



ID de Contribution: 184

Type: Contribution orale

## Auto-organisation et dopage de films ultra-minces de polymères conducteurs

mercredi 5 juillet 2023 14:30 (15 minutes)

Le poly(3-hexylthiophène) (P3HT) régiorégulier est un polymère conducteur électronique rigide largement étudié pour la fabrication de transistors à effet de champ et de cellules photovoltaïques. Nous proposons de fabriquer des films ultra-minces (quelques nm d'épaisseur) de P3HT à l'interface entre l'eau et l'air, puis de les transférer sur un substrat solide à une pression de surface de 5 mN/m par la technique de Langmuir Schaefer inversée (LSI). Grâce à la diffraction rasante (GIXD) et la réflectivité des rayons X (XRR), nous avons pu montrer que le P3HT forme une bicouche organisée (structure edge-on) où une maille rectangulaire dans le plan horizontal a pu être déterminée, avec  $a=0.778\text{nm}$  et  $b=0.768\text{nm}$ . La direction  $a$  est associée à la chaîne principale du polymère alors que la direction  $b$  est associée à l'empilement  $\pi$ - $\pi$  des thiophènes entre les chaînes (Figure A).

La conductivité électronique des films épais à base de P3HT élaborés par spin-coating ou drop-casting augmente significativement après dopage (de  $\sim 10^{-4}$  S/cm à l'état neutre à  $\sim 10^{-1}$  S/cm à l'état dopé) par du chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) ou par du 2,3,5,6-tétrafluoro-7,7,8,8-tétracyanoquinodiméthane (F4TCNQ). Nous avons donc cherché à doper les films ultra-minces de P3HT étudiés de deux manières, soit après transfert sur substrat solide par trempage dans une solution de F4TCNQ ou de  $\text{FeCl}_3$  (dopage ex situ), soit avant transfert en déposant un film de P3HT mélangé au F4TCNQ (dopage in situ). Cette dernière méthode permet de contrôler la quantité de dopant dans le film.

La figure B montre que les films de P3HT non dopés possèdent une conductivité électronique de l'ordre de  $10^{-4}$  S/cm alors que celle des films dopés ex situ (au F4TCNQ ou au  $\text{FeCl}_3$ ) atteint 0.1 S/cm. La nature du dopant influe sur la cinétique de dédopage des films : avec le  $\text{FeCl}_3$  la conductivité après 24h atteint une valeur proche de celle des films non dopés alors qu'elle est atteinte après 72h avec le F4TCNQ. Pour les films dopés in situ au F4TCNQ, la conductivité augmente progressivement (non montrée) avec la quantité de F4TCNQ jusqu'à 34%mol où elle atteint une valeur équivalente à celle du film dopé ex situ. Ensuite, la conductivité diminue avec 50%mol en F4TCNQ. Ce résultat a été expliqué dans la littérature pour des films de P3HT élaborés via spin-coating par la saturation du film en F4TCNQ et par conséquent la diminution de la quantité des chaînes de P3HT conductrices.

Dans les films dopés in situ, l'évolution des spectres de XRR indique un épaissement des films de P3HT avec la quantité de F4TCNQ (Figure C). Les spectres de GIXD montrent que les pics de diffraction se décalent vers de plus grands  $q_{xy}$  lorsque l'on augmente la quantité de F4TCNQ, ce qui indique un léger rétrécissement de la maille dans le plan horizontal (Figure D). Nous concluons que le F4TCNQ s'insère uniquement dans le plan vertical, au centre de la bicouche, entre les chaînes latérales désorganisées du P3HT.

### Affiliation de l'auteur principal

CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces

**Auteurs principaux:** M. FERNANDEZ, Hugo (CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces); Prof. CANTIN, Sophie (CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces); Dr EL HAITAMI, Alae (CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces); Dr FONTAINE, Philippe (Synchrotron SOLEIL); FERNANDEZ, Hugo (Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces)

**Orateur:** M. FERNANDEZ, Hugo (CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Physicochimie des Polymères et des Interfaces)

**Classification de Session:** Mini-colloques: MC15 Matière molle : des concepts fondamentaux à la fabrication de systèmes originaux

**Classification de thématique:** MC15 Matière molle : des concepts fondamentaux à la fabrication de systèmes originaux