

Interaction exciton/plasmon dans des nanostructures hybrides MoSe₂@Au : effets de la température

Ines Abid¹, Arash Bouhloul², Jiangtan Yuan², Weibing Chen², Renaud Péchou¹, Adnen Mlayah¹ and Jun Lou¹

¹ Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, UPR 8011, CNRS-Université de Toulouse, 29 Rue Jeanne Marvig, BP 94347, F-31055 Toulouse, France

² Department of Materials Science and NanoEngineering, Rice University, Houston, Texas 77005

Les dichalcogénures de métaux de transition (TMDs) ont suscité l'intérêt des chercheurs grâce à leurs propriétés optiques, spintroniques et électroniques exceptionnels [1]. Ces propriétés résultent du confinement électronique ultime en nanofeuillets bidimensionnels et de l'absence d'une symétrie d'inversion dans leur structure cristallographique [2]. Afin de contrôler et d'améliorer la réponse optique de ces matériaux, il s'avère intéressant de les combiner avec des nanorésonateurs plasmoniques, qui ont l'avantage d'exalter fortement l'absorption et l'émission de la lumière des nano-objets situés au voisinage de leur surface [3-4].

Dans ce contexte, nous avons étudié l'interaction exciton-plasmon dans les nanosystèmes hybrides MoSe₂ sur nanodisques d'or. Des couches de MoSe₂ ont été élaborées par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) et ensuite transférées sur des nanodisques d'or. Ces derniers ont été réalisés par lithographie (NSL) (nanosphere lithography) et conçus de telle manière que l'absorption de leurs plasmons de surface coïncide avec la transition excitonique de MoSe₂. Les mesures d'absorption optiques révèlent des spectres d'absorption à double résonances, signe d'un couplage plasmon-exciton. En utilisant un modèle analytique de deux oscillateurs couplés[5], nous avons montré que le régime de ce couplage est le régime Fano, caractéristique d'une interférence entre les deux résonances plasmonique et excitonique. Ces analyses ont été appuyées par des simulations des spectres d'absorption et de la distribution spatiale du champ proche optique. Les cartes du champ optique ont montré que l'interaction est essentiellement localisée dans le gap entre les nanodisques [6].

Pour moduler cette interaction, nous avons joué sur l'énergie de l'exciton ainsi que sa largeur, en changeant la température de l'échantillon. Un changement de l'énergie et de la forme de la résonance Fano a été observé. La variation du facteur de couplage en fonction de la température a été extraite moyennant un fit des spectres d'absorption par un modèle analytique.

Ces résultats contribuent à une meilleure compréhension de l'interaction lumière-matière dans les nanosystèmes plasmoniques hybride et ouvrent la voie à des nouveaux nanomatériaux fonctionnels.

1.Z.Weijie, R. Mendes Ribeiro, G. Eda, Electronic Structure and Optical Signatures of Semiconducting Transition Metal Dichalcogenide Nanosheets, *Accounts of Chemical Research* 48, 91 (2015)

2. W. Q. Hua, K. Kalantar-Zadeh, A. Kis, J. N. Coleman, M.S. Strano, Electronics and optoelectronics of two-dimensional transition metal dichalcogenides, *Nature Nanotechnology* 7, 699 (2012)

3.E. Petryayeva and U. J. Krull, Localized surface plasmon resonance: Nanostructures, bioassays and biosensing *Anal. Chim. Acta* 706, 8 (2011)

4.S. Najmaei, A.Mlayah, A. Arbouet, C. Girard, J. Léotin, J.Lou, Plasmonic Pumping of Excitonic Photoluminescence in Hybrid MoS₂-Au Nanostructures, *ACS Nano*, 8, 12, 12682 (2014)

5.X. Wu, S. K. Gray, and M. Pelton, Quantum-dot-induced transparency in a nanoscale plasmonic resonator, *Opt. Express*, 18, 23, 23633 (2010)

6.I. Abid, A. Bouhloul, S. Najmaei, C. Avendano, H.-L. Liu, R. Péchou, A. Mlayah, et J. Lou, « Resonant surface plasmon-exciton interaction in hybrid MoSe₂@Au nanostructures », *Nanoscale*, 8, 8151-8159, (2016)