

Microcavité non linéaire sous contrôle cohérent

Jérémy Oden, Stéphane Trebaol, & Nicolas Dubreuil

Laboratoire Charles Fabry, UMR 8501, 2 avenue Augustin Fresnel, 91127 PALAISEAU CEDEX
nicolas.dubreuil@institutoptique.fr

Les microcavités à cristal photonique sont maintenant largement utilisées afin de renforcer l'interaction entre une source de lumière incidente et le milieu qui compose le résonateur. Ceci a notamment permis d'exalter les non-linéarités et ouvert la voie à la réalisation de composants optiques à faible puissance de commande pour le traitement tout optique du signal.

Cependant, et à l'instar de l'excitation en régime cohérent de transitions atomiques ou moléculaires [1], l'efficacité de couplage d'une impulsion lumineuse dans une résonance de microcavité doit pouvoir être améliorée en contrôlant la relation temps-fréquence de l'impulsion. Récemment, Sandhu *et al.* [2] ont démontré théoriquement l'augmentation de l'énergie couplée dans une microcavité excitée par une impulsion dont la relation de phase compense la dispersion linéaire de la résonance. En incluant une non-linéarité de type Kerr optique dans la cavité, ils ont montré un abaissement du seuil de bistabilité optique.

Mais l'excitation cohérente d'un résonateur peut également servir à contrôler sa dynamique en régime non linéaire. En particulier, les variations d'indice induites par les non-linéarités modifient la fréquence de résonance de la cavité au cours de l'excitation. Ce désaccord dynamique entre la fréquence du signal d'excitation et celle de la résonance conduit inévitablement à un phénomène de battements et limite, en régime non linéaire, la quantité d'énergie couplée dans la cavité.

Nous étudions de telles dynamiques dans le cas de microcavités semi-conductrices dans lesquelles les non-linéarités prédominantes sont : l'effet Kerr, l'absorption à deux photons, la réfraction et l'absorption par les porteurs libres générés par l'absorption à deux photons. En utilisant un modèle des modes couplés [3] qui intègre ces effets non linéaires [4], nous avons étudié la dynamique d'une microcavité excitée par des impulsions dont la durée est légèrement supérieure à la durée de vie des photons dans la cavité. En régime non linéaire, la variation d'indice induite par les porteurs libres prédomine [5], et provoque un décalage au cours du temps de la fréquence de résonance qui peut être approché par une variation linéaire. L'application, sur l'impulsion d'entrée, d'un chirp linéaire adapté permet de contrôler l'évolution de l'énergie couplée dans la résonance. Nous montrons qu'à énergie incidente constante [6], l'utilisation d'un tel contrôle cohérent permet d'augmenter de 75% l'énergie stockée dans la cavité, en dépit de l'augmentation des pertes non linéaires.

Références

1. A. M. Weiner, "Femtosecond pulse shaping using spatial light modulators", *Rev. Sci. Instrum.*, **71**(5) :1929, 2000.
2. S. Sandhu, M. Povinelli, and S. Fan, "Enhancing optical switching with coherent control", *Appl. Phys. Lett.*, **96** :231108, 2010.
3. H. A. Haus, *Waves and fields in optoelectronics* (Prentice-Hall, 1984).
4. P. Barclay, K. Srinivasan, and O. Painter, "Nonlinear response of silicon photonic crystal microresonators excited via an integrated waveguide and fiber taper", *Opt. Express*, **13**(3) :801, 2005.
5. A. Baron, N. Dubreuil, P. Delaye, R. Frey, and G. P. Agrawal, "Raman amplification of optical pulses in silicon nanowaveguides : Impact of spectral broadening of pump pulses.", *J. Europ. Opt. Soc. Rap. Public.*, 11030, Vol **6**, 2011.
6. J. Oden, S. Trebaol, and N. Dubreuil, "Coherent excitation of a nonlinear cavity", *Opt. Express*, To be submitted.