

## Colloque IVA : Imagerie et diffraction nanométrique

Liu C.-E., Todorova B., Beuvier, T., Cottineau T., Terrisse H., Richard-Plouet M., **BROHAN Luc**

Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN), CNRS UMR 6502, Université de Nantes, 2 Rue de la Houssinière, BP32229, 44322 Nantes, France

## Oxydes de titane nanométriques pour la conversion et le stockage de l'énergie solaire

A travers les récents développements des nanomatériaux et des nanotechnologies, de nouveaux concepts sont apparus pour la conversion et le stockage de l'énergie solaire (cellule de III<sup>ème</sup> génération, photobatterie). L'excitation d'un semi-conducteur par une lumière dont l'énergie est supérieure à son gap provoque un saut d'électron de la bande de valence à la bande de conduction créant ainsi une paire électron-trou. La séparation des charges photo-induites et par suite les réactions chimiques qui prennent place à la surface de l'oxyde sont au cœur du fonctionnement non seulement des cellules photo-électrochimiques pour la production d'électricité [1] et d'hydrogène [2] mais aussi des photocatalyseurs pour la dégradation des composés organiques [3] (purification de l'air, décontamination de l'eau) des propriétés super-hydrophiles [4] ou des systèmes photo-électrochromes [5]. Bien que la photochimie de  $TiO_2$  soit un domaine en pleine expansion tant en termes de recherche [6,7] que d'activité commerciale [8], plusieurs problèmes fondamentaux restent sans réponses [9]. Afin d'améliorer l'efficacité de  $TiO_2$ , il importe en particulier de réduire la cinétique de recombinaison de la paire électron-trou et d'étendre son domaine d'absorption dans la partie visible du spectre solaire. La vitesse de recombinaison des espèces photogénérées impacte directement la vitesse de la réaction photochimique qui intervient à la surface de l'oxyde. L'acquisition d'une meilleure compréhension des aspects fondamentaux qui relie le processus photo-électrochimique à la structure et à la composition chimique de l'interface adsorbat/oxyde, constitue actuellement le principal défi. Nous présenterons un bref aperçu des structures et propriétés physiques de nouveaux nanomatériaux à base de  $TiO_2$  [10,11,12]. Une attention particulière sera portée sur : (i) les procédés de chimie douce pour le contrôle de la polycondensation des oxydes à l'échelle du nanomètre, (ii) la mise en œuvre d'outils adaptés à leur caractérisation (XAS,  $^1H$  and  $^{13}C$  NMR, FTIR, Raman, RPE [13], XPS, HRTEM, RX), (iii) leurs propriétés photo-électrochimiques originales et leur exploitation pour le développement de cellules Photovoltaïques de III<sup>ème</sup> génération et de Photobatterie [14].

[1] B. O'Regan & M. Grätzel; Nature; 353, 1991, p.737

[2] Fujihisa, A.; Honda, K. Nature 238, 1972, 37.

[3] Blake, D. M., Technical report, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-510-31319, November 2001.

[4] R. Wang et al., Nature 388, 1997, 431.

[5] Granqvist, C.G. Handbook of Inorganic Electrochromic Materials, Elsevier Science, Amsterdam, 1995.

[6] Dielbold, U.; Surf. Sci. Rep. 48, 2003, 53.

[7] Al-Abadleh, H.A.; Grassian V.H. Surf. Sci. Rep. 52, 2003, 63.

[8] Mills, A.; Lee, S.-K. J. Photochem. Photobiol. A : Chem. 152, 2002, 233-247.

[9] Dresselhaus, M. ; Argonne National Laboratory ; Editor Publisher ; US dep. of Energy ; Chicago ; May 13-15, 2003.

[10] L. Brohan et al. French CNRS patent N° 0201055 (29/01/2002), International Publication N° WO 03/064324 A3 (07/08/2003), European (EP) CNRS patent n° 03 734 737.4 (14.01.2003), United States (US) CNRS patent n° 2007-0041890, (February 22, 2007), Japan (JP) CNRS patent n° 2003-563956 (03/08/2004)

[11] Chia-Erh Liu, Annabelle Rouet, Hari Sutrisno, Eric Puzenat, Hélène Terrisse, L. Brohan and M. Richard-Plouet, Chem. Mater., 2008, In press.

[12] L. Brohan et al. French CNRS patent priority N° 0305619 (09/05/2003), International Publication n° WO 2004/101436 A2 ( 25/11/2004), European patent (EP) n° 04 742 604.4 (24/11/2005), Japan (JP) CNRS patent n°2006-530327 (16/10/2006), United States (US) CNRS patent n° 018344/0578 (04/02/2006).

[13] T. Cottineau, L. Brohan, M. Pregelj, P. Cevc and M. Richard-Plouet, D. Arcon, Advanced Functional Materials, 2008, In press. [14] Cottineau, T. ; Richard-Plouet, M. ; Rouet, A. ; Puzenat, E. ; Sutrisno, H. ; Piffard, Y. ; Petit P.-E. ; Brohan, L. Chem. Mater. 20, 2008, 1421-1430.