

# Mise au point de conducteurs électriques en cuivre par le procédé de fusion sélective par faisceau d'électrons (E-PBF)

**Alizée THOMAS**

Sous la direction de J.-J. Blandin et G. Martin

Co-encadré par G. Fribourg

**Lundi 15 Mars 2021 à 10h00**

Phelma Campus / visioconférence

## **Jury :**

BRIGITTE BACROIX, DR CNRS ILE-DE-FRANCE VILLEJUIF	Rapporteur
STEPHANE GODET, PROFESSEUR ASSISTANT UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES	Rapporteur
PATRICE PEYRE, DR CNRS DELEGATION ILE-DE-FRANCE VILLEJUIF	Examineur
LUC SALVO, PROFESSEUR DES UNIVERSITES GRENOBLE INP	Examineur

**Résumé :** Le cuivre pur est un matériau très souvent utilisé pour les conducteurs électriques du fait de son excellente conductivité électrique (entre 95 et 100\%IACS selon l'état métallurgique). Les technologies de fabrication additive suscitent aujourd'hui un très fort intérêt, en apparaissant comme une alternative aux approches conventionnelles de fabrication « soustractive ». Elles permettent notamment des gains de temps pour le développement de pièces prototypes, et offrent des libertés nouvelles dans le design de pièces, permettant ainsi d'améliorer leurs performances.

Dans ce travail, la technologie E-PBF (Electron Powder Bed Fusion ou E-PBF) a été privilégiée car elle permet notamment d'éviter la problématique de la réflectivité du cuivre au laser. Le cuivre a des conductivités électriques et thermiques très élevées, ce qui rend sa fusion particulière et ce qui implique d'adapter les paramètres du procédé pour fabriquer des pièces en cuivre par E-PBF.

Afin d'identifier les conditions de consolidation requises lors du préchauffage de chaque couche de poudre, une étude préliminaire est réalisée par dilatométrie. Une chambre de construction miniaturisée a été développée pour réduire la consommation de poudre utilisée lors des constructions. Une fenêtre procédé est ensuite identifiée à l'aide de plans d'expériences permettant de générer des échantillons en cuivre d'une densité relative supérieure à 99.9\% sans fissures. Des éprouvettes spécifiques avec des orientations de construction différentes sont réalisées afin d'évaluer les propriétés mécaniques et électriques. Des propriétés comparables à celles d'un cuivre pur recuit sont obtenues, tant d'un point de vue électrique (100\%IACS) que mécanique. Enfin, le concept de "métallurgie numérique" par E-PBF est mis en œuvre dans le cadre du cuivre. En effet, en contrôlant les paramètres du procédé et la forme du bain de fusion résultant, la microstructure peut être ajustée. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet FUI Ambition, soutenu par la BPI et les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Ile-de-France.