

Condensats de polaritons dans les microcavités ZnO : Imageries de la formation et propagation balistique

**T. Guillet¹, R. Hahe¹, C. Brimont¹, P. Valvin¹, S. Bouchoule², X. Lafosse², G. Patriarche²,
F. Li³, M.J. Rashid³, M. Leroux³, F. Semond³, J. Zuniga-Perez³**

¹ *Laboratoire Charles Coulomb (L2C), UMR 5221 CNRS-Université de Montpellier,
Montpellier, F-France.*

² *LPN-CNRS, Route de Nozay, 91460 Marcoussis, FRANCE*

³ *CRHEA-CNRS, Rue Bernard Gregory, 06560 Valbonne, FRANCE*

Adresse email de l'orateur : thierry.guillet@umontpellier.fr

ZnO est un matériau semiconducteur présentant des excitons forts, en terme de force d'oscillateur et d'énergie de liaison. Il est donc particulièrement intéressant pour la génération et le contrôle de condensats de polaritons, jusqu'à température ambiante.

La réalisation de microcavités ZnO planaires de grand facteur de qualité a longtemps constitué un défi important. Nous avons réalisé dès 2011 le premier laser à polaritons ZnO (à $T=120\text{K}$ et un désaccord exciton-photon nul) [1], dans une microcavité hybride (DBR AlN/AlGaIn, ZnO réalisé par épitaxie MBE, DBR SiO₂/SiN). Son facteur de qualité, $Q=450$, était cependant trop faible pour permettre un fonctionnement du laser à polaritons à température ambiante. Dans une approche radicalement différente, une microcavité a ensuite été réalisée en insérant une couche active ZnO massive de grande qualité cristalline entre deux miroirs diélectriques SiO₂/HfO₂ ; le facteur de qualité a alors atteint $Q>2000$, pour un dédoublement de Rabi de 250 meV. Cette cavité a permis d'observer la condensation des polaritons sur une plage de composition exciton-photon et de température sans précédent, jusqu'à $T=300\text{K}$ [2]. Le diagramme de phase complet du laser à polaritons a été mesuré, montrant que le seuil de condensation à 300K est seulement 6 fois supérieur à celui observé à 8K. Ce résultat est en bon accord qualitatif avec des simulations de la relaxation des excitons et des polaritons dans un modèle cinétique. L'accordabilité de cette microcavité constitue un progrès important en comparaison des travaux antérieurs [3,4].

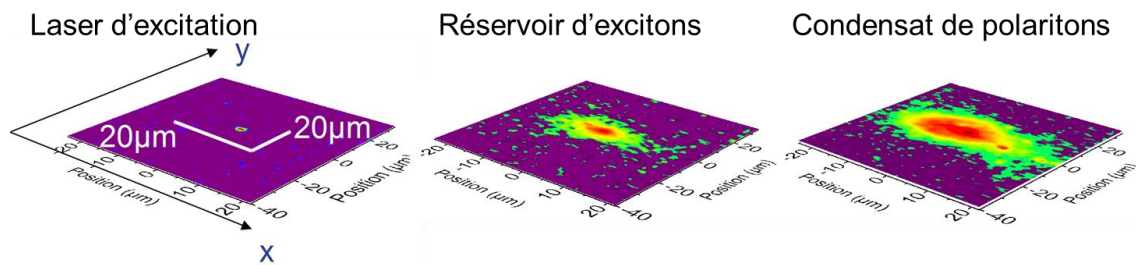


Figure 1 : Formation et propagation d'un condensat de polaritons dans une microcavité ZnO à $T=300\text{K}$. Images en fausse couleur du laser d'excitation focalisé (excitation impulsionnelle à 4.66 eV/266 nm, 400 ps, 1nJ/pulse), du réservoir d'excitons et du condensat de polaritons

La formation et la propagation du condensat de polaritons sont étudiées dans la microcavité de $Q>2000$ par imagerie 2D de l'émission via un spectromètre imageur, dans l'espace réel comme dans l'espace de Fourier des impulsions. Le laser d'excitation est focalisé sur quelques microns, et les contributions du réservoir d'excitons et des différentes branches polaritoniques sont mesurées (figure 1). Les excitons diffusent sur quelques microns, alors que le condensat de polaritons se propage sur des distances atteignant 10 à

20 μm . Les profils spatiaux du condensat sont comparés aux résultats d'un modèle de formation et de propagation en symétrie cylindrique, permettant d'identifier les différents régimes de fonctionnement : génération, répulsion du condensat par interaction avec le réservoir d'excitons, amplification du condensat lors de la propagation. Ces résultats seront comparés avec les démonstrations récentes dans les microcavités GaAs.

La microcavité précédente présente un gradient important d'épaisseur, qui rend difficile la réalisation de condensats de forme variée. Des cavités équivalentes ont alors été réalisées sur des DBR AlN/AlGaN sur mesas Si, dans lesquels le laser à polaritons fonctionne aussi jusqu'à température ambiante [5]. Elles ont permis de travailler sous faisceau laser d'excitation défocalisé ou façonné. Le rôle de la localisation des polaritons sur la distribution spatiale du condensat sera discuté.

[1] T. Guillet *et al.*, *Polariton lasing in a hybrid bulk ZnO microcavity*, Appl. Phys. Lett. **98**, 211105 (2011)

[2] F. Li *et al.*, *From Excitonic to Photonic Polariton Condensate in a ZnO-Based Microcavity*, Phys. Rev. Lett. **110**, 196406 (2013)

[3] H. Franke *et al.*, *Ballistic propagation of exciton-polariton condensates in a ZnO-based microcavity*, New J. Phys. **14**, 013037 (2012)

[4] J. Levrat *et al.*, *Condensation phase diagram of cavity polaritons in GaN-based microcavities: Experiment and theory*, Phys. Rev. B **81**, 125305 (2010)

[5] J. Zuniga-Perez *et al.*, *Patterned silicon substrates: A common platform for room temperature GaN and ZnO polariton lasers*, Appl. Phys. Lett. **104**, 241113 (2014)