

Introduction général

Dans le milieu des années 90, les avancées en nano -technologies ont rendu possible l'élaboration de matériaux artificiels dont le comportement vis-à-vis des ondes électromagnétiques est tout à fait surprenant et, pour cette raison, ils sont appelés parfois cristaux photoniques. Depuis lors, ces matériaux intéressent beaucoup la communauté scientifique, notamment dans le domaine de l'optique.

La notion de "cristaux photoniques" a été proposée pour la première fois en 1987[1]. Le premier cristal photonique a été réalisé en 1991[2]. Les cristaux photoniques sont des structures dont l'indice de réfraction varie périodiquement à l'échelle de la longueur d'onde dans une, deux ou trois dimensions. Ce milieu périodique produit sur la lumière qui se propage dans le cristal photonique un effet analogie formelle qui existe entre les équations de Maxwell régissant la propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu diélectrique et l'équation de Schrödinger pour les électrons. De même qu'il existe des bandes d'énergie permises et des bandes d'énergie interdites pour les électrons, il apparaît des bandes photoniques permises et des bandes photoniques interdites pour les photons dans les cristaux photoniques. Une bande photonique correspond à un mode qui se propage dans le cristal photonique. Une bande interdite photonique correspond à intervalle de fréquence où la propagation de la lumière est interdite dans certaines directions du cristal photonique.

Les cristaux à deux dimensions (2D) ont en effet atteint le niveau de maturité nécessaire quanta d'éventuelles applications. La fabrication de cristaux photoniques à trois dimensions (3D) est encore au stade de la recherche, alors que ces cristaux existent déjà dans la nature (les opales, les ailes des papillons,...).

Si l'on introduit des défauts dans le cristal photonique, de nouveaux états permis apparaissent dans la bande interdite photonique, comme lors du dopage des impuretés d'un semi-conducteur. La lumière peut être confinées l'on plusieurs dimension selon le défaut et la dimensionnalité du cristal photonique. Par exemple, si l'on introduit un défaut unidimensionnel dans un cristal photonique bidimensionnel, la lumière est confinée en deux dimensions. Une cavité bidimensionnelle est créée. Si on introduit un défaut linéaire dans un cristal photonique bidimensionnel, la lumière est confinée dans une dimension et elle est libre de se propager dans l'autre dimension, ce qui constitue un guide d'onde. [1]

Nous étudions la propagation des ondes dans les structures à base de couplage guide à cristaux photoniques cavité dans le but de réaliser des filtres démultiplexeurs. On s'intéresse à la structure triangulaire, dans lesquelles le réseau périodique de trous d'air

est gravé dans un matériau semi-conducteur ou un autre, d'indice de réfraction (**n**). On choisit des paramètres de réseau : la période (**a**) et le diamètre de trous d'air. Ce mémoire se compose de quatre chapitres :

Dans le premier, on introduit les notions de base des cristaux photoniques, les différents types de cristaux et le phénomène d'ouverture de bande interdite, nous détaillerons le cas des cristaux bidimensionnels. Nous allons voir la méthode des ondes planes et méthode FDTD.

Le deuxième chapitre est consacré en premier temps aux concepts de base liés aux différents types de cavités à CP, dans la deuxième partie de chapitre nous présentons les notions théoriques des guides d'onde, la dernière partie représente, la définition, la géométrie et le principe de démultiplexeur à CP.

Dans le troisième chapitre, on décrit brièvement les logiciels de simulation de Rsoft CAD, Band Solve basé sur la méthode des ondes planes et FullWave basé sur la méthode FDTD.

Dans le chapitre quatre nous avons étudié la cavité à cristaux photoniques (résonance, transmission, facteur de qualité) en fonction de rayon R et de l'indice de réfraction de tige centrale, puis nous avons étudié la transmission de guide d'onde à CP, et l'étude de propagation de la lumière dans les démultiplexeurs à cristaux photoniques.

Ce mémoire se termine par une conclusion générale.