

Conformation des chaînes polymères dans des nanocomposites : un apport unique de la diffusion de neutrons

N. Jouault¹, M. K. Crawford², J. Jestin³, S.K. Kumar⁴

1 Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, Laboratoire PHENIX, Case 51, 4 Place Jussieu, F-75005, Paris, France

2 DuPont Central Research and Development, E400/5424, Wilmington, Delaware 19803, USA

3 Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, 91191 Gif-Sur-Yvette, France

4 Department of Chemical Engineering, Columbia University, New York, NY 10027, USA

Les matériaux nanocomposites, i.e. matrices polymères dans lesquelles sont dispersées des nanoparticules (NPs), présentent des propriétés mécaniques améliorées. Une des questions majeures qui se pose pour comprendre ces phénomènes de renforcement est de savoir si les NPs modifient la conformation des chaînes polymères, et, en particulier, de connaître l'influence de la taille des NPs, de leur fraction volumique et de la nature de l'interaction polymère/NPs sur le rayon de gyration (R_g) du polymère.

La Diffusion de Neutrons aux Petits Angles (DNPA) est la seule technique expérimentale permettant d'y répondre directement grâce à deux méthodes complémentaires de variation de contraste: le contraste moyen nul (CMN) ou l'extrapolation à concentration nulle. Ces deux approches reposent sur la possibilité via un mélange approprié de chaînes deutérées (D) et hydrogénées (H) « d'éteindre » le signal des NPs pour uniquement mesurer le facteur de forme d'une chaîne et ainsi remonter à son R_g en présence de NPs.

Pour ce mini-colloque nous allons présenter des résultats de DNPA en condition de CMN sur des nanocomposites à base de silice nanométrique^{1,2,3} (de rayon $R=6\text{nm}$) ou de polyhedral oligomeric silsesquioxane⁴ (POSS, $R=0.5\text{nm}$) dispersées dans des matrices de polyméthylméthacrylate (PMMA) ou de polystyrène (PS). Nous montrerons que la conformation des chaînes polymères n'est pas affectée par la présence de NPs, quelque soit le type et le rayon des NPs ou la nature de l'interaction polymère/NPs. Dans le cas du système silice/PS nous montrerons que l'extrapolation à concentration nulle est également adaptée aux systèmes nanocomposites et apporte des informations complémentaires au CMN comme le facteur de structure inter-chaîne³. Enfin, nous discuterons certaines particularités des spectres de diffusions dues à un changement de densité de longueur de diffusion du polymère qui s'explique, suivant la nature de l'interaction polymère/NPs, soit par *i*) l'existence d'une couche de polymère adsorbée à la surface des NPs² soit par *ii*) une zone de volume exclu autour des NPs³.

1. Jouault N., Dalmas F., Said S., Di Cola E., Schweins R., Jestin J., Boué F. *Direct measurement of polymer chain conformation in well-controlled model nanocomposites by combining SANS and SAXS*, *Macromolecules* 43, 9881-9891, 2010

2. Jouault N., Crawford M.K., Chi C., Smalley R.J., Wood B., Jestin J., Melnichenko Y.B., He L., Guise W.E., Kumar S.K.K. *Polymer chain behavior in polymer nanocomposites with attractive interactions*, *ACS Macroletters* 5, 523-527, 2016

3. Jouault N., Jestin J., *Intra and inter chain correlations in polymer nanocomposites: a SANS extrapolation method*, In preparation

4. Jouault N., Kumar S.K.K., Smalley R. J., Chi C., Moneta R., Wood B. Salerno H., Melnichenko Y.B., Guise W.E., Crawford M.K., *Unperturbed polymer chain conformation in polymer nanocomposites containing very small nanoparticles*, In preparation