



HAL
open science

Une nouvelle méthode pour étudier la diffusion et la nanomécanique des polymères nanoconfinés dans des nanoparticules

Mohamed Yousfi, Lionel Porcar, Yahya Rharbi

► **To cite this version:**

Mohamed Yousfi, Lionel Porcar, Yahya Rharbi. Une nouvelle méthode pour étudier la diffusion et la nanomécanique des polymères nanoconfinés dans des nanoparticules. Colloque National du Groupe Français d'études et applications des polymères, Nov 2008, Lyon, France. hal-00509953

HAL Id: hal-00509953

<https://hal.science/hal-00509953>

Submitted on 17 Aug 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Une nouvelle méthode pour étudier la diffusion et la nanomécanique de polymères nanoconfinés dans des nanoparticules

Mohamed Yousofi¹, Linoel Porcard², Yahya Rharbi^{1*}

¹ Laboratoire de Rhéologie, UJF/INPG/CNRS, BP 53, Domaine universitaire 38041, Grenoble, France

² Institut Laue-Langevin, BP 156 38042, Grenoble, France.

Durant la dernière décennie, de nombreuses études ont visé à comprendre comment l'environnement des chaînes polymères modifie leur dynamique, leurs propriétés nanomécaniques et plus particulièrement leur température de transition vitreuse (T_g) notamment en milieu confiné.¹⁻⁵ Les résultats de spectrométrie « Brillouin Light scattering » de Dutcher et al.², et d'ellipsométrie de Keddie et al.³ sur des films ultraminces de polystyrène (PS) autosupportés ou sur des substrats solides¹⁻² suggèrent que la T_g du PS (100°C en volume) diminue avec la diminution de l'épaisseur des films pour $h < 50$ nm jusqu'à atteindre $T_g = 40$ °C pour $h \sim 20$ nm dans le cas de films autosupportés. Récemment, certaines études et notamment celle de McKenna et al.⁴ ont proposés la méthode de « soufflage des nano-bulles » pour étudier le comportement nanomécanique et rhéologique des films ultra-minces de polymères.

En revanche, une description fondamentale des propriétés nanomécaniques des polymères nanoconfinés reste incomplète et un nombre de réponses reste attendu. La majorité des recherches expérimentales qui se focalisent sur l'effet du confinement des polymères, sur la T_g et les propriétés nanomécaniques a été réalisé sur les films minces, alors que dans plusieurs applications les polymères peuvent être confinés dans différentes géométries ; sphères ou cylindres (nanoparticule, fibre). Malgré que ces géométries aient un rôle important dans différentes applications (revêtements aqueux, nanocomposites, nanoblends,...) peu d'intérêt leur a été dédié.⁵

Dans ce travail nous proposons une nouvelle méthode pour étudier la dynamique et les propriétés nanomécaniques des polymères nanoconfinés dans des nanoparticules (Schema 1). Des nanoblends de PS/PBMA sont fabriqués à partir de mélange de suspensions aqueuses de polystyrène et de PBMA réticulée. Les films sont fabriqués par évaporation des suspensions à température plus basse que la T_g du PS et plus élevée que la T_g du PBMA. Dans ces conditions les particules de PBMA se déforment autour des particules vitreuses de PS qui restent sphériques (Schéma 1). Après recuit des films au dessus de la T_g du PS, les particules de PBMA redeviennent sphériques sous l'effet des contraintes élastiques emmagasinées. Les particules de PS ainsi se déforment sous l'effet des contraintes exercées par les particules de PBMA élastiques. La déformation des nanoparticules de polystyrène est alors mesurée au moyen de la diffusion de neutrons aux petits angles (Figure 1).

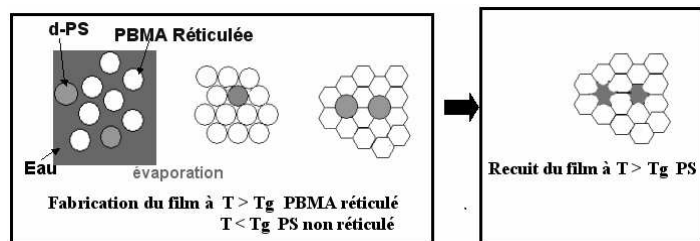


Schéma 1. Description de la procédure expérimentale

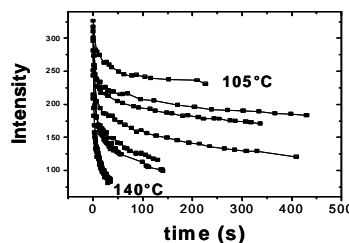


Figure 1. Évolution temporelle de la forme d'une nanoparticule de polystyrène de 80 nm

1. Alcoutlabi M.; and McKeena G.B.; *J. Phys.: Condens. Matter* **2005**, *17*, 461.
2. Forrest, J. A.; Dalnoki-Veress, K.; Stevens, J. R.; Dutcher, J. R. *Phys. Rev. Lett.* **1996**, *77*, 2002.
3. Keddie, J. L.; Jones, R. A. L.; Cory, R. A.; *Europhys. Lett.* **1994**, *27*, 59.
4. O'Connell, P.A.; McKenna, G.B. *Science*, **2005**, *307*, 1760.
5. Rharbi, Y. *Phys. Rev. E* **2008**, *77*, 031806.