

Caractère multimode d'un oscillateur paramétrique optique triplement résonant

A. Amon, P. Suret, S. Bielawski, D. Derozier, & M. Lefranc

Laboratoire PHLAM, Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq
axelle.amon@univ-rennes.fr

Obtenir une dynamique complexe dans un système optique non linéaire en cavité nécessite souvent de se placer dans des configurations particulières (dégénérées), pour lesquelles de nombreux modes transverses de la cavité sont simultanément résonants avec le champ électromagnétique. Nos observations expérimentales montrent que dans le cas d'un oscillateur paramétrique optique triplement résonant (TROPO), cette contrainte est en partie levée.

Dans un TROPO un champ de pompe génère deux champs sous-harmoniques par interaction paramétrique dans un cristal non linéaire. La faible efficacité du processus nécessite d'utiliser une cavité optique, et dans notre cas celle-ci est résonante pour les trois champs. Ce système relativement simple présente une dynamique d'une grande richesse. Outre de nombreuses prédictions théoriques qui ont rarement pu être confirmées, les comportements expérimentaux sont d'une grande diversité. Nous nous intéressons plus particulièrement à des oscillations spontanées de l'intensité des champs apparaissant à fort taux de pompage, seules ou superposées à des oscillations plus lentes ("bursting") [1,2]. Ces oscillations ont des fréquences comprises entre 1 et 300 MHz, et pourraient correspondre d'un point de vue théorique et numérique [1] à des instabilités multimodes prédites précédemment [3].

Nous avons montré expérimentalement que ces oscillations sont liées à la coexistence de plusieurs modes transverses [4]. D'autre part, une recherche systématique de ces oscillations pour différentes tailles de la cavité montre que quelle que soit la taille macroscopique arbitrairement choisie pour la cavité optique, un ajustement fin permet de trouver des conditions pour lesquelles on observe ces oscillations [4]. Cette abondance est surprenante puisque les tailles de cavité dégénérées sont peu nombreuses si on se limite à des modes transverses d'ordres peu élevés. Cette dernière hypothèse étant fondée d'une part sur la faiblesse des coefficients de couplage prévus pour les modes d'ordres élevés [3] et d'autre part sur l'allure des modes observés expérimentalement.

Nous concluons donc de nos observations qu'il n'est pas nécessaire d'avoir plusieurs modes transverses simultanément résonants à la fréquence optique pour obtenir des comportements multimodes. Une première piste d'explication peut se trouver dans une étude théorique [2] montrant que deux modes ayant une grande fréquence de battement peuvent être couplés s'ils se situent symétriquement de part et d'autre de la fréquence optique. Ils se comportent alors comme un unique mode qui se trouverait au milieu des deux modes considérés. Le nombre de modes résonants de ce système se trouve donc considérablement augmenté du fait de la présence de ces modes virtuels.

Références

1. P. SURET, M. LEFRANC, D. DEROZIER, J. ZEMMOURI AND S. BIELAWSKI, Fast oscillations in an optical parametric oscillator, *Opt. Commun.*, **200**, 369 (2001).
2. A. AMON, M. NIZETTE, M. LEFRANC, AND T. ERNEUX, Bursting oscillations in optical parametric oscillators, *Phys. Rev. A*, **68**, 023801 (2003).
3. C. SCHWOB AND P.F. COHADON AND C. FABRE AND M.A.M. MARTE AND H. RITSCH AND A. GATTI AND L. LUGIATO, Transverse effects and mode couplings in OPOs, *Appl. Phys. B*, **66**, 685 (1998).
4. A. AMON *et al*, Multimode behavior of triply resonant optical parametric oscillators at high pump power, to be submitted to Optics Letters.