

PROPRIETES MORPHOLOGIQUES MULTI-ECHELLES ET PREVISION DU COMPORTEMENT DIELECTRIQUE DE NANOCOMPOSITES

Maxime MOREAUD

Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris

Date de soutenance : 25 octobre 2006 10h.00

Lieu : Fontainebleau, grand amphithéâtre (bâtiment B)

Résumé

Les nanocomposites noir de carbone sont obtenus par la dispersion de charge de noir de carbone dans une matrice. En fonction des conditions de mélange, l'arrangement spatial de ces charges peut présenter des hétérogénéités à plusieurs échelles. Dans le but de prédire les propriétés effectives de ce type de composites (comme la permittivité diélectrique), il est nécessaire de connaître les propriétés des deux constituants (la charge et la matrice) ainsi que leur arrangement spatial. Pour mener à bien ce projet, nous avons développé une méthodologie générale en plusieurs étapes : la morphologie est modélisée par des modèles aléatoires multi-échelles permettant de tenir compte des hétérogénéités de la distribution des agrégats. L'identification du modèle est réalisée à l'aide de l'analyse d'images d'observation de coupes minces. Dans un deuxième temps, des simulations tridimensionnelles du modèle sont réalisées pour estimer le seuil de percolation des nanocomposites (chargés en noir de carbone ou en nanotubes de carbone), et pour prédire la permittivité diélectrique effective par homogénéisation numérique. Les fluctuations statistiques de la permittivité à petite échelle sont utilisées pour accéder à la notion de V.E.R. (Volume Élémentaire Représentatif). Cette approche morphologique est une première étape menant à l'optimisation des propriétés diélectriques effectives de nanocomposites.

La démarche a été appliquée à deux types de matériaux pour l'aéronautique utilisés par E.A.D.S..

Une étude portant sur la morphologie de catalyseurs à support de silice mésoporeux et nanoparticules de cérium a aussi été réalisée. Le but de cette étude est de comprendre et améliorer le procédé d'obtention de ces matériaux.



Collaboration :

Délégation Générale pour l'Armement
European Aeronautic Defence and Space Company
Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris
Centre des Matériaux, Ecole des Mines de Paris

Jury :

Rapporteur : **François CARMONA** (chercheur permanent, Centre de Recherche Paul Pascal, C.N.R.S. UPR 8641)

Rapporteur : **Karam SAB** (directeur du Laboratoire Analyse des Matériaux et Identification, E.N.P.C.)

Examinateur : **Gérard-Pascal PIAU** (ingénieur, E.A.D.S. C.C.R.)

Examinateur : **Alain PRIOU** (professeur des universités, Université Paris 10)

Directeur de thèse : **Dominique JEULIN** (professeur des universités, Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris)

Directeur de thèse : **Alain THOREL** (maître de recherche, Centre des Matériaux U.M.R. C.N.R.S. 7633, Ecole des Mines de Paris)