

Sujet de stage

Département Physique et Mécanique des Matériaux – Equipes PDP et PPNa

Etude des propriétés mécaniques de composites Cu/C élaborés par métallurgie des poudres

Encadrants :

- Véronique Gauthier-Brunet (50%) : DPMM-PPNa
- Anne Joulain (25%), Valérie Audurier (25%) : DPMM-PDP

Mots-clés : Composites à matrice métallique ; métallurgie des poudres ; caractérisation microstructurale ; propriétés mécaniques.

Sujet :

Dans un très grand nombre d'applications, les critères de sélection des matériaux sont d'excellentes propriétés mécaniques associées à une faible densité. Les performances désirées ne peuvent cependant pas toujours être atteintes à partir d'un seul matériau. On a alors recours à des matériaux composites qui résultent de l'association de deux (ou plusieurs) matériaux, présentant chacun au moins une des particularités requises et dont on espère qu'elle sera également caractéristique du multi-matériau obtenu. Les matériaux composites sont constitués d'une matrice et d'un renfort. La matrice, dont le rôle est complexe (*répartition des sollicitations mécaniques, protection contre la corrosion, conductivités électrique et thermique, facilité de mise en forme, tolérance à l'endommagement, tenue en fatigue...*), assure la cohésion d'un matériau de renfort dont la mission essentielle est de supporter les efforts mécaniques appliqués.

Le stage M2 portera sur les composites à matrice métallique, et plus spécifiquement sur la synthèse par métallurgie des poudres et l'étude des propriétés physiques de matériaux composites destinés au transport de l'énergie. Cette thématique, fortement interdisciplinaire, reliant les domaines de la science des matériaux et de la physique, met à profit les compétences complémentaires de deux laboratoires : l'Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux pour son expérience bien reconnue dans le domaine des matériaux composites, et l'Institut P' pour son expérience dans les domaines de la synthèse par métallurgie des poudres et de la caractérisation mécanique multi-échelles. Les multi-matériaux produits devraient intéresser les industries concernées par les aspects thermiques, électriques et mécaniques, notamment pour la production de matériaux de contact, de drains thermiques et de câbles. Dans ce contexte, les composites à micro-renfort carbone et à matrice cuivre apparaissent comme des matériaux de choix [Kuniya, 1987 ; Korab, 2002]. De nombreux auteurs ont montré que les conductivités thermiques et

électriques des composites Cu/fibres de carbone dépendent de l'orientation des fibres : les conductivités sont élevées dans la direction parallèle aux fibres, et faibles dans la direction perpendiculaire aux fibres ; les conductivités étant d'autant plus faibles que la teneur en fibres de carbone augmente [Kuniya, 1987 ; Korab, 2002]. Aucune étude ne fait référence à l'élaboration de composites Cu/fibre de carbone avec des fibres orientées aléatoirement dans le matériau. Favier et al. [Favier, 1997] ont étudié numériquement le seuil de percolation de fibres de cellulose au sein d'une matrice en latex. Ils ont montré que la fraction volumique critique de fibres correspondant au seuil de percolation est fonction du rapport de forme des fibres mais également de l'orientation de celles-ci.

Les composites à matrice cuivre et à renfort fibres de carbone seront produits par compression isostatique à chaud afin d'obtenir des micro-renforts orientés de manière aléatoire au sein de la matrice. Deux proportions volumiques de renfort seront étudiées (20 et 40%) pour se placer de part et d'autre du seuil de percolation mécanique. La microstructure et la chimie de la matrice seront finement caractérisées car elles jouent un rôle essentiel dans la résistance mécanique mais également au niveau des propriétés thermiques et électriques du matériau composite. Les propriétés mécaniques seront étudiées en relation avec la microstructure, à l'échelle macroscopique via des essais de compression. Ces propriétés seront comparées à celles de composites élaborés, lors d'un travail préliminaire, par compaction uniaxiale à chaud et au sein desquels les micro-renforts sont orientés perpendiculairement à l'axe de compression.

[Favier, 1997] V. Favier, R. Dendievel, G. Canova, J.Y. Cavaille and P. Gilormini. *Simulations and modeling of three-dimensional percolating structures: case of a latex matrix reinforced by a network of cellulose fibers*. Acta Materialia, 45 (4), (1997), pp. 1557-1565.

[Korab, 2002] J. Koráb, P. Štefánik, Š. Kavecký, P. Šebo, G. Korb. *Thermal conductivity of unidirectional copper matrix carbon fibre composites*. Composites Part A Applied Science and Manufacturing, 33 (4), (2002), pp. 577-581.

[Kuniya, 1987] K. Kuniya, H. Arakawa, T. Kanai and A. Chiba. *Thermal conductivity, electrical conductivity and specific heat of copper-carbon fiber composites*. Transactions of the Japan Institute of Metals, 28 (10), (1987), pp. 819-826.

Contacts :

V. Audurier : valerie.audurier@univ-poitiers.fr

V. Gauthier-Brunet : veronique.gauthier@univ-poitiers.fr

A. Joulain : anne.joulain@univ-poitiers.fr