

PRÉSENTATION DU PROJET DE STAGE M2

NOM, Prénom du porteur : CHAOUI Nouari, LOUAGUEF Dounia

TITRE DU PROJET : MODIFICATION DE COUCHES MINCES DE DIOXYDE DE TITANE PAR DES PETITES (< 5 NM) NANOPARTICULES D'OR GENEREES PAR ABLATION LASER EN MILIEU LIQUIDE : APPLICATIONS EN PHOTOCATALYSE

DESCRIPTION DU PROJET (1 page maximum références comprises) :

Du fait de ses propriétés photocatalytiques, le dioxyde de titane (TiO_2) trouve de nombreuses applications dans les domaines liés à la remédiation de l'environnement (dégradation de polluants, désinfection de l'eau, surfaces autonettoyantes) et à la production d'énergie verte (production d'hydrogène vert, cellules solaires). Bien que le TiO_2 soit considéré comme le photocatalyseur le plus prometteur, son utilisation reste toutefois limitée en raison d'un fort taux de recombinaison des paires électron-trou photogénérées et de sa faible absorption dans le domaine du spectre solaire (4 %). L'élargissement de son domaine d'absorption et l'augmentation de son rendement quantique de conversion constitue ainsi un véritable défi à relever. De nombreuses études récentes [1,2] ont montré la possibilité d'augmenter l'activité photocatalytique du TiO_2 en couplant ce dernier avec des nanoparticules (NPs) de métaux nobles tels que Au, Ag et Pt pour former des structures nanocomposites NPs/ TiO_2 . Celles-ci permettent d'étendre la réponse optique du TiO_2 du fait des propriétés plasmoniques des NPs métalliques, de favoriser la séparation des charges photogénérées donc de limiter la recombinaison des porteurs et de provoquer une amplification locale en champ proche. Cependant, les NPs de métaux nobles sont souvent élaborées par des procédés chimiques de réduction qui conduisent à la contamination de leur surface par des anions des sels métalliques, des résidus d'agents réducteurs et/ou stabilisants et qui nuisent aux processus d'adsorption et de transfert de charges essentiels en photocatalyse. Pour répondre à cette problématique, il conviendrait donc de produire des NPs métalliques « propres » c'est-à-dire dépourvues de ligands de surface. L'ablation laser en milieu liquide (ALML) qui consiste à irradier une cible métallique pure dans un liquide pur permet de générer de telles NPs. Notre équipe a mis au point (thèses A. Resano-Garcia - 2016 et Y. Mansour - 2021) un dispositif original d'élaboration de NPs d'or ou d'argent par ALML basé sur l'irradiation d'une cible cylindrique d'or ou d'argent mise en rotation à haute vitesse dans l'eau pure [3,4]. Outre la génération de NPs dépourvues de ligands, notre dispositif se distingue des dispositifs d'ALML présentés dans la littérature par (i) la possibilité de s'affranchir des problèmes liés au transport de masse des NPs produites de la cible vers la solution, (ii) l'augmentation du rendement de production des NPs et (iii) la génération de petites NPs métalliques de taille < 5 nm dans de l'eau pure sans avoir recours à des surfactants ou des sels.

L'objectif de ce stage de Master 2 est d'élaborer des couches minces nanocomposites AuNPs/ TiO_2 par voie sol gel sur divers substrats par enduction centrifuge (spin-coating). Les suspensions colloïdales d'Or seront au préalable générées par ALML et ceci après optimisation des paramètres expérimentaux en vue d'obtenir des AuNPs de taille < 5 nm. Elles seront caractérisées par spectrophotométrie UV-visible (*in- et ex-situ*), par diffusion dynamique de la lumière (DLS) et par électrophorèse laser doppler (LDE). Il s'agira, dans un second temps, de mettre au point des protocoles d'immobilisation des AuNPs produites *sur et/ou dans* les couches minces de TiO_2 en vue de contrôler leur dispersion sur et/ou dans le film. Une attention particulière sera portée sur l'effet de la taille, de la fraction volumique et de la dispersion des AuNPs sur/dans le film sur ses propriétés optiques (spectrophotométrie UV-visible, ellipsométrie spectroscopique) et de transport électronique (effet hall, IPCE). Les paramètres d'élaboration et les caractéristiques physico-chimiques des couches minces obtenues seront mis en lien avec leurs propriétés optiques, électroniques et leur activité photocatalytique sous irradiation UV et/ou visible.

Profil recherché :

La candidate ou le candidat de Master 2 en chimie (science des matériaux, chimie du solide, chimie durable et environnement, chimie physique et analytique,...) devra posséder de bonnes connaissances en science des matériaux et chimie du solide ainsi que de bonnes aptitudes au travail expérimental. Des connaissances en physique des semi-conducteurs, du procédé sol-gel et des propriétés optiques des matériaux seraient également appréciées. Elle ou il devra faire également faire preuve de capacité à travailler en équipe, d'analyser et résoudre des problèmes de manière autonome ainsi que d'une bonne compréhension de l'anglais écrit.

Contact : Nouari CHAOUI - LCP-A2MC (Antenne de Forbach) - Département « Science et Génie des Matériaux »
5, rue Camille Weiss 57 600 Forbach (France) Tél.: +33 (0)3 72 74 98 38 Email: nouari.chaoui@univ-lorraine.fr

[1] C. Wang et D. Astruc, Chem. Soc. Rev. 2014, **43**, 7188-7216

[2] R.C. Forsythe et al, Chem. Rev. 2021, **121**, 7568-7637

[3] A. Resano Garcia et al, Phys. Chem. Chem. Phys., 2016, **18** 32868

[4] Y. Mansour et al, Nanotechnology, 2022, **34**, 075602