

Mobilité de trous hors du plan exceptionnellement élevée, mesurée pour des petites molécules solubles présentant une structure colonnaire originale

T. Han¹, B. Heinrich², I. Bulut³, S. Mery², N. Leclerc³, P. Lévêque¹, S. Fall¹, and T. Heiser¹

¹ ICube, Université de Strasbourg, CNRS UMR 7357, Strasbourg, France

² IPCMS, Université de Strasbourg, CNRS UMR 7504, Strasbourg, France

³ ICPEES, Université de Strasbourg, CNRS UMR 7515, Strasbourg, France

E-mail: tianyan.han@etu.unistra.fr

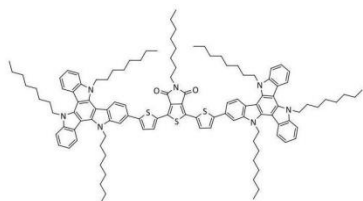


Fig.1 Structure chimique du TAT-TPDO-TAT.

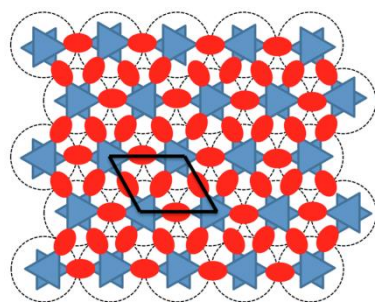


Fig. 2 Structure colonnaire idéale. Bleu: unité TAT; rouge: unité TPDO.

Les dispositifs photovoltaïques requièrent un bon transport de charge dans la direction transverse au plan du film de manière à extraire efficacement les charges photo-générées. Dans les systèmes organiques, le transport est en général très fortement anisotrope. De rares systèmes, tels que les polymères fluorés¹, présentent une orientation préférentielle de type « face-on » qui favorise le transport de charge dans la direction hors du plan. Dans la grande majorité des cas cependant, l'orientation moléculaire est telle que le transport de charges reste le plus efficace dans le plan du film, ce qui limite évidemment les performances photovoltaïques. La conception de systèmes moléculaires présentant une mobilité de charges élevée hors du plan est difficile à réaliser car les molécules conjuguées ont naturellement tendance à s'orienter de manière « edge-on » du fait de l'orientation privilégiée des chaînes alkyles aux interfaces

(substrat et air).

Dans cette contribution, nous présenterons les relations entre la structure et le transport de charges d'une molécule à caractère donneur d'électrons en forme d'haltère², constituée de deux plateformes triazatruxene (TAT) de part et d'autre d'un dérivé à base dethienopyrroldione (TPD) (Fig.1). L'analyse structurale de l'auto-assemblage de ces molécules (GIWAXS, microscopie optique polarisée et analyse thermique) sera corrélée à la mobilité des porteurs de charges mesurée dans des transistors à effet de champ (FET) et des dispositifs à courant limité par la charge d'espace (SCLC).

On montrera que ces molécules s'auto-assemblent en une phase colonnaire nématique où l'axe colonnaire est formé par l'empilement des plateformes TAT. Dans cette configuration, chaque molécule de TAT-TPD-TAT est ainsi reliée à deux colonnes adjacentes (Fig.2). Dans les films minces, les colonnes s'orientent parallèlement au substrat et une mobilité de trous dans-le-plan raisonnablement élevée (μ_h (FET) $\approx 10^{-3}$ cm²V⁻¹s⁻¹) a été mesurée. Cependant, une mobilité des trous hors-du-plan (i.e. perpendiculaire aux colonnes) exceptionnellement élevée (μ_h (SCLC) $\approx 0,2$ cm²V⁻¹s⁻¹) a également été mesurée. Cette dernière est proche de la valeur la plus élevée rapportée à ce jour pour le transport hors-du-plan dans les petites molécules organiques déposées par voie humide³. Ceci souligne un transport de charge inter-colonnaire efficace, car soutenu par la présence des ponts conjugués.

1. N. Leclerc, P. Chávez, O. A. Ibraikulov, T. Heiser and P. Lévêque, *Polymers*, 2016, 8, 11

2. T. Bura, N. Leclerc, R. Bechara, P. Lévêque, T. Heiser and R. Ziessel, *Advanced Energy Materials*, 2013, 3, 1118-1124

3. E. M. García-Frutos et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2011, 50, 7399–7402