



Electrons Chauds dans les Assemblages Métal/Semi-conducteur: Aspects Fondamentaux et Application en Photocatalyse

La photosensibilisation de semi-conducteurs à large bande interdite à l'échelle nanométrique avec des matériaux plasmoniques tels que Au ou Ag s'est avérée être un moyen fiable de les activer avec des photons visibles et NIR, conduisant à la formation de nanohybrides avec des activités photocatalytiques importantes dans une gamme plus large du spectre solaire. Ainsi, la population d'électrons chauds créée à la surface du métal lors de l'excitation électromagnétique peut être ensuite transférée au semi-conducteur voisin, créant ainsi une séparation efficace des charges avec des durées de vie prolongées qui peuvent être utilisées pour catalyser des réactions chimiques d'intérêt. Nos études précédentes dans ce domaine nous ont permis de mieux comprendre le rôle joué par la morphologie¹ et la composition² du composant plasmonique ou la formation de «points chauds»³ sur l'activité photocatalytique finale de l'hybride. Ces résultats montrent que les espèces réactives de l'oxygène (ROS) générées dans des solutions aqueuses sous irradiation jouent un rôle important dans l'activité de ces photocatalyseurs hybrides.⁴

Dans cette thèse, nous étudierons les mécanismes responsables de la séparation efficace des charges dans les hybrides macroscopiques nanostructurés formés par l'auto-assemblage de nanocristaux plasmoniques et semi-conducteurs. De cette manière, le couplage à longue portée nous permettra de former des dispositifs aux caractéristiques optiques et photocatalytiques homogènes qui pourront être ensuite mis en œuvre pour étudier les aspects fondamentaux de l'injection d'électrons chauds à l'échelle macroscopique. Nous porterons notre attention sur la détection et la quantification des ROS ainsi que le rôle joué par les effets thermiques dans la photocatalyse induite par plasmon. De plus, ces structures seront utilisées comme catalyseurs dans des procédés avec intérêt industriel tels que la déshydrogénation photocatalytique des alcools à basse température.⁵

Le/La doctorant/e sera en charge de la synthèse et de l'assemblage des hybrides en suivant des protocoles de chimie colloïdale. Des techniques telles que la microscopie électronique à transmission et à balayage ou la diffraction des rayons X seront utilisées pour la caractérisation des matériaux. De plus, il/elle étudiera en détail les caractéristiques optiques et photocatalytiques de tels hybrides grâce aux techniques spectroscopiques d'absorption et de différents montages photocatalytiques disponibles au laboratoire.

Compétences

Master en chimie, nanotechnologie ou sciences des matériaux. Une expérience antérieure en synthèse de nanocristaux inorganiques et en plasmonique sera appréciée.

Date de début du contrat : Octobre 2021

Références

- [1] Sousa-Castillo et al., Journal Physical Chemistry C, 2016, 120, 11690.
- [2] Negrín-Montecelo et al., ACS Energy Letters, 2020, 5, 395.
- [3] Negrín-Montecelo et al., ChemCatChem, 2018, 10, 1561.
- [4] Sousa-Castillo et al., Nano Letters, 2020, 20, 7068.
- [5] Viola et al., Catalysis Today, 2019, 333, 97.

Contact

Miguel Comesaña-Hermo: miguel.comesana-hermo@u-paris.fr
Jean-Yves Piquemal: jean-yves.piquemal@u-paris.fr