

Sonder la dispersion et l'interaction des nanotubes de carbone avec des matrices métalliques et polymères

L'incorporation de nanotubes de carbone (NTCs) dans des polymères et des métaux modifie leurs propriétés électriques, mécaniques et tribologiques. Les composites polymères-NTCs sont des matériaux prometteurs pour l'aéronautique alors que les NTCs dans les métaux peuvent améliorer leurs propriétés tribologiques. Une condition importante dans la fabrication des nano-composites est l'obtention d'une dispersion homogène des NTCs. De grandes variations dans la concentration des NTC conduisent à des variations non souhaitables des propriétés mécaniques et thermo-physiques. Les NTCs ont tendance à s'agglomérer en raison des interactions π - π et la flexibilité de ces longs tubes. Disperser des NTCs uniformément dans une matrice à l'échelle du micromètre reste difficile. La spectroscopie Raman est une technique particulièrement adaptée pour détecter la présence de NTCs et leurs interactions avec l'environnement. Un des objectifs de cette thèse est de montrer comment la spectroscopie Raman, en association avec d'autres techniques, peut être efficacement utilisée pour étudier les propriétés structurales et électroniques des nano-composites à base de NTCs. Dans la première partie de la thèse, l'interaction de l'acide sulfurique avec des tubes métalliques et semi-conducteurs est étudiée en utilisant la spectroscopie Raman résonante et la pression hydrostatique afin de mieux comprendre l'influence de transfert de charge sur les bandes spectrales. Dans la deuxième partie, les NTCs dans une matrice de cuivre (Cu) sont considérés. Pour mieux comprendre l'usure par frottement des NTCs à double paroi incorporés dans le Cu, nous utilisons la cartographie spectrale Raman qui fournit des informations sur la dispersion des NTCs et leurs dégradations après des tests d'usure. Nous avons développé une analyse d'image Raman qui fournit des informations statistiques sur la dispersion et la quantité NTCs dans la matrice métallique. La troisième partie aborde la question des NTCs dans une matrice polymère. Nous étudions la variation de la dureté de poutre en composite Poly (Ether Ether Ketone) PEEK contenant de 0,5-2% en poids de NTCs multi-paroi. Nous utilisons des histogrammes extraits des images Raman de l'intensité relative de la bande spectrale de D pour évaluer la quantité de NTCs et leur dispersion. Nous constatons que les variations de concentration des NTCs multi-paroi conduisent à des variations de dureté dans le composite polymère. Finalement, nous étudions la diffusion d'un polymère thermoplastique dans les NTCs agglomérées lorsque le recuit sur la surface d'une feuille de polymère, par imagerie spectrale Raman et par microscopie électronique à transmission. Sur la base des résultats expérimentaux, un modèle microscopique est proposé. Il explique la diffusion propre des NTCs dans une matrice polymère lors de recuit ainsi que la formation d'une interface abrupte entre la couche de diffusion et le polymère. Les mesures de transport électronique en fonction de la température et de la concentration en NTCs montrent une forte conductivité électrique compatible avec la formation d'un réseau percolant de NTCs.