
Caractérisation de l'anisotropie d'un alliage de Cuivre-Argent réalisé par projection à froid sous hélium en tant que matériau structural pour la production de champs magnétiques intenses

Jay Olivier^{*†1}, André Sulpice², Christophe Verdy³, Yoann Danlos³, and Francois Debray¹

¹Laboratoire national des champs magnétiques intenses (LNCMI EMFL-CNRS, UGA, INSA, UPS) – Centre National de la Recherche Scientifique : UPR3228 – France

²Institut Néel (NEEL CNRS, UGA) – Centre National de la Recherche Scientifique : UPR2940, Université Grenoble Alpes [Saint Martin d'Hères] – France

³Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté (ICB - UTBM) – Centre national de la recherche scientifique - CNRS (France) : UMR6303, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard – F-90010 Belfort, France

Résumé

Sur son site de Grenoble, le LNCMI met à disposition de chercheurs du monde entier des champs magnétiques continus parmi les plus intenses au monde (jusqu'à 37 T en 2018) en utilisant des électro-aimants réalisés à partir d'alliages de cuivre. La partie centrale de ces aimants résistifs est composée d'un assemblage de 14 hélices découpées dans des cylindres réalisés par projection à froid sous hélium. Un courant d'une intensité maximale de 30 kA est injectée dans ces hélices afin de produire le champ magnétique. Les hélices ainsi préparées sont alors sujettes à de fortes contraintes mécaniques dues à la force de Laplace (500 MPa) et thermiques dues à l'effet Joule (flux de l'ordre de 5 MW.m⁻²).

Les domaines d'application du procédé de projection à froid sont majoritairement le dépôt de revêtements de faible épaisseur ou la réparation de pièces endommagées. Dans le procédé de projection à froid, l'agglomération des particules est obtenue grâce à la déformation à haute vitesse des particules lors de leur impact. La microstructure du matériau est alors déterminée par ces phénomènes de déformation. Nous avons considéré le procédé de projection à froid sous l'angle de la fabrication additive. Ainsi, en déposant un nombre important de couches sous atmosphère contrôlée, il est possible de produire des matériaux massifs caractérisés par un faible taux de porosité.

Comme pour tout procédé d'élaboration, il est important de qualifier le degré d'anisotropie des propriétés physiques résultant de l'ensemble des transformations thermomécaniques appliquées au matériau. Nous présentons la qualification de l'anisotropie d'un cylindre de CuAg obtenu par projection à froid en mesurant ses propriétés mécaniques et électriques.

Nous montrons que le procédé de projection à froid permet d'obtenir des propriétés mécaniques et électriques non dégradées quel que soit le diamètre moyen de cylindre considéré (de ~40 à ~400 mm), et qu'il est un moyen privilégié de fabrication de matériaux structuraux pour la production de champs magnétiques intenses.

*Intervenant

†Auteur correspondant: olivier.jay@lncmi.cnrs.fr

Mots-Clés: Cold Spray, propriétés mécaniques, propriétés électriques, alliage cuivre, argent