



**HAL**  
open science

## modélisation de composants optiques diffusés sur verre : application au Fabry-Perot intégré

Laurent Guilloton, Smail Tedjini, Tan-Phu Vuong

### ► To cite this version:

Laurent Guilloton, Smail Tedjini, Tan-Phu Vuong. modélisation de composants optiques diffusés sur verre : application au Fabry-Perot intégré. 2004. hal-00392538

**HAL Id: hal-00392538**

**<https://hal.science/hal-00392538>**

Submitted on 8 Jun 2009

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Modélisation de composants optiques diffusés sur verre : Application au Fabry-Perot intégré.

Laurent Guilloton, Smaïl Tedjini, Tan-Phu Vuong  
LCIS/INPG, 50 rue de Laffemas, BP54, 26902 Valence CEDEX 09  
laurent.guilloton@esisar.inpg.fr

**Résumé :** Dans cette communication nous présentons une approche de CAO pour la simulation de circuits optiques intégrés sur verre. La modélisation de tels composants nécessite un calcul efficace des indices effectifs sur chaque polarisation afin de prendre en compte la géométrie de la structure. Nous présenterons les résultats de simulation d'un circuit d'optique intégré sur verre : Un Fabry-Perot intégré.

## 1 Introduction

Les technologies optiques basées sur l'utilisation de fibre et de dispositifs optiques et optoélectroniques intégrés sont de nos jours très utilisées et tendent à le devenir de plus en plus. Les circuits devenant de plus en plus complexes, Il devient nécessaire d'utiliser des logiciels de simulation efficaces. Dans le panel des simulateurs, nous orientons notre étude vers les simulateurs de type circuit qui permettent de tenir compte des phénomènes de réflexion et de polarisation des signaux optiques tout en réalisant une simulation rapide. De plus de tels logiciels peuvent être compatible avec les outils de la microélectronique, ce qui est un atout pour l'intégration optoélectronique. Ce type de simulation est basé sur l'utilisation de matrice-S des composants optiques [1]. Dans cette communication, nous présentons la détermination de la matrice-S d'un guide diffusé sur verre puis un circuit contenant ce guide : Un Fabry-Perot intégré.

## 2 Modélisation d'un guide optique diffusé

Comme montré dans [2], un guide optique est un composant passif à 2 ports. Idéalement ces guides sont sans pertes et sans réflexion. La matrice-S d'un tel guide est alors :

$$\begin{bmatrix} 0 & F \\ F^T & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

où chaque terme est une matrice 2x2 pour prendre en compte les effets de la polarisation et où F est unitaire dans le cas sans perte. La forme générique de la matrice F dans le cas réel a été présenté dans [2]. La représentation schématique de ce guide est donnée Fig.1.a.

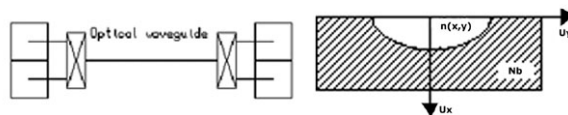


FIG. 1: (a) Représentation schématique d'un guide d'onde optique ; (b) Guide diffusé étudié.

Pour un guide diffusé, le calcul d'indice effectif est difficile et pourtant primordial. En effet, ce calcul dépend de nombreux paramètres comme le temps et la température de diffusion, le type de substrat et le sel de diffusion utilisés, le profil de diffusion, etc... [3] Ce guide a la forme de la Fig.1.b. L'algorithme de calcul utilise la méthode WKB sur chaque tronçon (différents  $y$ ) en partant du profil d'indice du guide  $n(x,y)$ . Nous déterminons ainsi un profil d'indice pour chaque mode  $n_m(y)$ . Ensuite nous recommençons le calcul en utilisant le profil précédemment calculé. Pour réaliser ceci, un outil en Visual C++ a été développé (Fig.2.a). En répétant ce calcul pour chaque  $\lambda$  dans la plage de simulation, nous obtenons une courbe (Fig.2.b), interpolable par une équation qui sera alors intégrée dans nos modèles.

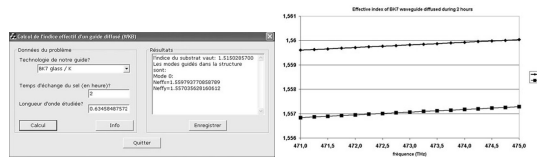


FIG. 2: (a) Outil de calcul d'indice effectif; (b) Résultats obtenus par l'algorithme WKB.

### 3 Simulation d'un circuit : Le Fabry-Perot intégré sur verre

Considérons le circuit Fig.3.a. Ce circuit représente un Fabry-Perot intégré sur verre. Il est composé d'un coupleur 95/5 et d'un guide optique étudié précédemment représentant un résonateur en anneau. Ici, le guide a une longueur  $L_1$  de  $45cm$  en spirale. Nous supposons ici que la distance entre les différents spires du guide est suffisamment grande pour négliger leurs couplages. Les pertes de courbure peuvent être calculées par la relation 2 où  $C_1$  et  $C_2$  sont deux constantes décrites en [4].

$$\alpha(R) = C_1 \cdot e^{C_2 \cdot R} \quad (2)$$

Nous mesurons donc un pas d'interférence, autour de la longueur d'onde centrale  $\lambda_0 = 0.633\mu_m$ , de l'ordre de  $430MHz$  (Fig.3.b). Théoriquement, le pas d'interférence est approché par la relation suivante :

$$\Delta\nu = \frac{c}{n_{eff}L} \approx 430MHz \quad (3)$$

Il y a donc concordance entre simulation et théorie.

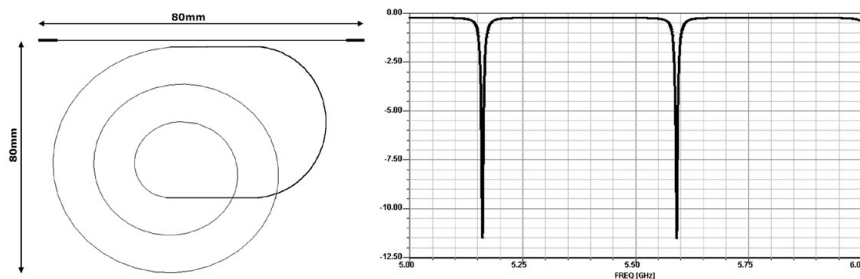


FIG. 3: (a) Structure d'un Fabry-Perot intégré; (b) Résultat de simulation du circuit.

### Conclusion

Dans cette communication, nous présentons une approche permettant de simuler des circuits optiques intégrés sur verre. Après avoir calculé les indices effectifs des guides constituant ces circuits, et après avoir intégré les résultats dans un outil de simulation circuit, pour valider notre approche, nous avons simulé un circuit intégré sur verre, un Fabry-Perot.

### Références

- [1] Yitzhak Weissman, *Optical network theory*, Artech House Boston, 1992.
- [2] Laurent Guilloton, Smaïl Tedjini, Tan-Phu Vuong, *Optical component modeling and circuit simulation using Serenade Suite*, URSI, Maastricht 2002.
- [3] S. Iraj Najafi, *Introduction to Glass Integrated Optics*, Artech House Boston, 1992.
- [4] William J. Minford, Steven K. Korotky, Rod C. Alferness, *Low-Loss Ti : LiNbO3 Waveguide Bends at  $\lambda = 1.3\mu_m$* , IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.QE-18, NO.10, October 1982.