

# Structures localisées dans des VCSELs : expérience et contrôle par retour retardé

Etienne Averlant<sup>1,2</sup>, Mustapha Tlidi<sup>1</sup> & Krassimir Panayotov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences, Université libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

<sup>2</sup> IR-TONA, Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles, Belgique

eaverlan@ulb.ac.be

Les structures localisées sont des variations locales d'une quantité dans les systèmes dissipatifs spatialement étendus. Elles ont été observées dans de nombreux domaines de la science non linéaire, tels que la chimie, l'écologie, la mécanique des fluides. . . En optique, ces structures consistent en un pic d'intensité lumineuse dans le plan transverse à la propagation d'un faisceau laser. Elles peuvent être générées dans des valves à cristaux liquides, des cellules de gaz, des cristaux photoréfractifs ou des lasers à cavité verticale émettant par la surface (VCSELs). Depuis plus de quinze ans [1], l'engouement pour cette expérience a mené à de nombreux articles, revues, éditions spéciales (voir par exemple [2]).

Elles sont généralement créées dans des VCSELs de très grande surface d'émission (de 150 à 200 micromètres de diamètre). Pour pouvoir en générer dans des VCSELs à plus petite surface (40 micromètres de diamètre), des propriétés particulières de polarisation dans les VCSELs ont dû être utilisées [3].

Les structures localisées peuvent être mises en mouvement par différents mécanismes : un gradient de phase, ou une inclinaison du miroir de la cavité par exemple. Une rétroaction retardée du champ électrique émis par le VCSEL peut avoir les mêmes effets. Il a été proposé récemment d'utiliser cette rétroaction comme contrôle sur les structures localisées [4].

En ce qui concerne la partie expérimentale de ce travail, nous présentons ici un dispositif de génération spontané de structures localisées dans un VCSEL dont la surface d'émission est un disque de 80 micromètres de diamètre [5].

En ce qui concerne la partie théorique de ce travail, nous étudions un VCSEL soumis à une injection optique ainsi qu'à une rétroaction retardée. Nous montrons que dans un domaine de paramètres restreint (où la dynamique du système est décrite par une équation de Swift-Hohenberg modifiée avec délai [6]), ces structures se mettent en mouvement, pour atteindre une vitesse constante. Nous déterminons cette vitesse analytiquement. Cette vitesse ne dépend que des paramètres de la rétroaction retardée [6]. Dans le cadre plus général des équations de champ moyen (comme celles utilisées dans [7]), cette vitesse dépend aussi du taux de recombinaison des porteurs de charge [8]. Ces résultats théoriques sont en cours d'implémentation expérimentale.

## Références

1. S. Barland, J.R. Tredicce, M. Brambilla, L.A. Lugiato, S. Balle, M. Giudici, T. Maggipinto, L. Spinelli, G. Tissoni, T. Knödl, et al., *Nature* **419**(6908), 699 (2002)
2. M. Tlidi, K. Staliunas, K. Panajotov, A.G. Vladimirov, M.G. Clerc *Phil. Trans. R. Soc. A* **372**, 2027 (2014).
3. X. Hachair, G. Tissoni, H. Thienpont, K. Panajotov, *Phys. Rev. A* **79**, 011801 (2009).
4. A. Pimenov, A.G. Vladimirov, S.V. Gurevich, K. Panajotov, G. Huyet, M. Tlidi, *Phys. Rev. A* **88**, 053830 (2013).
5. E. Averlant, M. Tlidi, H. Thienpont, T. Ackemann, K. Panajotov, *Opt. Express* **22**(1), 762 (2014).
6. M. Tlidi, E. Averlant, A. Vladimirov, K. Panajotov, *Phys. Rev. A* **86**, 033822 (2012).
7. K. Panajotov, M. Tlidi, *The European Physical Journal D* **59**(1), 67 (2010).
8. A.G. Vladimirov, A. Pimenov, S.V. Gurevich, K. Panajotov, E. Averlant, M. Tlidi, *Phil. Trans. R. Soc. A* **372**, 2027 (2014).