

# ***Optimisation par voie métallurgique des performances mécanique et électrique d'alliages de métaux nobles***

**Solène IRUELA**

Sous la direction de Y. Champion, A. Antoni et F. Volpi

**Mercredi 3 février 2021 à 14h00**

SIMaP / visioconférence

## **Jury :**

M. Jean-Philippe Couzinié : MCF, Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est, Rapporteur  
M. Olivier Dezellus : MCF, Université Claude Bernard Lyon, Rapporteur  
Mme Muriel Veron : PR, SIMaP Phelma Grenoble INP Université Grenoble Alpes, Examinatrice  
M. Ludovic Thilly : PR, Université de Poitiers, Examineur  
M. Emmanuel Cini : Ingénieur Docteur, METALOR Technologies Electrotechnics France, Examineur  
M. Vincent Jarry : Ingénieur de Recherche, METALOR Technologies Electrotechnics France, Invité  
Mme Christine Bourda : Ingénieur Docteur, METALOR Technologies Electrotechnics France, Invitée

**Résumé :** La gamme de produits fils fins commercialisée par METALOR est basée sur des alliages d'argent, de cuivre et de palladium à hautes performances électrique et mécanique, à l'exemple du produit NOVAE1 qui présente une résistance mécanique de 1,3 GPa et une conductivité électrique de 17 % IACS. L'objectif de cette étude est de comprendre les mécanismes métallurgiques à l'origine de ces caractéristiques et de les mettre à profit afin de proposer une nouvelle gamme d'alliage à conductivité améliorée tout en conservant une résistance mécanique élevée. L'étude préliminaire menée sur le système binaire Cu-Pd met en évidence la présence de la phase  $\beta$ CuPd en-dessous de 600°C, dont la conductivité électrique est évaluée à 30 % IACS. Cette phase est mise en évidence expérimentalement dans le fil fin NOVAE1 et sa formation est associée à une augmentation de la conductivité de 8 % IACS. Ce pourrait donc être une réponse prometteuse pour le développement des nouveaux alliages. Des expériences ciblées ont été menées sur sept nuances d'alliages élaborés et recuits pendant plusieurs mois à 727 °C et 550 °C et caractérisés ensuite par microsonde, DRX et MEB. Ces nouvelles données permettent d'affiner la description thermodynamique du système ternaire Ag-Cu-Pd, en particulier de la lacune miscibilité, constituée des deux solutions solides cfc  $\alpha$ 1 et  $\alpha$ 2 et de l'extension de la phase  $\beta$ CuPd dans le système ternaire. La caractérisation multi-échelle du fin fil NOVAE1 met évidence la structure complexe, triphasée et nanostructurée de l'échantillon. Ces observations permettent la mise au point de modèles phénoménologiques des propriétés mécanique et électrique des fils en considérant une matrice constituée de phase  $\alpha$ 1 riche en Ag, associée à une phase molle dans laquelle sont incluses des domaines de phases dures riches en Cu et Pd,  $\alpha$ 2 et  $\beta$ CuPd. Les caractéristiques du fil sont ainsi évaluées en fonction de leur composition chimique. Cela met en évidence les paramètres clés du système : proportions de phases, tailles de grains, module élastique de la phase molle et propriétés électriques des phases.

