
Organisation de particules plasmoniques dans des matrices polymère nanostructurées pour le contrôle de propriétés optiques

Clémence Tallet¹, Julien Vieaud², Olivier Merchiers³, Anitha Kumar⁴, Frédéric Nallet⁵, Ashod Aradian⁶, and Virginie Ponsinet^{*7}

¹Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

²Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

³Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

⁴Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

⁵Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

⁶Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

⁷Centre de Recherche Paul Pascal (CRPP UPR8641) – Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, CNRS – France

Résumé

Des techniques de fabrication "bottom-up" sont aujourd'hui envisagées pour la fabrication de matériaux fonctionnels nanostructurés, et en particulier pour des systèmes nanophotoniques et des métamatériaux. Ces approches présentent les avantages de générer des matériaux tridimensionnels et de manipuler des nano-résonateurs de taille nanométrique. La nanochimie et l'auto-assemblage apparaissent ainsi des outils de fabrication potentiels. Parmi les systèmes auto-assemblés, les copolymères à blocs sont particulièrement intéressants. Constitués de deux chaînes macromoléculaires de nature distincte attachées ensemble, ils présentent des structures spontanées à l'état solide avec de l'ordre à longue portée et des périodes caractéristiques modulables entre 10 et 50 nm. En particulier, des structures de lamelles alternées et de cylindres organisés en réseau hexagonal sont décrites dans de nombreux systèmes. Ce sont, cependant, des matériaux organiques présentant des propriétés optiques non remarquables. Ils doivent donc être considérés comme des 'templates' utilisés pour organiser des entités actives. Nous considérons comme entités actives des nanoparticules présentant une résonance plasmonique. Les progrès récents de la chimie des nanoparticules en voie solvant ont permis des améliorations significatives du contrôle qu'on peut obtenir en terme de leur composition, chimie de surface, taille et propriétés. Dans notre étude, des nanoparticules d'or sont incorporées dans des matrices polymères de différentes nanostructures. Nous souhaitons corrélérer la nature, la densité et l'organisation spatiale des particules

*Intervenant

avec les propriétés optiques des nanocomposites obtenus. Deux systèmes expérimentaux distincts sont considérés. Dans le premier, des nanosphères d'or sont dispersées sans organisation dans des films minces de polymère déposés sur des wafers de silicium ou des lames de verre. On fait varier la fraction volumique d'or et l'épaisseur des films. La structure des films est étudiée par microscopie à force atomique et par réflectivité des rayons X. Dans le second système, des nanosphères d'or sont incorporées, à fraction volumique variable, dans les nanodomains d'une phase lamellaire de copolymère à blocs. Des échantillons volumiques sont étudiés par diffusion des rayons X aux petits angles et par microscopie électronique en transmission. Les échantillons en films minces sont étudiés en réflectivité des rayons X et microscope à force atomique. L'étude structurale détaillée des systèmes a pour but de valider le contrôle de la densité et de l'organisation des particules. Les propriétés optiques des nanocomposites sont étudiées par spectrophotométrie et ellipsométrie spectroscopique. Les indices de réfraction obtenus dans les domaines visible et infrarouge, sont confrontés à des modèles de milieu effectif, prenant en compte les propriétés appropriées des nanoparticules, ainsi que des effets de substrat. Remerciements – Ce travail bénéficie du soutien de la Région Aquitaine, de l'Agence Nationale de la Recherche (NANODIELLIPSO, ANR-09-NANO-003), du 7ème "Framework Programme" de l'Union Européenne (FP7/2008, numéro d'agément 228762, METACHEM) et du GIS-Advanced Materials In Aquitaine (action Self-Assembled MetaMaterials).

Mots-Clés: auto, assemblage, nanocomposites, nanoparticules, copolymères à blocs, plasmon