



Université Claude Bernard



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **25 octobre 2021**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur PALEO Charles**

Titre de la thèse : « *Influence de nano-inclusions de FeCo sur les propriétés magnétiques dures de FePt.* »

Étude d'un système modèle d'aimants nanocomposites »

Résumé



Il existe une demande croissante d'aimants permanents de plus en plus performants, notamment dans le domaine de l'énergie. Des calculs théoriques montrent que combiner une phase magnétique à forte aimantation avec une phase magnétique à forte anisotropie magnétocristalline dans un nanocomposite (NC) devrait permettre de doubler le produit énergétique des meilleurs aimants produits à l'heure actuelle, à base du composé intermétallique $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Néanmoins les études de tels NC sont encore loin des propriétés attendues, qui nécessitent une forte concentration en nano-inclusions douces réparties de manière homogène dans la matrice dure et un bon couplage d'échange à l'interface inclusion-matrice.

Dans ce travail de thèse, une synthèse de NC est réalisée par la technique de dépôt d'agrégats en faisceau de faible énergie, combinant des agrégats doux de Co de 7,9 nm de diamètre et une matrice réalisée à partir du dépôt alternatif de couches minces de FePt recuite afin d'obtenir la phase tétragonale L1_0 à forte anisotropie. Si le recuit permet l'obtention de la matrice ferromagnétique dure, il favorise aussi la diffusion à l'interface agrégat-matrice.

Une étude systématique de la structure a donc été réalisée. Les analyses EXAFS et de profil chimique EDX en TEM ont permis de révéler une interface diffuse, qui donne lieu à une structure cœur-coquille en matrice, le cœur demeurant de Co pur, la coquille étant une phase cubique douce $(\text{CoFe})_3\text{Pt}$ de type L1_2 et caractérisée par un gradient de composition.

Le lien entre la microstructure et les propriétés magnétiques a été établi, en s'appuyant notamment sur des mesures magnétiques locales de XMCD, et obtenues dans un dispositif d'effet Kerr à balayage. Les analyses magnétiques montrent clairement l'intérêt des NC, dont le champ coercitif est toujours supérieur à celui des films minces homogènes de Co/Fe/Pt de composition atomique identique. Les mesures XMCD montrent une évolution opposée des moments orbitaux et des moments de spin du Fe et du Co en fonction de la concentration en inclusions douces. Des analyses FORC réalisées dans un magnétomètre à SQUID confirment la coexistence de deux phases magnétiques, en accord avec les analyses de structures.