

Un superfluide de lumière

Montréal, le lundi 5 juin 2017 - Depuis des siècles, les scientifiques savent que la lumière possède un comportement ondulatoire. Toutefois, le fait que la lumière peut également se comporter comme un liquide en créant des tourbillons et des ondulations lorsqu'elle rencontre un objet, telle l'eau s'écoulant dans une rivière, est une découverte beaucoup plus récente qui fait toujours l'objet de recherches actives. Les propriétés « liquides » de la lumière se manifestent dans des conditions particulières, lorsque les photons qui composent l'onde lumineuse peuvent interagir entre eux.

Des chercheurs du CNR NANOTEC de Lecce en Italie, en collaboration avec Polytechnique Montréal au Canada, ont démontré que pour un écoulement de lumière « habillée » par des électrons, un effet encore plus dramatique se produit. La lumière devient superfluide, elle s'écoule sans frottement à la rencontre d'un objet et poursuit son parcours derrière celui-ci sans la moindre turbulence.

Daniele Sanvitto, qui dirige le groupe de recherche au CNR NANOTEC, déclare que « la superfluidité est un effet remarquable normalement observé uniquement à des températures tout près du zéro absolu (-273 degrés Celsius), comme dans l'hélium liquide ou des gaz atomiques ultrafroids. Ce qui est extraordinaire dans nos travaux, c'est que nous avons démontré que la superfluidité peut aussi se produire à température ambiante et dans des conditions ambiantes en utilisant des quasi-particules, formées grâce au couplage fort entre la lumière et la matière, nommées polaritons. »

M. Sanvitto ajoute que « la superfluidité, qui permet à un fluide en l'absence de viscosité de monter le long des parois d'un contenant et de s'en écouler, est associée à la capacité que possèdent certaines particules de se condenser dans un état quantique appelé condensat de Bose-Einstein. Dans cet état, les particules se comportent comme une seule onde macroscopique, oscillant toutes à la même fréquence. Un phénomène semblable se produit, par exemple, dans les supraconducteurs : les électrons, en paires, se condensent et créent des superfluides ou supercourants capables de conduire l'électricité sans pertes ».

Ces expériences ont démontré qu'il est possible d'obtenir de la superfluidité à température ambiante, alors que jusqu'à présent cette propriété n'était atteignable qu'à des températures près du zéro absolu. Ceci pourrait mener à son utilisation dans de futurs dispositifs photoniques.

Stéphane Kéna-Cohen, le coordonnateur de l'équipe montréalaise, ajoute : « Pour cette démonstration, nous avons fabriqué un film extrêmement mince de molécules organiques entre deux miroirs hautement réfléchissants. Dans une telle structure, la lumière interagit si fortement avec les molécules lorsqu'elle rebondit entre les miroirs que cela mène à la création de quasi-particules lumière-matière, les polaritons. Ces quasi-particules ont plusieurs propriétés semblables aux photons, comme une faible masse effective et une vitesse proche de celle de la lumière, mais peuvent également interagir entre elles grâce aux électrons à l'intérieur des molécules. Dans des conditions normales, la lumière devrait réfléchir et se diffuser en rencontrant un obstacle. Pour un superfluide, toute diffusion ou turbulence est supprimée et la lumière se propage sans être perturbée. »

L'équipe de recherche indique que « le fait qu'il est possible d'observer un tel effet dans des conditions ambiantes va engendrer de nombreux travaux futurs, non seulement dans le but d'étudier la physique des condensats de Bose-Einstein dans des conditions beaucoup plus accessibles, mais également pour concevoir de futurs dispositifs photoniques utilisant les superfluides dans lesquels les pertes par diffusion seraient complètement éliminées et de nouveaux phénomènes inattendus pourraient être exploités ».

Ces expériences seront publiées aujourd'hui dans le numéro de *Nature Physics* du 5 juin 2017 et sont l'aboutissement de travaux effectués aux Advanced Photonics Laboratories de l'Institut de nanotechnologie du Conseil national de recherche italien à Lecce, en collaboration avec Polytechnique Montréal au Canada, le Centre d'excellence de l'Université Aalto en Finlande et l'Imperial College de Londres.

Référence :

G. Lerario, A. Fieramosca, F. Barachati, D. Ballarini, K. S. Daskalakis, L. Dominici, M. De Giorgi, S. A. Maier, G. Gigli, S. Kéna-Cohen, D. Sanvitto. « Room-temperature superfluidity in a polariton condensate », *Nature Physics*, 2017, sous presse.

DOI : 10.1038/nphys4147

- 30 -

Renseignements médias

Annie Touchette

Polytechnique Montréal

annie.touchette@polymtl.ca

+1 514 231-8133

Description de la figure :

L'écoulement de polaritons rencontre un obstacle dans un régime supersonique (haut) et superfluide (bas).

