

Photodétecteurs organique biodégradables – Damien Casals

Encadrement : Lionel Hirsch, Sylvain Chambon

Laboratoire IMS – Equipe ELORGA – Site ENSMAC

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme ANR DE-TECT, visant à repenser les architectures et les matériaux des photodétecteurs afin de réduire leur impact environnemental. Cette démarche répond à l'augmentation rapide des déchets électroniques, qui ont atteint **62 millions de tonnes** en 2022 et pourraient dépasser **82 millions de tonnes** par an d'ici 2030, alors que seulement **22.3% sont actuellement recyclés** [1].

C'est dans ce contexte que la thèse s'inscrit et se concentre sur la conception d'un photodétecteur capacitif utilisant un substrat actif fabriqué à partir de matériaux biodégradables. Une épaisseur cible de l'ordre de plusieurs micromètres devra être atteinte tout en garantissant que le **substrat biosourcé** soit flexible, transparent et homogène, c'est-à-dire exempt de défaut surfaciques. Des électrodes, interdigitées ou positionnées de part et d'autre du substrat, seront imprimées. La détection classique d'un photo-courant laissera place à la **détection photo-capacitive** puisque l'architecture du photodétecteur s'apparentera à celle d'un condensateur dont la capacité dépendra de l'épaisseur du substrat et de l'irradiance reçue.

L'objectif est de détecter une **variation de capacité sous illumination** avec un retour rapide, de l'ordre de quelques μs , après l'arrêt de l'éclairement. Cela nécessite une modification de la **permittivité diélectrique** au sein du substrat actif. La première approche repose sur la conception de **nanoparticules organiques semi-conductrices**, composées d'un matériau donneur et d'un matériau accepteur, ayant une morphologie de type cœur-écorce afin de favoriser la génération de porteurs de charges libres [2][3]. La seconde stratégie vise à élaborer des **molécules organiques** dont la durée de vie des états excités devra être comprise entre la μs et la ms pour favoriser la polarisation du substrat actif tout en garantissant un retour rapide à l'état fondamental [4][5]. Dans ces deux approches, une attention particulière est portée au procédé de fabrication des substrats biosourcés et à l'intégration des matériaux actifs afin de préserver leurs propriétés physiques et mécaniques. Les premiers travaux ont permis d'établir la faisabilité des substrats biosourcés et d'initier l'étude de la variation de la permittivité diélectrique sous illumination.

[1] Cornelis P. Baldé and al., "The Global E-Waster monitor 2024"

[2] S. Chambon, C. Schatz, V. Sébire, B. Pavageau, G. Wantz, and L. Hirsch, "Organic semiconductor core-shell nanoparticles designed through successive solvent displacements," *Mater Horiz*, vol. 1, no. 4, pp. 431–438, 2014, doi: 10.1039/C4MH00021H.

[3] A. Palacio Valera, C. Schatz, E. Ibarboure, T. Kubo, H. Segawa, and S. Chambon, "Elaboration of PCBM Coated P3HT Nanoparticles: Understanding the Shell Formation," *Front. Energy Res.*, vol. 6, p. 146, Jan. 2019, doi: 10.3389/fenrg.2018.00146.

[4] H. Yamashita and J. Abe, "Pentaarylbiimidazole, PABI: an easily synthesized fast photochromic molecule with superior durability," *Chem Commun*, vol. 50, no. 62, pp. 8468–8471, 2014, doi: 10.1039/C4CC03137G.

[5] S. Lee, M. Jen, K. Jeon, J. Lee, J. Kim, and Y. Pang, "Ultrafast Intramolecular Proton Transfer Reaction of 1,2-Dihydroxyanthraquinone in the Excited State," in *Photochemistry and Photophysics - Fundamentals to Applications*, S. Saha and S. Mondal, Eds., InTech, 2018. doi: 10.5772/intechopen.75783.