



DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **02 mai 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame DELAUNAY Clémentine**

Titre de la thèse : « *Développement de méthodes de caractérisation magnétique sous champs tournants et sous contrainte thermique* »



Résumé

Les machines électriques tournantes sont au croisement des politiques environnementales actuelles : la réduction de la consommation en énergies fossiles favorise la propagation des véhicules électriques en remplacement des véhicules thermiques, et la réduction de la consommation énergétique globale incite les gouvernements européens à réglementer le rendement minimal des moteurs électriques. L'amélioration de la conception et de la production des machines électriques est donc un axe de travail à la fois pour les industriels et pour les académiques.

Ces travaux, intitulés *Développement de méthodes de caractérisation magnétique sous champs tournants et sous contrainte thermique*, s'insèrent dans ces efforts en améliorant la connaissance des matériaux magnétiques doux indispensables pour réaliser ces machines électriques. Leur spécificité est de se placer au croisement de deux types de caractérisations magnétiques rarement exploitées ensemble : la mesure des propriétés magnétiques sous l'effet de champs tournants, et celle de l'impact de la température sur ces propriétés. Indépendamment, chacun de ces phénomènes altère le comportement des matériaux magnétiques, et donc celui de leurs applications, en agissant à la fois sur les pertes et sur la puissance magnétisante nécessaire.

Le faible nombre d'études existant à ce croisement s'explique notamment par les difficultés de la caractérisation sous champs tournants, qui procure des résultats peu répétables entre différents laboratoires et souffrent d'imprécisions importantes provenant de sources difficilement contrôlables. Le développement de telles méthodes de caractérisation a également été ralenti par les limitations de la modélisation des propriétés des matériaux magnétiques sous l'effet de champs vectoriels. Si les données issues de caractérisations sous champs tournants ne peuvent être injectées dans des modèles, leur utilisation se limite aux comparaisons entre différents matériaux. Néanmoins, le contexte environnemental appelle un regain d'activité dans ce domaine, et d'autres laboratoires s'intéressent actuellement spécifiquement aux caractérisations sous champs tournants et en température.

Ce mémoire développe les travaux réalisés au laboratoire Ampère pour la mise en place de ces caractérisations. Il retrace ainsi les principales étapes de la réalisation d'un banc développé spécifiquement pour ces travaux, depuis les choix de conception jusqu'à la réalisation finale, notamment en ce qui concerne la génération des champs, leur mesure et leur contrôle, le traitement des données et la mise en température. Le manque global de connaissance sur la mesure sous champs tournants a incité à porter une attention toute particulière à l'évaluation des performances du banc, au travers de comparaison à des simulations, des mesures unidirectionnelles et des résultats de systèmes de caractérisation similaires. Enfin, des résultats expérimentaux de propriétés magnétiques sous l'effet de champs tournants et en température sont présentés. Une quantification de l'évolution avec la température des pertes et de l'anisotropie observée des échantillons est proposée, assortie d'une analyse qualitative des résultats.