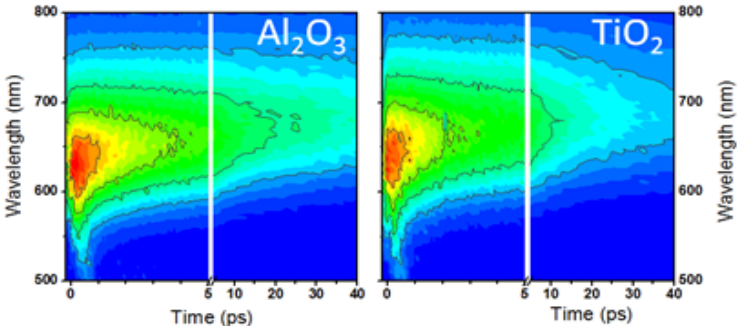
Institut Rayonnement Matière de Saclay
Brèves de l'IRAMIS
N° 293 - Décembre 2019 iramis-i.cea.fr

Le rôle de la relaxation électronique dans le processus d'injection de colorants organiques push–pull dans des cellules solaires à colorant

Thomas Gustavsson : tél : 01.69.08/93.09, thomas.gustavsson@cea.fr. Bruno Jousselme : tél : /91.91, bruno.jousselme@cea.fr

Les cellules solaires à colorant ont connu une progression fantastique en termes de rendement et de stabilité depuis leur introduction en 1991. Le développement de nouveaux colorants organiques de type "push-pull" (molécules contenant des groupements donneurs et accepteurs d'électrons) a permis, par exemple, la réalisation de cellules particulièrement économiques. Cependant, le mécanisme de séparation de charges de ces molécules est mal cerné. C'est pourquoi le détail de la dynamique particulièrement rapide des processus impliqués, de l'échelle sub-picoseconde à quelques centaines de picosecondes, fait l'objet d'études intenses.

Il a ainsi été rapporté que l'injection d'électrons depuis le colorant photoexcité vers la bande de conduction du semi-conducteur, se déroule sur une échelle de temps très courte (fs à ps). Or, ces mesures ont souvent eu lieu sur des échantillons modèles (films) et non pas dans des cellules fonctionnelles. Nous avons étudié un colorant "push-pull", la RK1, en solution, sur film et surtout dans des cellules complètes, par spectroscopie de fluorescence femtoseconde dans des conditions proches de l'illumination naturelle. Une comparaison entre un substrat semi-conducteur (TiO_2) et un substrat isolant (Al_2O_3) a permis d'évaluer la vitesse de l'injection d'électrons du colorant vers le support. Comme illustré dans la figure ci-contre, il n'y a pas de différence entre les dynamiques observées sur l'isolant et sur le semi-conducteur pendant les premières dizaines de picosecondes. Par conséquence, il n'y a pas de séparation de charges à cette échelle de temps. Notre étude démontre ainsi que la véritable séparation de charges, moins rapide qu'attendue, se déroule à une échelle de temps de plusieurs centaines de picosecondes.

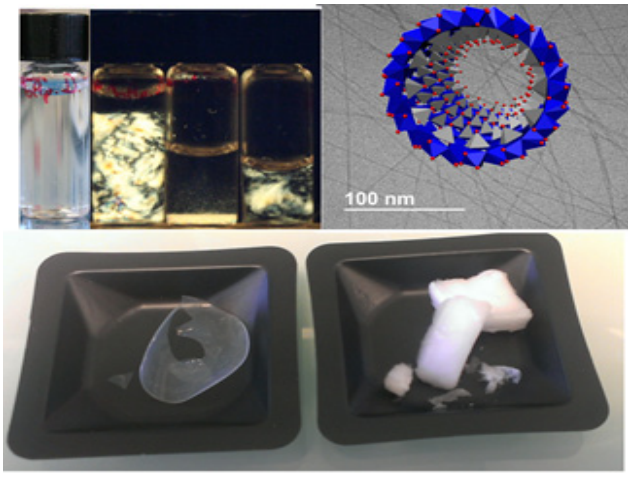


Spectres de fluorescence résolue en temps du colorant RK1 greffé sur Al_2O_3 (à gauche) et sur TiO_2 (à droite) dans une cellule complète.

Dix ans de recherche sur l'imogolite et toujours plus de perspectives de valorisation

Antoine Thill : tél : 01.69.08/ 99.82, antoine.thill@cea.fr

La première publication du NIMBE-LIONS sur les imogolites a plus de dix ans. Il s'agit d'une note au JACS envoyée en octobre 2009 pour la première observation des imogolites à deux parois. Depuis cette découverte, le laboratoire a produit de nombreuses avancées dans le domaine. Plusieurs méthodes de synthèse ont été découvertes et brevetées. Elles permettent d'obtenir des dispersions de nanotubes variés, stables, transparentes, qui forment des cristaux liquides à fortes concentrations. Différentes conditions de séchage permettent de produire des films minces transparents (nanopapier) ou des aérogels. Depuis quelques années, les modifications chimiques des parois internes et externes des nanotubes sont étudiées. Les travaux récents du laboratoire sur le greffage de la paroi externe mettent l'accent sur la stabilité des nanotubes lors du greffage, qui n'a pas été considérée avec suffisamment d'attention dans beaucoup de travaux précédents. En revanche, pour la modification de la paroi interne, il est possible de remplacer les groupements Si-OH qui tapissent l'intérieur du nanotube par des groupements Si-CH_3. Les nanotubes hybrides obtenus présentent des propriétés particulièrement intéressantes. Ils ont une très grande surface spécifique et une cavité accessible qui permet d'encapsuler de nombreuses petites molécules hydrophobes. Nous avons également découvert qu'il est possible de doper la surface interne avec quelques fonctions chimiques différentes du méthyl. Les recherches actuelles au LIONS tentent d'aller vers la conception de nanoréacteurs photoactivés, en exploitant les nombreuses modifications structurales et chimiques possibles. Depuis 2016, le LIONS dispose également d'une installation pilote, financée par le labex NanoSaclay, qui permet de produire ce matériau en grande quantité. Cette installation pilote permet de diffuser l'imogolite dans les laboratoires qui souhaiteraient l'étudier et ouvre la voie vers sa valorisation.



En haut à gauche : dispersion d'imogolite en lumière naturelle et polarisée. En haut à droite : image cryo-TEM d'imogolite et structure 3D. En bas : film mince et aérogel d'imogolite.