

Dérive d'une instabilité modulationnelle induite par un filtrage de Fourier asymétrique

E. Louvergneaux¹, *et al.*^{1,2}

¹ Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, Université Lille 1, CNRS UMR8523. 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

² INLN, Université de Nice-Sophia Antipolis, CNRS, 1361 route des Lucioles 06560 Valbonne, France
eric.louvergneaux@univ-lille1.fr

Le filtrage de Fourier est une technique bien connue et utilisée dans de nombreuses applications, telles que la sélection de bande FM, la réduction de bruit (sonore, visuel), etc [1,2]. Cette technique a aussi été étudiée en recherche fondamentale pour stabiliser des instabilités par exemple [3,4]. Pour cela, des bandes spectrales, spatiales ou temporelles, sont supprimées ou atténuées symétriquement par rapport à la fréquence nulle. La question, maintenant est que se passe-t'il si le filtrage est appliqué de manière asymétrique. La notion de filtrage asymétrique présuppose l'existence de fréquences positives et négatives. Ceci n'a à priori pas de sens physique, seulement lors de l'obtention de la transformée de Fourier optique d'un signal dans le focal d'une lentille. C'est exactement à cette position que nous souhaitons appliquer un filtrage asymétrique.

Le système étudié est un milieu soumis à une boucle de rétroaction optique [5]. Nous appliquons un filtrage asymétrique lors du renvoi du faisceau dans le milieu Kerr, coupant une partie des fréquences spatiales négatives ou positives. Le développement analytique mené dans le cas d'une onde plane non bruitée, prédit une région de filtrage pour laquelle l'instabilité transverse dérive. La vitesse de phase et la vitesse de groupe sont alors différentes de zéro. Le nombre d'onde de l'instabilité se voit aussi modifié selon la position du filtre. Les simulations numériques, menées dans ces conditions (cas idéal) confirment parfaitement les prédictions analytiques. Cependant, le dispositif expérimental est éclairé par un faisceau gaussien et est soumis au bruit. Nos travaux numériques réalisés dans des conditions expérimental montre que le phénomène de dérive est robuste et que les deux principaux régimes existent toujours, malgré un changement dans leur domaines d'existence.

Pour compléter l'étude théorique, nous réalisons l'expérience suivante. Un faisceau lumineux est envoyé dans une boucle de rétroaction en anneau dans laquelle est inséré un dispositif de lentilles $4f$, générant un espace de Fourier en son centre. Le milieu considéré comme Kerr est un cristal liquide nématique. L'imagerie est effectuée sur le faisceau de retour ayant été filtré et ayant traversé une seconde fois le milieu Kerr. Sans filtrage et au seuil, nous observons une instabilité modulationnelle sans dérive. L'application du filtrage asymétrique provoque une dérive de la phase et une modification du nombre d'onde, comme prédit par la théorie. Par ce travail, nous montrons une nouvelle méthode pour briser la symétrie d'un système et ainsi générer la dérive d'une instabilité modulationnelle.

Références

1. G. J. King, FM radio servicing handbook (MacMillan, 1958).
2. D. Van De Ville, M. Nachtegaal, D. van der Weken, E. E. Kerre, W. Philips, and I. Lemahieu, IEEE Trans. on Fuzzy Syst. 11, 429 (2003).
3. S. Jensen, M. Schwab, and C. Denz, Phys. Rev. Lett. 81, 1614 (1998).
4. E. Benkler, M. Kreuzer, R. Neubecker, and T. Tschudi, Phys. Rev. Lett. 84, 879 (2000).
5. S. A. Akhmanov, M. A. Vorontsov, and V. Yu. Ivanov, JETP Lett. 47, 707 (1988).