



Soutenance d'une thèse de doctorat
De l'Université de Lyon
Opérée au sein de l'INSA Lyon
La soutenance a lieu par visioconférence

Candidat	MME XIANG Ziyin
Fonction	Doctorant
Laboratoire INSA	LGEF
Ecole Doctorale	ED160 : ELECTRONIQUE, ELECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE
Titre de la thèse	« Enhancing Low-frequency Induction Heating Effect of Ferromagnetic Composites – toward Medical Applications »
Date et heure de soutenance	12/04/2021 à 9h00
Lieu de soutenance	Visioconférence

Composition du Jury

Civilité	Nom	Prénom	Grade / Qualité	Rôle
M.	DEMOLY	Frederic	Maître de Conférences HDR	Rapporteur
M.	GUIFFARD	Benoit	Professeur des Universités	Rapporteur
M.	SEBALD	Gaël	Professeur des Universités	Examinatrice
M.	DANIEL	Laurent	Professeur des Universités	Examineur
Mme	DELLA SHIAVA	Nellie	Docteur PH titulaire des Hôpitaux de Lyon	Examinatrice
M.	NARITA	Fumio	Professor	Examineur
M.	DUCHARNE	Benjamin	Maître de Conférences HDR	Directeur de thèse
Mme	LE	Minh-Quyen	Maître de Conférences	Co Directeur de thèse

Résumé

Les composites ferromagnétiques, matrices polymères renforcées de particules ferromagnétiques présentent un potentiel intéressant dans de nombreuses applications médicales. Dans cette thèse, nous nous concentrons particulièrement autour du Chauffage par Induction Basse Fréquence (CIBF) de cathéters ferromagnétiques, une méthode alternative pour l'ablation des varices. L'effet CIBF apparaît dès lors que le composite est exposé à un champ magnétique alternatif. Ce phénomène est principalement dû aux courants de Foucault dits "microscopiques" générés par les mouvements des parois des domaines magnétiques. En introduisant le cathéter à travers la varice endommagée et en l'excitant par un champ magnétique basse fréquence, haute amplitude, il est concevable d'atteindre une température suffisamment élevée pour guérir correctement la zone endommagée sans perturber les zones saines environnantes. Par comparaison aux traitements existants, la méthode CIBF est précise, économique et simple. En transférant la chaleur sans conduction, l'encombrement du cathéter est réduit et le procédé semble applicable même pour des veines très sinueuses. Des composites ferromagnétiques de différentes formes et fractions volumiques ont été fabriqués et testés grâce à un dispositif expérimental dédié. Différents paramètres (fréquence, pourcentage de particules...) ont été analysés afin d'établir la combinaison présentant la meilleure réponse thermique. Les propriétés physiques (perméabilité, conductivités électrique et thermique) ont également été caractérisées. Un modèle Comsol® combinant comportement ferromagnétique et thermique a été conçu afin d'améliorer la compréhension des phénomènes. Pour améliorer la conversion, des échantillons anisotropes ont été développés en imposant un champ magnétique statique dans la phase de solidification. Finalement, une imprimante 3D de type extrusion a été utilisée pour imprimer des échantillons de forme proche de celle d'un cathéter. Des spécimens isotropes et anisotropes ont été imprimés. Les réponses CIBF distinctes et marquées entre les différentes directions testées chez les échantillons anisotropes ouvrent la voie à d'autres applications médicales comme le suivi électromagnétique (navigation chirurgicale).