

Électropolissage vert des alliages de cuivre imprimés en 3D

Julymar Rodriguez¹, Oksana Banakh¹, Pierre-Antoine Gay¹, Tony Journot¹, Samuel Rey-Mermet¹, Jean Pralong¹
julymar.rodriguez@he-arc.ch

1) Haute Ecole Arc - Ingénierie HES-ARC, Neuchâtel

Abstract

Les alliages de cuivre, comme le laiton et le bronze, combinent résistance à la corrosion, conductivité thermique et électrique, ainsi que facilité d'usinage, ce qui les rendent des matériaux de choix pour de nombreuses applications industrielles. Traditionnellement employés dans des secteurs tels que l'horlogerie, l'électronique, l'aéronautique ou la mécanique de précision, ces matériaux peuvent aujourd'hui être élaborés par fabrication additive, ouvrant de nouvelles perspectives pour la conception de pièces complexes.

Des technologies telles que la fusion sélective par laser (Selective Laser Melting – SLM), permettent la réalisation de pièces en alliages de cuivre. Cependant, la présence de cuivre dans les alliages limite l'absorption de l'énergie et réduit l'efficacité du procédé en raison de sa forte réflectivité à la longueur d'onde du laser (~1000 nm). Cela entraîne la présence de poudre non fondue et d'une forte rugosité de surface. Ces contraintes imposent l'utilisation de méthodes de post-traitement supplémentaires afin d'améliorer la qualité finale des pièces.

Parmi les techniques de finition, l'électropolissage (EP) constitue une alternative efficace, en particulier pour les structures complexes et les composants de haute précision. Longtemps associé à l'utilisation d'électrolytes dangereux, ce procédé fait aujourd'hui l'objet de recherches visant à développer des solutions plus écologiques et non toxiques. C'est dans ce contexte que nos travaux proposent l'utilisation de solvants eutectiques profonds (Deep Eutectic Solvents – DES) comme alternative verte pour l'électropolissage d'alliages de cuivre fabriqués par impression 3D. Ces électrolytes, biodégradables et à faible coût, offrent des solutions respectueuses à la fois de la santé humaine et de l'environnement.

Cette étude vise à identifier, à l'échelle du laboratoire, les paramètres optimaux d'électropolissage permettant d'obtenir des surfaces à faible rugosité aux échelles macro- et microscopiques. Les pièces étudiées, fabriquées par impression 3D, possèdent des rugosités initiales relativement importantes ($R_a > 10 \mu\text{m}$). La température de l'électrolyte, la vitesse d'agitation et le potentiel de travail constituent les principaux leviers explorés pour l'amélioration des conditions opératoires. Les résultats obtenus pourraient constituer une étape clé vers l'intégration industrielle de méthodes de post-traitement plus durables.