

Simon Pigeon<sup>1\*</sup>, Iacopo Carusotto<sup>2</sup> et Cristiano Ciuti<sup>1</sup>

1. Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques, Université Paris Diderot-Paris 7 et CNRS, Paris

2. INO-CNR BEC Center et Dipartimento di Fisica, Università di Trento, Trento (Italy)

\* [simon.pigeon@univ-paris-diderot.fr](mailto:simon.pigeon@univ-paris-diderot.fr)

Les gaz et liquides quantiques dégénérés sont un champ d'investigation très actif depuis déjà plusieurs décennies. En parallèle, la quête de la condensation de Bose-Einstein dans l'état solide a donné des résultats significatifs, notamment dans les polaritons excitoniques en microcavité semiconductrice. De récentes expériences ont vérifié quantitativement le critère de Landau de la superfluidité, c'est-à-dire, un écoulement sans frottement en présence de défauts [1].

Nous présentons ici, une étude théorique d'un processus de nucléation de vortex dans un superfluide de polaritons s'écoulant autour d'un défaut [2]. Nous concentrons notre attention sur le cas d'un superfluide de polariton résonamment excité. De nombreux travaux ont montré la possibilité de génération de paires de vortex-antivortex dans un superfluide générique. Dans le cas d'un superfluide de polaritons excités à résonance, la nature hors-équilibre du système rend ces observations plus délicates. Nous exposerons une solution permettant de palier à ces difficultés et permettant l'observation de plusieurs régimes d'écoulement hydrodynamique. Ces différents régimes ont récemment fait l'objet d'observations expérimentales [3].

En outre, comme le montre la figure 1, nous avons trouvé une solution originale qui permet, non seulement la nucléation hydrodynamique de paires vortex-antivortex au niveau du défaut, mais aussi de piéger ces vortex pour des temps indéfinis [2]. L'idée directrice est non pas de chercher à s'affranchir des propriétés de fluide hors-équilibre qui caractérisent notre superfluide de polariton mais plutôt de chercher à les exploiter. De cette façon, avec un profil d'excitation adapté, on peut réaliser, comme le montre la figure 1, un réseau auto-organisé de vortex et antivortex stable dans le temps. Là encore, des résultats expérimentaux récents ont mis en évidence la présence d'un tel phénomène de piégeage [4].

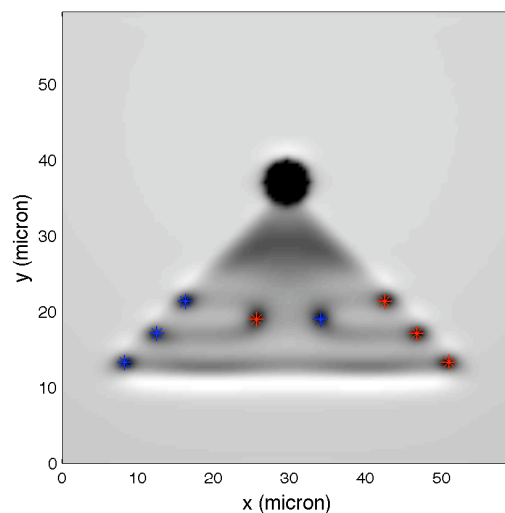


Fig. 1: Densité spatiale des polaritons obtenue à partir de la solution de l'équation de Gross-Pitaevskii. Le cercle noir correspond à un défaut ponctuel photonique. Les étoiles rouges (bleues) indiquent les vortex (anti-vortex). Notez que le système n'est pompé de manière cohérente qu'à l'extérieur de la zone triangulaire.

## Références

- [1] A. Amo, J. Lefrère, S. Pigeon, C. Adrados, C. Ciuti, I. Carusotto, R. Houdré, E. Giacobino and A. Bramati, "Superfluidity of polaritons in semiconductor microcavities", *Nature Phys.* **5**, 805 (2009)
- [2] S. Pigeon, I. Carusotto, C. Ciuti, "Hydrodynamic nucleation of vortices and solitons in a resonantly excited polariton superfluid", *Phys. Rev. B* **83**, 144513 (2011)
- [3] A. Amo, S. Pigeon, D. Sanvitto, V. G. Sala, R. Hivet, I. Carusotto, F. Pisanello, G. Lemenager, R. Houdré, E. Giacobino, C. Ciuti and A. Bramati, "Hydrodynamic solitons in polariton superfluids", arXiv:1101.2530.
- [4] D. Sanvitto, S. Pigeon, A. Amo, D. Ballarini, M. De Giorgi, I. Carusotto, R. Hivet, F. Pisanello, V. G. Sala, P. S. Soares-Guimaraes, R. Houdré, E. Giacobino, C. Ciuti, A. Bramati and G. Gigli, "All-optical control of the quantum flow of a polariton superfluid", arXiv:1103.4885.

*Je souhaite concourir au prix « présentation orale » et je déclare être un chercheur non-permanent ayant soutenu la thèse après le 31 Juillet 2009.*