

Proposition sujet de thèse pour une allocation ministérielle 2018

Titre français:

Croissance de nanostructures hybrides de TiO₂ en réacteur MOCVD pour des applications énergétiques.

Titre anglais:

Growth of hybrid TiO₂ nanostructures under MOCVD for applications in energy field

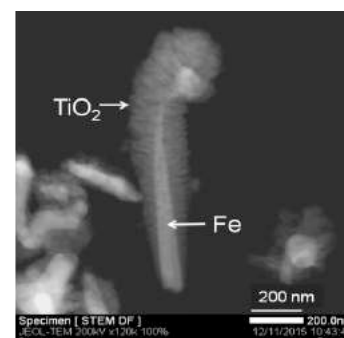
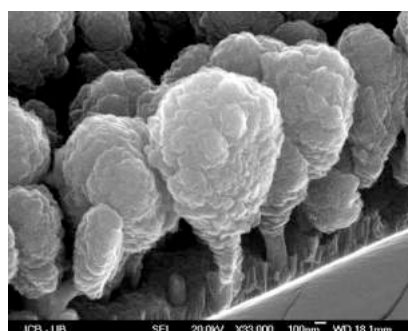
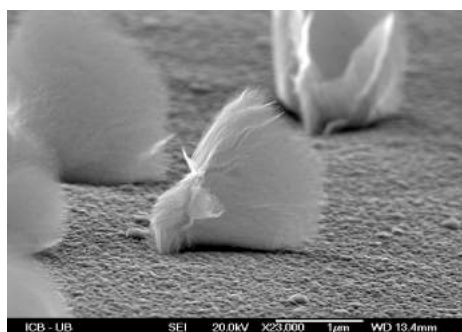
Directeurs de thèse :

Dr Denis Chaumont (MCF-HDR), ICB, Dijon, France ; (denis.chaumont@u-bourgogne.fr),
X, en discussion

Description du projet scientifique :

Situation du sujet :

Depuis une dizaine d'années nous étudions la croissance de nanostructures originales de TiO₂ par couplage des techniques colloïdales, de lithographie électronique et MOCVD. Nous avons obtenu ainsi des fils, des forêts de structures de type feuilles de TiO₂ (quelques nanomètres d'épaisseur présentant ainsi une grande surface spécifique), des surfaces nanostructurées superhydrophobes de TiO₂, des HétéroNanostructures COaxiales à cœur métallique (COHN TiO₂@Fe) ...



a) Nanofeuilles (10 nm x 2 µm x 2 µm) b) TiO₂ structuré superhydrophobe c) COHN TiO₂@Fe

Dans le cadre d'une thèse qui sera soutenue en décembre 2017 (Andreea Crisban, financement bourse du ministère de l'Education Nationale) nous avons accru la diversité des structures obtenues en faisant varier les paramètres expérimentaux ainsi que les catalyseurs moléculaires (metallocènes) et métalliques (sous-couches minces métalliques). La compréhension des mécanismes de croissances et l'établissement de modèles de croissance sont au cœur de ce travail de thèse. Nous avons pu identifier un paramètre majeur à l'origine de ces nanostructures : la présence d'un champ magnétique du fait du chauffage à induction.

La réactivité de ces nanostructures de TiO₂ est étudiée dans des cellules solaires à bas coût (Graetzel...). Nous avons également mis en évidence la complète insertion/relargage du lithium dans les structures de TiO₂ en test ainsi qu'une stabilité exceptionnelle aux cycles de charge/décharge pour des applications batteries au lithium.

Ce travail a bénéficié de deux financements complémentaires suite à des AAP :

- AAP « INP CNRS ENERGENCE 2016 », Projet « OGUM » (Oriented Growth Under Magnetic field),
Titre : Croissances cristallines orientées sous champ magnétique, Financement : aout 2016 – aout 2017.

- AAP « BQR ICB CS », Projet « TITANIUM-SC » ((TITAnia Nanowires Under Magnetic field, Solar Cells application), Financement : Mars 2016 - mars 2017.

Ces nanostructures de TiO_2 ont donné lieu à 16 publications dans des revues internationales et a été présenté dans 18 congrès internationaux et nationaux.

Objectifs de ce travail de thèse :

Les travaux concernés par cette demande de financement de thèse par une bourse du ministère de l'Education nationale, se proposent de poursuivre les travaux théoriques et expérimentaux décrits plus haut et d'aboutir au pré-développement de cellules solaires pour une unité autonome de production d'énergie électrique ou d'eau potable (purification).

- *Aspect théorique* : optimisation des modèle de croissance des structures originales feuilles et COHN $\text{TiO}_2@Fe$ puis extension à d'autres systèmes hybrides ; modélisation de la croissance cristalline sous champ magnétique étendue à d'autres milieux (milieux liquide) ; Photocatalyse et mécanisme de séparation de charges dans les systèmes hybrides tels que les cellules solaires à colorant organiques (Graetzel) ; Compréhension et optimisation des transferts de charges dans ce type de cellules à l'interface colorant/ TiO_2 et vers les électrodes (notamment par l'utilisation de COHN $\text{TiO}_2@Fe$) ...

- *Aspect application* : réalisation de cellules solaires de type Graetzel et autres cellules à base de TiO_2 à bas coût et écologiques ; développement d'autres dispositifs mettant à profit les propriétés photoélectriques, électriques, catalytiques du TiO_2 ; transfert de connaissances pour le pré-développement d'une unité de production d'énergie électrique ou d'eau potable,

- *Aspect collaborations* : En plus des compétences locales sur les nanostructures hybrides et la formulation, ce travail de thèse devra s'appuyer sur les nombreuses collaborations scientifique existantes ou débutantes (avec le Maghreb pour les cellules solaires, avec Besançon pour les colorants organiques des cellules de graetzel, au sein de l'ICB et régional pour le système autonome de production d'énergie électrique via l'Hydrogène...).

Positionnement du sujet dans les programmes nationaux et internationaux :

Ce travail de thèse est impliqué dans des programmes internationaux et régionaux.

- 2018 : dépôt projet « PHARE » (PHotovoltaïque Abordable et Respectant l'Environnement), Programme PHC Maghreb 2018, impliquant Algérie, Maroc, Tunisie et France (réponse 11/18)

- ce projet inter-axes ICB et inter laboratoire de l'UBFC, se positionne aux bornes du Projet ENRgHy de la Bourgogne Franche-Comté labellisé récemment dans le cadre de l'appel "AAP Territoires Hydrogène".

Collaborations :

Les recherches seront menées en collaboration avec :

- Le laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB), **Dijon**, Université de Bourgogne et Franche-Comté, Axe PMDM, Equipe M4OXE, Thématique « Fuel Cell, HTE and New Energy Systems », (Pr. Gilles Caboche),

- L'Institut Univers, Transport, Interfaces, Nanostructures, Atmosphère et environnement, Molécules (UTINAM), **Besançon**, Université de Bourgogne Franche-Comté, Equipe « Matériaux et Surface Structurés », (MCF Jérôme Husson)

- Le Laboratoire de Microscopie Electronique et de sciences des Matériaux (LMESM) de l'Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, **Algérie** (Pr. M. Adnane).

- La Faculté d'Ingénierie de sciences et matériaux de l'Université de Transilvanie, Brasov en **Roumanie** (Pr Ioan Ciobanu, Pr Aurel Crisan),

Connaissances et compétences requises :

Sciences de la matière et matériaux (physique, chimie, physico-chimie), modélisateur (comsol) si possible, bon relationnel

Domaine scientifique principal de la thèse:

Chimie-Physique, Physico-chimie, Matériaux pour l'énergie

Domaine scientifique secondaire de la thèse:

Cristallogénèse, catalyse et photocatalyse

Contacts :

Denis CHAUMONT (MCF-HDR)

Nanoform, Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne ICB
(UMR 6303 CNRS - Université de Bourgogne)

9, Avenue Alain Savary

BP 47 870, 21 078 Dijon Cedex, France

Tel.: (33) 3 80 39 59 08 ; Fax : (33) 3 80 39 61 32

Courriel : denis.chaumont@u-bourgogne.fr

Site web : <http://icb.u-bourgogne.fr/fr/membres/132-permanents/enseignants-chercheurs/516-denis-chaumont.html>

ou plus simplement : www.nanoform.fr

Autres informations

Candidat en vue :

Aucun à ce jour

Argument pour un fléchage (éventuel) :

- Sujet porteur : énergies renouvelables (production et stockage),
- Sujet émergent, novateur : structures originales, applications cellules solaires nouveau à l'ICB, (solaire = CA +13,4% par an ! ...),
- Sujet supporté par des équipes internationales « solides »,
- Sujet supporté par des collaborations internationales ayant déjà prouvées leur réalité (publications, conférences, thèses etc...),
- Sujet fédérateur inter-équipe (nanoform/M4OX), inter-axe ICB (Nanosciences/PMDM), intra-Nouvelle Région Bourgogne Franche-Comté (ICB/UTINAM), inter-laboratoires internationaux (Fr/D/Ro/DZ),
- Sujet à la fois théorique et ayant un objectif de transfert,
- Sujet classé « prioritaire » en 2017.