

2.9. SECOFLEX_

Titre : Utilisation de semi-conducteurs organiques en vue d'améliorer la réponse flexoélectrique de capteurs polymères souples

Porteur du projet : GUIFFARD Benoit

Laboratoire : IETR, Université de Nantes

Laboratoire associé : MOLTECH Anjou

Doctorante : Maria Saadeh

Encadrant : Directeur et co-directeur de thèse : P. Frère MOLTECH Anjou et B. Guiffard, IETR

Mots clés : Capteurs de grande déformation/courbure, polymères semi-conducteurs, films flexoélectriques, électro-déposition, permittivité

Verrous scientifiques ou technologiques levés :

Etat : Début en octobre 2018, Soutenance fin 2021

2.9.1. Résumé du projet

Le projet Secoflex s'inscrit dans la continuité du projet Flexo (2016) et s'intègre dans la thématique générale des capteurs flexibles, à base de polymères électroactifs comme matériaux de transduction. En particulier, l'objectif de Secoflex est de développer des films tout organiques présentant un couplage mécano-électrique linéaire pouvant offrir une alternative à l'effet piézoélectrique. Il s'agit d'exploiter l'effet flexoélectrique, peu étudié mais qui offre l'avantage d'être présent dans tous les diélectriques solides et qui correspond à l'apparition d'un signal électrique en réponse à un gradient de déformation dans la structure. La démarche des 2 partenaires du projet (IETR Nantes et MOLTECH Anjou) est donc d'améliorer le couplage flexoélectrique dans les films polymères afin d'augmenter leur sensibilité comme capteur de courbure en utilisant des molécules ou polymères semi-conducteurs à grande permittivité. Le principe consiste à exploiter la forte polarisabilité ionique et électronique de certains type polymères dits conjugués de manière à exalter la polarisation macroscopique induite par la courbure.

2.9.2. Résultats du projet

2.9.2.1. Résumé des travaux de thèse

Les premiers tests ont concerné les films polymères semi-conducteurs poly(3-hexylthiophène) (P3HT) et le mélange polymère/polyélectrolyte poly(3,4éthylènedioxythiophène)/Poly(styrènesulfonate) (PEDOT/PSS). Cette dernière formulation est en fait un semi-conducteur mixte ionique/électronique en raison de la coexistence du PEDOT oxydé en PEDOT⁺ et du contre-ion PSS⁻ dans le mélange en solution. Différentes épaisseurs de polymère ont été étudiées afin d'évaluer l'influence de ce paramètre sur la réponse flexoélectrique. La figure 16 présente en fonction de l'épaisseur les coefficients flexoélectriques mesurés pour les 2 polymères semi-conducteurs étudiés, ainsi que ceux de 2 polymères isolants dans la même gamme d'épaisseur : le polyuréthane (PU) et le polyfluorure de vinylidène (PVDF). Ces premiers résultats semblent conforter la démarche choisie dans le projet : les 2 polymères semi-conducteurs, en particulier le PEDOT/PSS, présentent des coefficients flexoélectriques environ 100 fois supérieurs à ceux du PU et du PVDF.

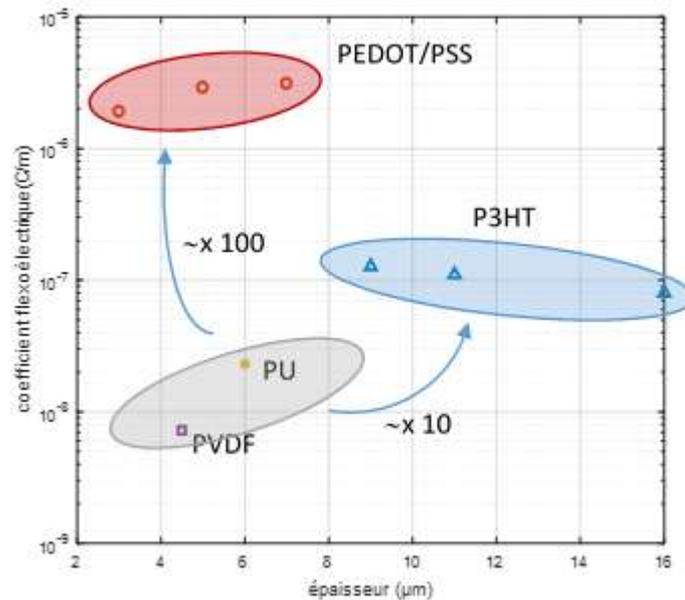


Figure 21. SECOFLEX Coefficient flexoélectrique des polymères étudiés en fonction de l'épaisseur

2.9.2.2. Publications

- Article dans une revue :

Saadeh, M, Frère, P, Guiffard, B. Revealing the flexoelectric-like response of poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate) thin films. Polym Adv Technol. 2020; 31: 2632– 2639

- Conférences :

Potentialities of flexoelectric effect in soft polymer films for electromechanical applications, B. Guiffard, M. Saadeh, P. Frère, R. Seveno, M.El-Gibari, T. Sghaier, V I Merupo, A. Kassiba, Dielectrics, 8-12 April 2019, Manchester, United Kingdom,

First evidence for flexoelectric responses for conjugated polymers.M. Saadeh, P. Frère and B. Guiffard SPIC2019, 7-11 octobre 2019.

2.9.2.3. Dissémination

2.9.2.4. Equipement et ressourcement

Co-Financement du doctorat de Maria SAADEH.

Achat de polymères semi-conducteurs, consommables (substrats, cibles de pulvérisation pour le dépôt des électrodes,...) et petits matériels pour le banc de mesure flexoélectrique. Prestations externes (séances de microscopie électronique, AFM). Participation à une conférence.

