



Sujet de thèse 2018

Nouveaux matériaux composites polymère à base de particules de diamant pour des applications à hautes performances thermiques et mécaniques

Le diamant est un matériau connu pour ses propriétés extrêmes, notamment sa dureté, sa conductivité thermique et sa résistivité électrique. Ces propriétés sont partiellement conservées lorsqu'il se présente sous la forme de particules nanométriques ou micrométriques, permettant ainsi la réalisation de systèmes composites polymère/particules de diamant à hautes performances thermiques et mécaniques. Outre leurs propriétés intrinsèques, ces particules de diamant présentent également certains avantages essentiels pour la réalisation de composites, à savoir (i) leur chimie de surface carbonée, qui permet de les adapter chimiquement à leur matrice par une fonctionnalisation de surface, (ii) la possibilité de les structurer en surface par différents types de gravure oxydante pour modifier leur forme ou leur rugosité (iii) une offre très élargie en taille de 5 nm à 50µm.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce sujet de thèse, qui vise à étudier en profondeur les possibilités offertes par le diamant sous forme de particules pour la réalisation de composites. Le travail abordera l'étude des interfaces diamant/polymère qui régissent en grande partie les propriétés thermiques et mécaniques des composites. L'influence de la morphologie des particules, de leur diamètre, de leur dispersion en taille, sera analysée. Une attention particulière sera portée sur la chimie superficielle des particules, en jouant sur différentes fonctionnalisations de surface (de la simple affinité hydrophile/hydrophobe ou de leur charge de surface, jusqu'au greffage sur les particules de monomères ou chaînes polymériques) afin de mieux contrôler leur insertion dans la matrice.

La synthèse des particules modifiées ainsi que la réalisation des composites seront effectués au Laboratoire Capteurs Diamant (Hugues Girard et Samuel Saada), qui possède le savoir-faire sur le matériau diamant et une plateforme de microscopie électronique et d'analyse chimique adaptée aux nano et microparticules. Le partenariat avec le LLB (Jacques Jestin) et SOLEIL (Thomas Bizien) permettra la caractérisation avancée des systèmes composites par les méthodes non destructives de diffusion aux petits angles et très petits angles de rayons X (SAXS/USAXS) et neutrons (SANS). En particulier, en SAXS, on pourra déterminer l'organisation locale du composite (dispersion, agrégation, forme, distances caractéristiques entre objets, ...) sur une gamme de taille allant du nm à quelques centaines de nm. Il sera également possible par cartographie 2D de mieux comprendre l'organisation du composite à plus grande échelle au repos mais également sous déformation. En adaptant les échantillons avec la deutération sélective des chaînes de polymère et/ou des particules de diamant, on déterminera en DNPA la morphologie des interfaces polymère-charges, c'est-à-dire leur degré de connectivité, la quantité et la conformation des interfaces. L'accès aux mesures de SANS se fera au LLB (spectromètre PA20) et par le biais de propositions d'expériences dans d'autres centres de neutrons tels que l'ILL (Grenoble) ou le FRMII (Munich). Le LLB dispose également d'un instrument SAXS de laboratoire (Xeuss 2.0) qui permettra de définir au préalable les conditions optimales des mesures sur le synchrotron Soleil (ligne SWING). Nous envisageons également de développer un environnement échantillon permettant d'évaluer *in situ* la conductivité thermique sous déformation par le biais d'une machine de traction adaptée à l'environnement de la ligne.

Direction et encadrement de la thèse : Jacques Jestin (Laboratoire Léon Brillouin) et Hugues Girard (Laboratoire Capteurs Diamant).

Employeur : CEA, lieu de réalisation de la thèse : CEA Saclay (Laboratoire Capteurs Diamant), Gif sur Yvette, France.

Prise de fonction : sept/oct 2018

Contacts:

jacques.jestin@cea.fr, hugues.girard@cea.fr

Domaine de recherche : matière ultra-divisée, physico-chimie des matériaux, chimie et nanosciences.

Profil du candidat : chimie des matériaux, avec si possible une expérience en nanosciences. Le candidat aura un goût prononcé pour l'expérimentation. Qualités souhaitées : esprit créatif - sens du travail en équipe - sens de l'initiative.