

C. Lafargue¹, N. Djellali¹, C. Ulysse², M. Lebental¹, A. Grigis³, and J. Zyss¹

1. Laboratoire de Photonique Quantique et Moléculaire, Ecole Normale Supérieure de Cachan, CNRS UMR 8537, 94235 Cachan, France.

2. Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, CNRS UPR20, 91460 Marcoussis, France.

3. Laboratoire Analyse, Géométrie et Applications, Université Paris 13, CNRS UMR 7539, Villetaneuse, France

* clement.lafargue@ens-cachan.fr

Résumé L'existence ou non d'une orbite périodique dans certains billards triangulaires n'est pas mathématiquement démontrée. Nous proposons d'utiliser des microlasers organiques pour faire apparaître de telles orbites via une analyse du spectre émis.

Discussion Les orbites périodiques jouent un rôle majeur dans la théorie des systèmes dynamiques en général et celle du chaos ondulatoire en particulier [1]. Elles correspondent à des trajectoires possibles d'une particule classique. Dans le cas d'une cavités-billards elles respectent donc les réflexions spéculaires à la frontière. D'un point de vue ondulatoire, elles sont aussi fondamentalement liées aux modes de la cavité. Ce lien est matérialisé par la *formule de trace* [1]. Ici nous considérons des billards bidimensionnels (2D) ouverts, ce qui signifie qu'une particule peut être transmise hors de la cavité [2].

Pour la plupart des billards 2D, il est possible d'identifier au moins une orbite périodique, mais pour certains triangles, on ne sait pas s'il en existe. C'est le cas des triangles dont un angle mesure plus de 100° et dont aucun angle n'est rationnel (i.e. $\frac{p\pi}{q}$ avec p et q entiers) [3]. Comme le spectre émis par un microlaser révèle en général l'existence d'une ou plusieurs orbites périodiques [4], nous proposons d'appliquer cette technique pour détecter des orbites dans des triangles.

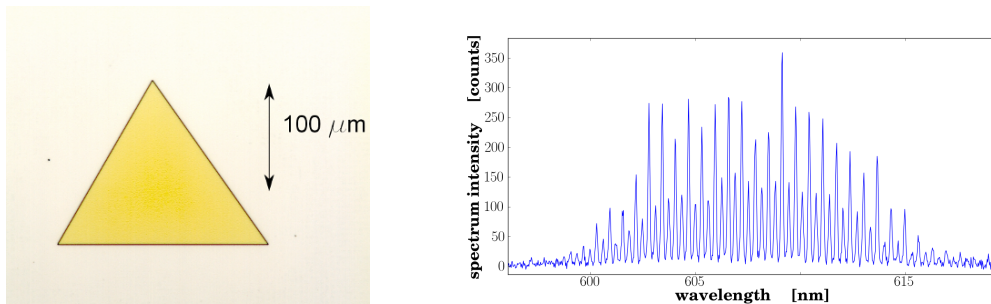


FIGURE 1 – À gauche, photographie au microscope optique d'un microlaser triangulaire (vraies couleurs). À droite, le spectre d'émission d'un microlaser triangulaire.

Les cavités se composent d'une unique couche de polyméthylméthacrylate (PMMA) dopée avec un colorant laser et déposée par centrifugation (épaisseur $0.6\mu\text{m}$) sur un substrat de silice ($2\mu\text{m}$). Les résonateurs sont gravés par lithographie électronique, ce qui permet d'obtenir une qualité nanométrique des faces et des angles (cf. Fig.1 gauche). Nous pompions les microlasers un par un par le dessus avec un laser Nd :Yag pulsé et doublé et collectons l'émission dans le plan de la cavité.

Nous présentons des résultats expérimentaux obtenus pour plusieurs formes de triangles : rectangles, isocèles, à angles obtus et aigus. Les spectres d'émission enregistrés dans différentes directions permettent d'extraire les longueurs géométriques des orbites périodiques grâce à une analyse systématique [4]. Des informations complémentaires sont obtenues par l'influence de la polarisation de pompage, par les seuils laser et par les diagrammes angulaires d'émission. Finalement, lorsque plusieurs orbites coexistent, nous comparons les résultats aux prédictions de la formule de trace.

Références

- [1] H.-J. Stöckmann, Quantum chaos, an introduction (Cambridge university press, 1999).
- [2] M. Lebental, E. Bogomolny, and J. Zyss, in Practical applications of microresonators in optics and photonics, ed. A. Matsko (CRC Press, Boca Raton, 2009).
- [3] R. E. Schwartz, Journal of Experimental Mathematics, **18**, p. 137 (2008).
- [4] M. Lebental, N. Djellali, C. Arnaud, J.S. Lauret, J. Zyss, R. Dubertrand, C. Schmit and E. Bogomolny, Physical Review A, **76**, 023830, 2007.