

Cristal photonique 1-D

Concepteurs : Ngoc Diep Lai, Vincent Jacques

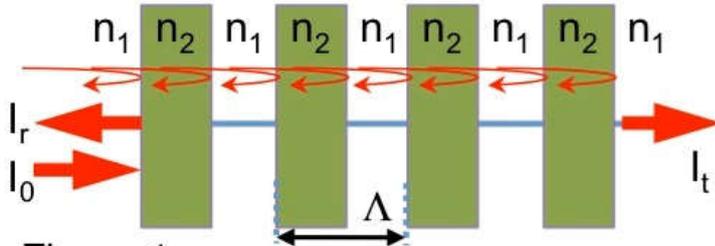


Figure 1

Un cristal photonique est une structure dont l'indice diélectrique varie périodiquement à l'échelle de la longueur d'onde dans une ou plusieurs directions de l'espace (voir la figure 1). Ce système physique est l'analogue formel d'un cristal semi-conducteur qui affecte le déplacement des électrons en créant des bandes d'énergie autorisées et interdites. L'absence de modes propagatifs des ondes électromagnétiques dans de telles structures, dans une plage de fréquences ou de longueurs, est alors qualifiée de bande interdite photonique (voir la figure 2).

L'exemple le plus simple de cristal photonique est celui d'un miroir de Bragg (cristal photonique à 1D), qui consiste à déposer en alternance des couches de matériaux diélectriques d'indices différents. La bande interdite photonique peut alors être observée simplement en mesurant le spectre de transmission de l'ensemble (voir la figure 2).

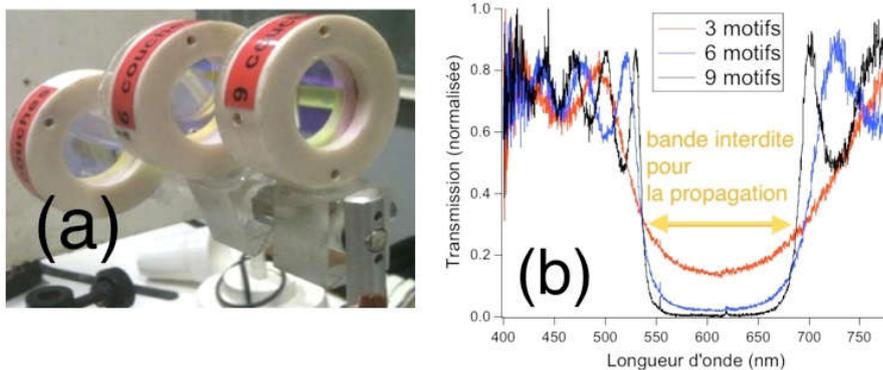


Figure 2 : miroirs de Bragg (a), et courbes de transmission correspondantes

Un système analogue, mais fonctionnant dans le domaine des radiofréquences, sera ensuite étudié. Il s'agit d'un cristal photonique coaxial obtenu en connectant alternativement des câbles coaxiaux d'impédances caractéristiques différentes (voir la figure 3).

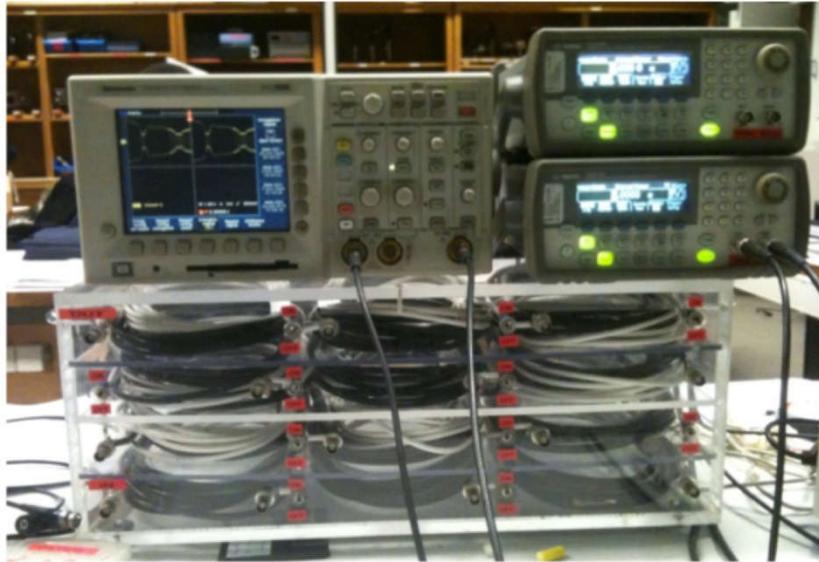


Figure 3 : analogue d'un cristal photonique, à base de câbles coaxiaux

Ses caractéristiques peuvent être modifiées avec beaucoup de souplesse, ce qui permet d'étudier et de transformer facilement la relation de dispersion du milieu. Les étudiants pourront ainsi mettre en évidence certaines caractéristiques importantes de la propagation dans les cristaux photoniques (et, de manière plus générale dans les milieux périodiques). Par exemple :

- l'existence de bandes interdites,
- la possibilité de réaliser une propagation supra-luminique (c'est-à-dire la transmission d'un signal avec une vitesse de groupe plus grande que la vitesse de la lumière c_0), ou au contraire de ralentir fortement la propagation de l'onde électromagnétique,
- le couplage avec des défauts présents dans le guide.