

Abstract

In the past decades, graphene and graphene-based two-dimensional (2D) materials have received increasing interest for various applications such as energy storage, conductivity materials, catalytic reactions, biotechnology, *etc.* Liquid-phase exfoliation (LPE) is one of the most promising techniques at the industrial scale. The resulting nanosheets colloidal solution can be easily applied as a starting material to the preparation of nanocomposites. Commonly, graphene can be slightly dispersed in specific organic solvents which are generally harmful to environment and difficult to be removed. However, due to its hydrophobic behavior, it is hardly dispersed in water. To circumvent this issue, the polymer assisting LPE has been investigated within this thesis. Using a polymer, like PolyVinyle Alcohol, as stabilizer not only helps graphene dispersion but allows at the same time to get a wearable and biocompatible composite matrix. Here, it was aimed to optimize the graphene/ polymer ratio via polymer concentration control. Understanding the assistance mechanism paths the way for any other 2D material/ polymer/ solvent system application. Besides, the oxidation degree of the graphene is another important factor impacting on the graphene dispersibility in water media. The affinity between the polymer coils and the graphene oxide forms a 3D network, causing the gelation with the increasing polymer concentration. By using a freeze-drying process, the resulting graphene oxide/ polymer aerogel can be obtained that shows interesting properties to be used as supercapacitor electrode.

Key words: graphene, graphene oxide, polymer, liquid-phase exfoliation, nanocomposite

Résumé

Au cours des dernières décennies, le graphène et ses dérivés, en tant que matériaux 2D, ont suscité un intérêt croissant pour diverses applications telles que le stockage de l'énergie, la catalyse, l'électronique ou encore la biotechnologie. Les solutions colloïdales de graphène exfolié représentent des « précurseurs » de premier choix pour la préparation de nanocomposites à base de graphène. L'exfoliation en phase liquide (LPE) reste l'une des techniques les plus prometteuses à l'échelle industrielle pour la production de telles solutions. Cependant, le caractère hydrophobe du graphène ne permet pas une exfoliation en solvant aqueux et ce n'est qu'en présence de solvants organiques, potentiellement nocifs et difficiles à éliminer qu'on arrive actuellement à le disperser en faible concentration. Pour contourner ce problème, nous avons étudié dans cette thèse un procédé d'exfoliation en phase liquide assisté par la présence d'un polymère, l'alcool polyvinylique (PVA). Le PVA utilisé comme stabilisateur, aide non seulement à la dispersion du graphène mais permet, dans le même temps, d'obtenir un matériau nanocomposite. Afin d'optimiser le rapport graphène/polymère et obtenir une dispersion fortement chargée en graphène il a été mené une étude sur la compréhension du mécanisme d'adsorption du polymère sur ces feuillets. Les résultats fondamentaux présentés en fonction de la concentration en polymère, permettent d'envisager la synthèse et l'utilisation de tout autre système matériau 2D / polymère/ solvant. Par la suite, le degré d'oxydation du graphène étant un autre facteur d'importance, son impact sur la dispersabilité du graphène dans l'eau a été étudié. L'affinité accrue des chaînes polymères pour le graphène oxydé provoque la gélification du réseau 3D avec l'augmentation de la concentration en polymère. Enfin, au moyen d'un procédé de lyophilisation, la préparation de plusieurs aérogels graphène oxydé/polymère ont été élaborés et il a été montré l'intérêt de ces matériaux comme électrode de supercondensateur.

Mots clés : graphène, graphène oxydé, polymère, L'exfoliation en phase liquide, nanocomposite