

**Ecole doctorale 305 « Energie Environnement »**

**AVIS DE PRESENTATION DE TRAVAUX  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT**

**Monsieur Abdelhamid MORJANE** soutiendra sa thèse le **13 avril 2026 à 14h00** au **Laboratoire PROMES Rambla de la thermodynamique, Tecnosud 66100 Perpignan, salle de conférence**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Physique**.

**TITRE DE LA THESE : SIMULATION DE L'HYSTERESIS DYNAMIQUE D'ASSEMBLEES DE NANOPARTICULES MAGNETIQUES : APPLICATION A L'HYPERTHERMIE**

**RESUME** : L'hyperthermie magnétique consiste à convertir en chaleur l'énergie magnétique absorbée par des nanoparticules magnétiques (NP) sous l'effet d'un champ extérieur oscillant. Compte tenu de l'échelle nanométrique mise en jeu, les dispositifs basés sur ce processus permettent d'obtenir une élévation de température à la fois ciblée et très localisée. Les applications se situent essentiellement en catalyse et en médecine pour le traitement de tumeurs cancéreuses. L'efficacité de l'hyperthermie est définie par le taux d'absorption spécifique (SAR) calculé par l'aire de la boucle d'hystérèse au cours d'un cycle ou par la partie imaginaire de la susceptibilité magnétique,  $\chi''(\omega)$ . L'objet de cette thèse est dans un premier temps de déterminer par simulations numériques le SAR d'agrégats et d'assemblées de NP en fonction de leur structure, à savoir fraction volumique, forme et taille, en vue d'une optimisation du SAR. Ces simulations feront appel à un schéma Monte Carlo dynamique permettant de suivre les états métastables. On examinera les méthodes de type time quantified Monte Carlo (TQMC) et Monte Carlo cinétique (KMC) dont les codes seront dérivés de la version utilisée pour les propriétés à l'équilibre. Dans un deuxième temps, on examinera des approches analytiques, essentiellement basées sur des développements en perturbation, valables a priori pour des interactions dipolaires faibles. Enfin, une étude du profil local de température sera envisagée, basée sur une équation de diffusion de la chaleur, faisant intervenir le SAR comme terme source et un coefficient de Newton pour le couplage NP/ matrice. La thèse se place dans le cadre d'un projet global financé par l'ANR et comprenant une partie expérimentale allant de la synthèse d'échantillons de NP aux mesures magnétiques et de SAR. En conséquence, une comparaison entre théorie et expériences est attendue.

**Directeurs de thèse :**

François VERNAY, PROcédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia  
Vincent Russier, - Institut de Chimie et des Matériaux - Université Paris-Est

**Laboratoire où la thèse a été préparée :** PROcédés, Matériaux et Energie Solaire

**Le jury sera composé de :**

- M. Denis Ledue, Professeur, Université de Rouen Normandie (**Rapporteur**)
- M. Florent TOURNUS, Chargé de recherche, Université Claude Bernard Lyon 1 (**Rapporteur**)
- M. François VERNAY, Professeur, Université de Perpignan Via Domitia (**CoDirecteur de these**)
- M. Vincent RUSSIER, Chargé de recherche, Université Paris-Est (**CoDirecteur de these**)
- M. Johannes RICHARDI, Maître de conférences, Sorbonne Universités (**Examineur**)
- M. Oscar Iglesias, Professeur, University of Barcelona (**Examineur**)
- M. Hamid Kachkachi, Professeur, Université de Perpignan Via Domitia (**Examineur**)