

SUJET DE THESE
Février 2019

Lasers à base de pérovskites hybrides halogénées

Laboratoire : LAC (Laboratoire Aimé Cotton)

Encadrement : E. Deleporte PR ENS Paris-Saclay, F. Bretenaker DR CNRS

E-mails: Emmanuelle.Deleporte@ens-paris-saclay.fr, fabien.bretenaker@u-psud.fr

Ecole doctorale: EDOM (Ecole Doctorale Ondes et Matière, n° 572) de l'Université Paris-Saclay

Après une percée spectaculaire dans le domaine du photovoltaïque en 2012, les pérovskites organiques-inorganiques hybrides de formule chimique $(RNH_3)_2(CH_3NH_3)_{m-1}Pb_mX_{3m+1}$ (R: groupe organique, X: halogène) s'avèrent être aussi des candidats pertinents pour réaliser des composants émetteurs de lumière intégrables, tels que des diodes électroluminescentes ou des microlasers. En effet, ces matériaux présentent des processus de recombinaison radiative efficaces, leur énergie de bande interdite peut être facilement variée en jouant sur la composition chimique des pérovskites, en particulier la longueur d'onde verte est aisément accessible. De plus, ces matériaux sont synthétisés en solution à basse température, ce qui est compatible avec les procédés utilisés pour réaliser des diodes électroluminescentes ou des diodes laser à grande échelle, sur des supports bon marché, éventuellement intégrables dans des composants silicium.

Depuis 2015, des diodes électroluminescentes et des premiers lasers à base de pérovskites hybrides pompés optiquement ont été réalisés. Dans ce contexte, l'équipe du LAC a réalisé une microcavité verticale contenant la pérovskite hybride $CH_3NH_3PbBr_3$, émettant dans le vert, montrant du couplage fort à faible régime d'injection et un effet laser à fort régime d'injection. Cependant, les performances de ces dispositifs optoélectroniques sont limitées par la faible cristallinité des couches minces de pérovskite hybride, qui affecte considérablement les longueurs de diffusion des excitons et la mobilité des porteurs. L'équipe du LAC a récemment mis au point une méthode de synthèse pour obtenir des couches minces monocristallines de pérovskite hybride [F. Lédée et al, Cryst. Eng. Comm. 2017, 19, 2598]: la méthode AVCC (Anti-Solvent Vapor-assisted Capped Crystallization). Ces couches minces présentent une épaisseur de plusieurs centaines de nm et une très grande surface de plusieurs mm^2 , ne contenant pratiquement aucun défaut, ce qui diminuera considérablement les pertes par recombinaison non-radiative. Ces matériaux sont donc de très bons candidats pour réaliser des microlasers, potentiellement injectables électriquement.

Dans le cadre de cette thèse, des couches minces monocristallines contenant différents cations organiques, halogènes et stoechiométries m seront synthétisées par la méthode AVCC en collaboration avec l'ingénieur chimiste du groupe, dans le but d'optimiser les propriétés d'émission. Des microcavités contenant ces fines couches monocristallines avec la composition optimisée seront réalisées, et l'émission laser (seuil, photostabilité,...) sera étudiée avec excitation optique pulsée et continue dans la cavité. La possibilité de réaliser une source laser compacte injectée électriquement à l'état solide sera explorée en collaboration avec les partenaires de l'ANR EMIPERO (Nov. 2018 - Juin 2022).