

PROPOSITION DE THESE 2008

Synthèses et caractérisations de copolymères à blocs fonctionnalisés en vue d'application aux cellules photovoltaïques organiques

Equipe multi-laboratoires « Electronique Plastique »

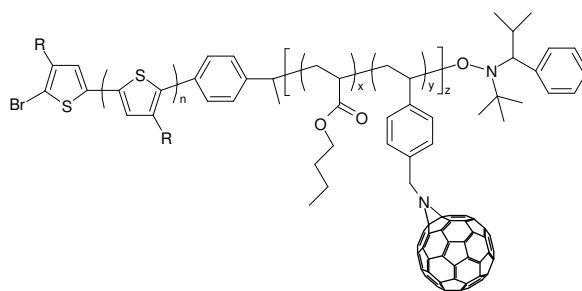
**Laboratoire d'Ingénierie des Polymères pour les Hautes Technologies (LIPHT)
Université de Strasbourg
Institut d'Electronique du Solide et des Systèmes (InESS)**

Contexte scientifique

Le rendement de conversion énergétique record obtenu par une cellule photovoltaïque à base d'un mélange polymère semiconducteur / fullerène a augmenté considérablement au cours des deux dernières années. Il est proche aujourd'hui de celui des cellules à base de silicium amorphe et rend plausible la perspective d'une application à grande échelle de cette technologie. La stabilité des dispositifs actuels reste cependant encore insuffisante et constitue l'un des principaux verrous technologiques à résoudre. La dégradation prématurée des cellules polymères peut être d'origine chimique (réaction entre le polymère et l'oxygène ou la vapeur d'eau, oxydation des électrodes,..) ou physique (modification morphologique du film organique). L'encapsulation des dispositifs devrait permettre d'éviter la dégradation chimique quelque soit le matériau polymère, alors que la stabilité physique est liée à la composition de la couche active. Dans le procédé standard actuel, celle-ci est formée d'un simple mélange de deux constituants organiques : un polymère conjugué donneur d'électrons (par exemple du polythiophène) et une petite molécule à forte affinité électronique (généralement un dérivé soluble du fullerène). Lors de la formation du film, la séparation de phase partielle entre ces deux matériaux génère des domaines respectivement donneur et accepteur d'électrons, dont la structure et les propriétés optoélectroniques sont déterminantes pour les performances du dispositif photovoltaïque. Pour atteindre un rendement de conversion élevé, les domaines doivent être de taille nanométrique (quelques dizaines de nanomètres) et avoir des mobilités électroniques suffisamment élevées (de l'ordre de $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$). L'évolution du mélange lors de l'utilisation du composant vers une séparation de phase plus prononcée (taille des domaines plus grande) est l'une des causes principales de l'instabilité des cellules photovoltaïques organiques. L'introduction d'un copolymère, constitué de deux blocs respectivement donneur et accepteur d'électron, comme surfactant au sein du mélange donneur/accepteur de la couche active est l'une des voies possibles pour contourner cette difficulté.¹ En réduisant l'énergie surfacique de l'interface donneur/accepteur, le copolymère stabilise le mélange tout en autorisant le mécanisme de transfert de charge à l'interface.

Objectifs du projet

L'objectif de cette thèse sera de mettre au point des copolymères d'architectures variables utilisables comme surfactants dans la couche active. L'accent sera mis sur l'influence de l'architecture sur le contrôle de la morphologie du mélange dans le but d'obtenir une microémulsion bicontinue.² Le système chimique de référence sera basé sur les polymères le poly(3-hexyl)thiophène (P3HT) et le fullerène. Les copolymères envisagés possèdent un ou plusieurs blocs « rigides » de polymère semi-conducteur (P3HT) et un ou plusieurs blocs « souples » (polyacrylates et dérivés), greffés avec des fullerènes.^{3,4,5} Le contrôle de l'architecture grâce à l'utilisation de techniques de polymérisation radicalaire contrôlée/ vivante' (ATRP et/ou NMRP). On partira notamment de copolymères di-blocs qui ont été récemment obtenus au LIPHT.



Par la suite on cherchera à synthétiser des architectures différentes telles que des copolymères greffés notamment. Ce travail de thèse comprendra dans un premier temps la mise au point de la synthèse des copolymères et de leur étude en tant que comptaibilisant de mélange dans la couche active. On regardera notamment l'effet sur la morphologie, puis sur les performances photovoltaïques.

Il s'agit d'un travail fortement pluridisciplinaire, menée au sein de l'équipe mixte constituée de chimistes et de physiciens. Une deuxième thèse sur le sujet débutera en même temps et portera sur la réalisation et la caractérisation des dispositifs. Les travaux d'analyses morphologiques seront menés en collaboration avec l'équipe « Structure et Transitions de Phase » de l'Institut de Chimie des Surfaces et Interfaces.

Compétences requises :

- Formation initiale en synthèse de polymères et/ou organique,
- Notions en physico-chimie des polymères,
- Notions sur les semi-conducteurs organiques,
- Indépendance, motivation forte et capacité à communiquer pour travailler à l'interface entre la recherche en chimie et en physique, goût pour l'expérimentation.

Envoyer CV, lettre de motivation et lettre(s) de recommandation par courriel à :

Cyril Brochon, Maître de conférences
Cyril.brochon@ecpm.u-strasbg.fr

Nicolas Leclerc, Chargé de Recherche CNRS
leclercn@ecpm.u-strasbg.fr

¹ R. Bechara, F. Richard, P. Lévêque, C. Brochon, N. Leclerc, T. Heiser, G. Hadziioannou, to be published.

² G. Fredrickson, F. Bates, *J. Pol. Science*, part B, **1997**, 35, 2775-2786

³ S. Barrau, T. Heiser, F. Richard, C. Brochon, C. Ngov, K. Van de Wetering, G. Hadziioannou, D. Ivanov, D. Anokhin, *Macromolecules*, **2008**, 41, 2701-2710.

⁴ N. Sary, L. Rubatat, C. Brochon, G. Hadziioannou, J. Ruokolainen, R. Mezzenga, *Macromolecules*, **2007**, 40 (19), 6990

⁵ F. Richard, C. Brochon, N. Leclerc, D. Eckhardt, T. Heiser, G. Hadziioannou, *Macromol. Rapid Comm.*, **2008**, 29, 885-891.