéité à l'autre induit un défaut de transmission, matérialisé par un saut de la valeur de l'inconnue du problème. Ce saut est supposé proportionnel au flux traversant l'interface entre les deux hétérogénéités. Il est de plus pondéré par un coefficient dépendant de la taille des hétérogénéités. Dans tous les travaux présentés dans ce mémoire, l'influence de ce coefficient, donc du ratio entre les défauts de transmission et la taille des hétérogénéités est systématiquement étudié. La méthode privilégiée pour l'homogénéisation est celle de l'éclatement périodique initiée par D. Cioranescu, A. Dalmao et G. Griso.

Le premier cas d'étude est original dans le contexte du micromagnétisme. En effet, il s'agit d'un modèle de transmission de l'information dans un système dense de capteurs sans fil. Kalantari et Shayman ont proposé des méthodes de routage gouvernées par des modèles inspirés de modèles électrostatiques. En premier lieu, on montre que l'optimisation du transport de l'information dans le réseau, dans le cas où de plus on a des défauts de transmission identifiés, conduit à considérer une forme de modèle du micromagnétisme avec saut de l'inconnue. Par la suite, on s'est intéressé à l'adaptation du modèle introduit lorsque les défauts de transmission sont distribués périodiquement dans une partie du réseau et lorsque leur nombre croît asymptotiquement. Une procédure d'homogénéisation pour définir rigoureusement le modèle homogénéisé correspondant, est développée. Les résultats de convergence obtenus justifient l'efficacité du modèle dans la détermination du routage optimal dans le réseau, en prenant en considération sa vulnérabilité et la magnitude des défauts ou des attaques. On a donc mis en place des simulations numériques pour comparer le routage optimal dans les cas avec et sans défauts. Il s'est avéré que si les trajectoires sont calculées sans tenir compte des défauts de transmission, elles peuvent être très éloignées des véritables trajectoires optimal. Comme les défauts de transmission ne sont évidemment pas toujours prévisibles, on propose une nouvelle méthode de calcul des trajectoires, beaucoup plus robuste en cas de défauts de transmission, en superposant à l'approche précédente le problème de navigation de Zermelo. Le modèle est codé en revenant à l'équation Eikonale pour éprouver numériquement sa robustesse.

Le deuxième cas d'étude est l'homogénéisation de l'équation de Landau--Lifshitz--Gilbert dans un domaine ε -périodique composé de deux constituants, séparés par une interface non idéale au travers de laquelle on prescrit la continuité de la dérivée conormale et un saut de la solution, saut qui est proportionnel à la dérivée conormale. Les résultats sont encore obtenus par la méthode d'éclatement périodique. Mais pour gérer les non-linéarités on doit introduire des opérateurs d'extension appropriés afin d'identifier le problème limite lorsque ε tend vers zéro.

Finalement, le dernier chapitre de la thèse est consacré à l'analyse mathématique d'un modèle fractionnaire décrivant la transition de phase dans les matériaux ferromagnétiques en tenant compte de l'évolution tridimensionnelle des propriétés thermodynamiques

et électromagnétiques du matériel. En se basant sur la méthode de Faedo--Galerkin, on démontre l'existence et l'unicité globale de la solution faible du problème.