

# Institut de physique

Actualités scientifiques

## Emission « super-thermique » de photons par des nanolasers couplés

Avril 2018

En couplant deux nanolasers, des physiciens ont pu générer un système hors-équilibre émettant des bouffées de photons fortement corrélés, dits « super-thermiques ». Cette approche ne se limite pas à l'émission Laser mais peut être étendue à d'autres systèmes nanométriques.

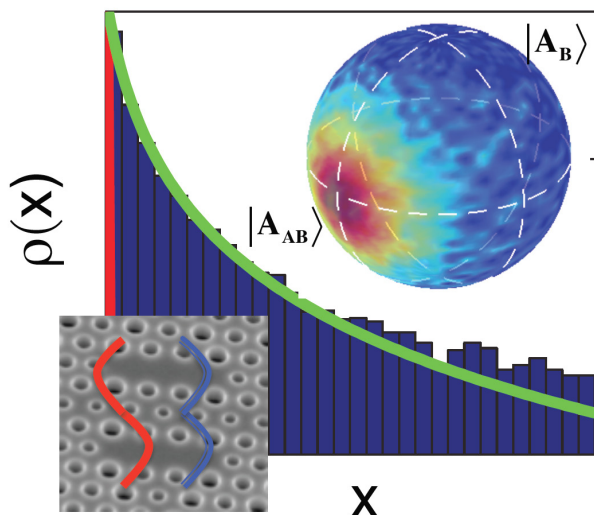
Du fait de leur faible taille, les nanolasers possèdent des propriétés remarquables, notamment une faible consommation et une faible dimension. Ils font l'objet de nombreuses études visant des applications diverses, des télécommunications à l'information quantique. En les couplant d'une manière compacte, il est possible de réaliser une ingénierie de la statistique des photons émis, produisant notamment des fortes corrélations, ce qui constitue un atout pour des applications telles que la conversion non-linéaire d'énergie, l'imagerie « fantôme » qui se développe en astrophysique ou encore l'information quantique.

Lorsque le couplage entre les nanolasers est faible, on peut distinguer l'émission de chacun d'eux. En revanche, si le couplage est fort, les photons se distribuent entre deux modes, hybrides, peu sensibles aux perturbations. C'est l'échange d'énergie entre ces modes qui est étudié ici lorsque le système est excité par des impulsions lasers plus courtes que les temps caractéristiques électroniques mis en jeu. Cette excitation place le système hors équilibre.

L'un de ces modes se comporte alors comme un laser et est soumis à des faibles fluctuations, tandis que l'autre passe sur un régime d'émission spontanée très particulier. Il émet des bouffées de photons avec une statistique dite « super-thermique » : les photons ne sont pas émis un par un ou en continu, mais par bouffées où les photons sont concentrés dans des temps courts. Cette démonstration a été rendue possible par la mise en place d'un dispositif original permettant la mesure de la statistique complète des photons émis, malgré les temps très brefs mis en jeu, pour lesquels il n'existe pas de détecteurs suffisamment rapides. Les chercheurs visent désormais à obtenir ce même type de mesure avec très peu de photons, en régime quantique.

Cette technologie ne nécessite pas d'ingénierie particulière des émetteurs ni une interaction entre modes, contrairement aux résultats connus à ce jour. De ce fait, l'approche peut être transposée à bien d'autres systèmes. Les chercheurs ont ainsi démontré que la statistique « super-thermique » par mise hors équilibre d'un système, est générique. C'est le cas par exemple d'expériences sur le mouvement brownien appliqué au pollen en suspension. Dans cette analogie, les grains de pollen et leur énergie potentielle sont assimilables aux photons. Le système est mis hors équilibre grâce à une brutale chute de la température. Nous observons alors que le mouvement des grains suit également une statistique « super-thermique ».

L'étude des systèmes nanométriques et à faible nombre de photons hors-équilibre, encore balbutiante, s'avère donc particulièrement prometteuse. Ce travail, publié dans la revue *Physical Review X* par une équipe de physiciens du Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N, CNRS/Université Paris-Sud), a été réalisé en collaboration avec l'Université des îles Baléares.



Réponse simulée des nanolasers couplés sous excitation d'une impulsion courte montrant la distribution de la différence de population entre les modes et plus généralement la distribution du champ optique. © A. M. Yacomotti, C2N (CNRS/UPSud/Univ. Paris Saclay)

### En savoir plus

Far-from-equilibrium route to superthermal light in bimodal nanolasers

M. Marconi, J. Javaloyes, P. Hamel, F. Raineri, A. Levenson et A. M. Yacomotti

*Physical review X* (2018), doi : 10.1103/PhysRevX.8.011013

### Contact chercheur

Alejandro M. Yacomotti, chargé de recherche CNRS

### Informations complémentaires

Centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N, CNRS/Université Paris-Sud/Université Paris Saclay)



www.cnrs.fr

Institut de physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Cyril FRESILLON / Daumet / CNRS Photothèque