



Proposition de stage de master 2

## Cristaux photoniques à gradient et dispositifs

Éric Akmansoy<sup>1</sup>

Département Photonique

---

### Cadre général

D'une part, les cristaux photoniques à gradient permettent un réel contrôle de la propagation de la lumière par le profil de leur bandes photoniques [1]. De l'autre, l'optique à gradient d'indice (GRIN Optics) connaît un renouveau parce qu'elle offre de nouveaux degrés de liberté pour le « design » de dispositifs optiques [2]. Cependant, la fabrication du profil d'indice à gradient est difficile. Les nanotechnologies permettent de fabriquer facilement des cristaux photoniques, ce que nous considérerons en concevant des cristaux photoniques à gradient pour réaliser des dispositifs optiques à gradient d'indice.

Pour démontrer que les cristaux photoniques à gradient permettent de contrôler la propagation du champ électromagnétique, nous avons mis en évidence expérimentalement un « mirage photonique » (cf. fig. 2) [1]. Nous concevons, simulons numériquement et caractérisons des cristaux photoniques à gradient pour des dispositifs à gradient d'indice (cf. fig. 1) [3,4]). Par ex., nous avons conçu une lentille plate que nous avons caractérisée dans le domaine des micro-ondes [5]. Récemment, nous avons conçu et simulé une lentille de Luneburg [6] (cf. fig. 1). Pour concevoir ces dispositifs optiques, nous mettons en oeuvre une ingénierie des courbes iso-fréquences qui traduisent la relation de dispersion des cristaux photoniques. Notre but est de monter en fréquences vers le domaine optique. La démonstration expérimentale de tels composants est une fin en soi, car il y a un défi technologique à les fabriquer. Nous envisageons un grand nombre d'applications à ces cristaux photoniques à gradient pour la photonique intégrée, le laboratoire sur puce, la biophotonique, le pompage optique de matériaux organiques, etc.

### Plan du stage

Durant ce stage, des dispositifs à cristaux photoniques seront conçus et simulés numériquement. Ils fonctionneront dans différentes gammes de fréquences, de l'optique aux micro-ondes. Le but est de pouvoir les fabriquer et les caractériser par la suite. Ce stage pourra se poursuivre par une thèse.

### Bibliographie

- [1] Éric Akmansoy, Emmanuel Centeno, Kevin Vynck, David Cassagne, and Jean-Michel Lourtioz, Graded photonic crystals curve the flow of light : An experimental demonstration by the mirage effect, *Appl. Phys. Lett.* 92, 133501 (2008)
- [2] Predrag Milojkovic, Stefanie Tompkins, Ravindra Athale, Gradient Index Optics, *Optical Engineering*, November 2013/Vol. 52(11), p. 112101-1
- [3] F. Gauffillet, É. Akmansoy, Graded photonic crystals for graded index lens, *Optics Communications*, Volume 285, 2638 (2012).

---

1. eric.akmansoy@u-psud.fr

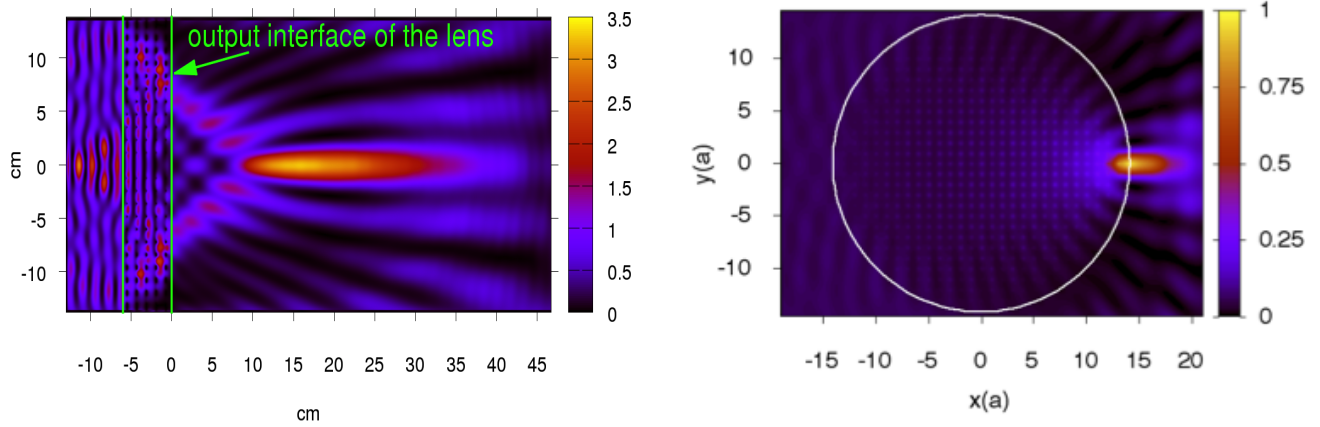


FIGURE 1 – à gauche : focalisation par une lentille plate à GPC [3] ; à droite : focalisation par une lentille de Luneburg [6]

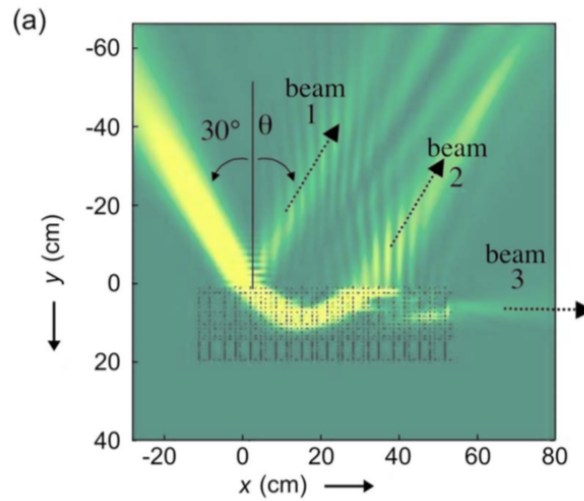


FIGURE 2 – Mirage photonique : le cristal photonique courbe la propagation du champ électromagnétique [1].

- [4] F. Gauffillet, É. Akmansoy, Design of flat graded index lenses using dielectric Graded Photonic Crystals, *Optical Materials*, Vol. 47, 555-560 (2015)
- [5] F. Gauffillet and E. Akmansoy. Design and experimental evidence of a flat graded-index photonic crystal lens. *Journal of Applied Physics*, 114(8) :083105, 2013.
- [6] F. Gauffillet and E. Akmansoy. *Graded photonic crystals for Luneburg lens*, *IEEE Photonics Journal*, vol. 8, 11 (2016)
- [7] CVI Melles Griot. Gradient-Index Lenses – <http://pdf.directindustry.com/pdf/cvi-melles-griot/gradient-index-lenses/12567-66963.html>.
- [8] Z. Han, X. Checoury, D. Néel, S. David, M. El Kurdi, P. Boucaud, Optimized design for ultra-high Q silicon photonic crystal cavities, *Optics Communications* 283 (21) (2010) 4387 – 4391.