

Des électrons tunnel pour contrôler la luminescence d'un semi-conducteur 2D

AUTEURS

Eric Le Moal (ISMO)

Elizabeth Boer-Duchemin (ISMO)

PROJET

TMD-ON-A-CUBE financé par le LabEx

NanoSaclay ou PsiNano en 2020 à hauteur de 50 000 €

PARTICIPANTS AU PROJET

Eric Le Moal (ISMO)

Elizabeth Boer-Duchemin (ISMO)

Sylvie Marguet (SPEC)

Simon Vassant (SPEC)

Ludovic Douillard (SPEC)

Des chercheurs de l'ISMO ont réussi à contrôler localement et électriquement la photoluminescence d'un semi-conducteur 2D au moyen d'un microscope à effet tunnel.

Le contrôle électrique local du rendement de photoluminescence d'un semi-conducteur bidimensionnel (2D) est un objectif longtemps recherché en optoélectronique, pour le développement d'une future technologie des nanodispositifs. Les précédentes tentatives d'un tel contrôle se sont heurtées à la difficulté de contrôler l'injection locale de porteurs de charge dans le semi-conducteur et visualiser simultanément comment la diffusion des excitons et leurs interactions avec les porteurs de charge modifient les propriétés d'émission du semi-conducteur.

Dans un article publié dans la revue Nano Letters, des chercheurs de l'ISMO résolvent ce problème en exploitant le courant tunnel sous la pointe d'un microscope à effet tunnel (STM), tout en enregistrant simultanément une image en champ large de la photoluminescence au moyen d'un microscope optique. Avec cette nouvelle approche expérimentale, ces chercheurs démontrent la manipulation du rendement de photoluminescence excitonique dans un semi-conducteur 2D, ici une monocouche de disulfure de tungstène (WS_2). L'injection par effet tunnel d'électrons de la pointe dans la bande de conduction de la monocouche de WS_2 induit un dopage électronique local de l'échantillon, qui se traduit par des gradients de densité de porteurs de charge sur des distances latérales de plusieurs micromètres autour de la position de la pointe. La microscopie et la spectroscopie de photoluminescence en champ large révèlent comment de tels gradients modifient les

processus de recombinaison des excitons et la création de complexes excitoniques chargés (trions) et, finalement, comment ils modifient le rendement de photoluminescence.

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives pour le développement de nanodispositifs excitoniques basés sur les semi-conducteurs 2D, où les processus excitoniques élémentaires peuvent être contrôlés électriquement et localement avec une résolution spatiale sans précédent.

Référence article :

Tip-Induced and Electrical Control of the Photoluminescence Yield of Monolayer WS_2
R. J. Peña Román et al, Nano Lett. 22, 9244 (2022)

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.nanolett.2c02142>

Figure ci-dessous

(à gauche) Schéma simplifié de l'expérience (à droite) Images de microscopie optique en fausses couleurs montrant la variation du rendement quantique de photoluminescence (Q/Q_0) d'un monofeuillet de WS_2 pour deux positions latérales différentes (indiquées par une flèche blanche) de la pointe du STM sur l'échantillon.

