

REDUCTION DU BRUIT D'INTENSITE PAR EFFET DE CASCADE DANS UN LASER BRILLOUIN MULTI-STOKES

S. Fresnel^{1,2}, S. Trebaol¹, C. Pareige¹, P. Besnard¹, S. LaRochelle²

¹CNRS FOTON UMR 6082, Université Rennes 1, ENSSAT, 22305 Lannion, France

²COPL, Département de Génie Électrique et de Génie Informatique, Université Laval, Québec, G1K 7P4, Canada

Le signal résultant de la génération du premier ordre d'un laser Brillouin peut être plus cohérent que le signal pompe utilisé dans le processus non linéaire (réduction du bruit de fréquence pouvant aller au-delà de 20 dB [1]). Son bruit d'intensité est lui aussi moins important (réduction du bruit d'intensité pouvant être de 40-60 dB [2]) que celui du laser de pompe. Ce processus peut être répliqué lorsque le laser Brillouin possède plusieurs ordres Stokes. Nous montrons, pour la première fois, une réduction du bruit d'intensité de 20 dB, par rapport à celui de la pompe, pour le deuxième ordre Stokes Brillouin au voisinage de son seuil.

Un laser Brillouin repose sur l'amplification du signal Brillouin diffusé et généré par un signal de pompe à l'intérieur d'une cavité résonante. Le laser à fibre Brillouin est potentiellement cohérent [3] [4] et très peu bruité [5]. Grâce à ces caractéristiques, il devient essentiel à plusieurs applications dans le domaine des télécommunications optiques cohérentes, des capteurs, de la métrologie, de la photonique micro-onde [6]. Des études théoriques et expérimentales ont montré ses performances.

Quand la puissance de l'onde Stokes d'ordre 1 (S1), préalablement générée par la pompe dans la fibre, est suffisante, une nouvelle onde Stokes circulant dans le même sens que la pompe est générée, c'est le deuxième ordre Stokes (S2). L'architecture de la cavité convenablement choisie, on réalise un laser à multiples ordres Stokes, en augmentant la puissance du laser de pompe. Pour minimiser la puissance de pompe, on peut augmenter la longueur de la cavité. Cependant, on diminuerait l'intervalle spectral libre (ISL) de la cavité et plusieurs modes de cavité, susceptibles de laser, se formeraient sous la bande de gain Brillouin. Cette compétition a tendance à créer de l'instabilité et à dégrader les propriétés de bruit du laser Brillouin [7]. Pour assurer un fonctionnement mono-fréquence du laser Brillouin et réduire le bruit, son ISL doit être supérieur à la bande de gain Brillouin, qui atteint une dizaine de MHz pour le régime stimulé dans la fibre de silice [8]. Dans ce papier, nous étudions le laser Brillouin d'ordre 2 et montrons qu'il est lui-même moins bruité que sa pompe, le Stokes d'ordre 1. Comme pour l'ordre 1, une réduction de 20 dB de son bruit d'intensité par rapport à celui du laser de pompe est observée, même près du seuil.

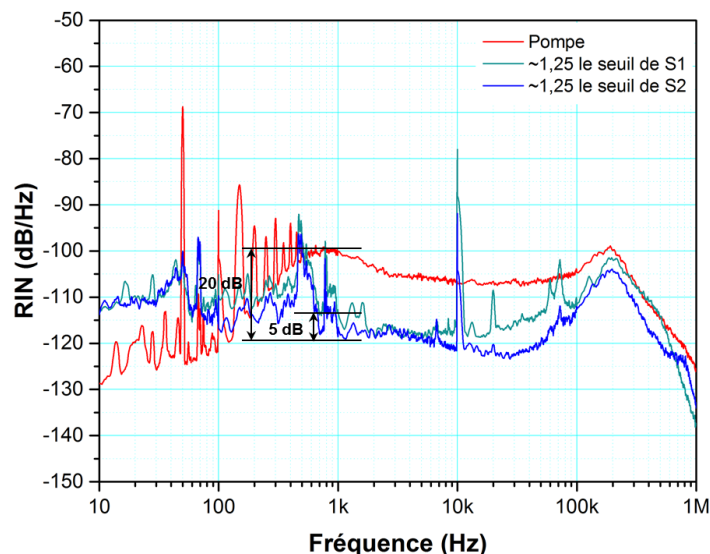


Fig. 1 : comparaison du RIN pour la pompe et les ordres S1 et S2 opérant à 1,25 fois leur seuil.



**Journée du Club
OCA
Nice
10 Juin 2016**



Références :

- [1] J. Geng et al., “Highly stable low-noise Brillouin fiber laser with ultranarrow spectral linewidth,” *Photonics Technol. Lett. IEEE*, vol. 18, no. 17, pp. 1813–1815, 2006.
- [2] J. Geng and S. Jiang, “Pump-to-Stokes transfer of relative intensity noise in Brillouin fiber ring lasers,” *OFC/NFOEC 2007 - Opt. Fiber Commun. Natl. Fiber Opt. Eng. Conf. 2007*, vol. 32, no. 1, pp. 2006–2008, 2007.
- [3] K. H. Tow et al., “Toward more coherent sources using a microstructured chalcogenide brillouin fiber laser,” *IEEE Photonics Technol. Lett.*, vol. 25, no. 3, pp. 238–241, 2013.
- [4] A. Debut et al., “Linewidth narrowing in Brillouin lasers : Theoretical analysis,” *Phys. Rev. A*, vol. 62, p. 23803, 2000.
- [5] S. Randoux et al., “Intensity noise in Brillouin fiber ring lasers,” vol. 19, no. 5, pp. 1055–1066, 2002.
- [6] S. P. Smith et al., “Narrow-linewidth stimulated Brillouin fiber laser and applications,” *Opt. Lett.*, vol. 16, no. 6, pp. 393–395, 1991.
- [7] K. Alain, “L’émission laser par diffusion Brillouin stimulée dans les fibres optiques,” Thèse EPFL, 1997. (https://infoscience.epfl.ch/record/32217/files/EPFL_TH1740.pdf)
- [8] S. Norcia et al., “Efficient single-mode Brillouin fiber laser for low-noise optical carrier reduction of microwave signals,” *Opt. Lett.*, vol. 28, no. 20, pp. 1888–1890, 2003.
- [9] J. Poette et al., “Highly-sensitive measurement technique of relative intensity noise and laser characterization,” *Proc. SPIE*, vol. 6603. p. 66031R–66031R–10, 2007.