



**HAL**  
open science

## Extraction de la matrice-S des composants optiques monomodes

Laurent Guilloton, Smail Tedjini, Tan-Phu Vuong

► **To cite this version:**

Laurent Guilloton, Smail Tedjini, Tan-Phu Vuong. Extraction de la matrice-S des composants optiques monomodes. 2003. hal-00392535

**HAL Id: hal-00392535**

**<https://hal.science/hal-00392535>**

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.

# EXTRACTION DE LA MATRICE « S » DES COMPOSANTS OPTIQUES MONOMODES

Laurent GUILLOTON, Smaïl TEDJINI, Tan-Phu VUONG  
LCIS-INPG, 50 rue B. de Laffemas, 26902 Valence – France  
Prénom.Nom@esisar.inpg.fr

## RESUME

Nous étudions l'extraction des paramètres S-optiques pour les composants planaires monomodes. Ces paramètres seront ensuite intégrés dans un outil de simulation de type circuit. L'exemple, présenté dans cette communication concerne la jonction « Y » dont tous les accès sont des guides monomodes. La simulation électromagnétique est réalisée grâce à la suite FEMLAB intégrée sous un environnement MatLab

## MOTS CLES :

Composant monomode, Matrice-S optique, FEM, Simulation.

## 1. INTRODUCTION

Les Technologies optiques basées sur l'utilisation de fibres 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 apparaît évident que des outils de simulation deviennent nécessaires. De nombreux outils de simulation de type « composant » et de type « système » existent déjà sur le marché. Cependant l'un comme ne sont pas adaptés à l'étude des circuits. En effet, il n'est pas concevable de décrire un circuit complexe sous un simulateur de type « Composant » du fait du temps de calcul et d'une capacité mémoire très importante (maillage très petit, dû aux longueurs d'onde étudiées). Le simulateur de type « Système », quand à lui, utilise les fonctions transferts (modèle comportemental) des composants impliquant la non-prise en compte des réflexions (bloc unidirectionnel). Il en résulte la nécessité de développer un simulateur intermédiaire orienté « circuits » alliant rapidité de calcul, prise en compte des réflexions, des interférences etc.. et facilité de paramétrage.

Une approche à partir de la matrice-S optique a déjà été développée permettant de décrire des composants optiques [1]. Cependant la détermination des valeurs des paramètres « S » est nécessaire pour réaliser des simulations réalistes. Dans cette communication nous proposons une approche faire cette extraction des paramètres « S » et leur évolution en fonction de la longueur d'onde. Le simulateur FEMLAB va nous permettre d'obtenir la forme des champs optique à chaque accès du composant étudié. Ensuite un post traitement sera réalisé sous Matlab pour obtenir les paramètres-S.

## 2. TECHNIQUE DE MODELISATION

La matrice-S optique est une extension de la matrice-S micro-onde utilisant le concept des vecteurs de Jones permettant de tenir compte de la polarisation. En toute rigueur, et pour une simulation de type circuit, la matrice S est associée à un mode propre sur chaque accès du composant. Elle représente la réflexion d'un mode donné sur un accès ou la transmission d'un mode donné entre deux accès. Pour cela nous allons suivre la démarche décrite en figure.1.

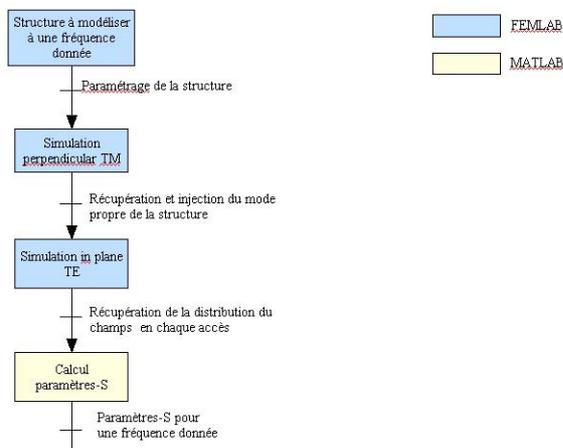


Figure.1 : algorithme de calcul des paramètres-S d'un composant optique

Cet algorithme est répété autant de fois qu'il le faut pour obtenir nos paramètres-S sur une gamme de fréquence déterminée. Nous pouvons donc déterminer la matrice «S» pour une gamme de longueur d'onde donnée.

### 3. OBTENTION DU MODE PROPRE D'UNE STRUCTURE MONOMODE

Les structures monomodes sont parmi les structures les plus utilisées dans le domaine des circuits. Pour déterminer (par simulation) le mode propre associé à une fréquence, plusieurs méthodes sont envisageables. Une méthode consiste à injecter une excitation constante dans notre structure puis d'observer sa sortie. Si la longueur de la structure est suffisante, que la structure est monomode, alors les modes d'ordres supérieurs seront filtrés (rayonnés) [2] et nous obtiendrons en sortie un mode unique. Une telle approche est illustrée par la simulation donnée sur la figure 2. On voit clairement l'évolution du champ entre l'entrée et la sortie du guide ainsi que les modes rayonnés à l'extérieur du guide. Une seconde méthode consiste à réaliser une simulation sur la section de la structure pour déterminer les modes propres qui peuvent se propager. On pourra alors injecter ce mode en entrée de la structure.

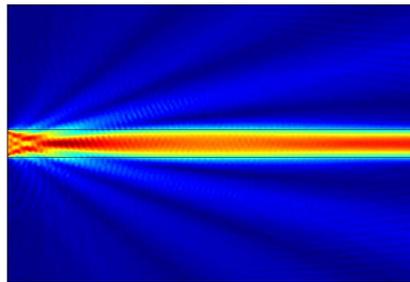


Figure.2: Détermination du mode propre d'un guide.

Excitation d'un guide monomode par un champ constant en entrée. Simulation réalisée sous FEMLAB[3]

### 4. EXEMPLE DE LA JONCTION-Y

Pour des raisons de simplicité de mise en œuvre sous FEMLAB, nous avons opté pour la première approche décrite ci-dessus. Nous allons donc injecter dans la jonction-Y un mode propre déterminé par la simulation de la propagation dans un guide droit de même section que l'entrée de la structure à modéliser. Nous injectons ce mode dans la structure et réalisons une simulation harmonique avec une résolution de type TE in plane (propagation dans le plan d'étude). Nous observons alors la propagation du mode sélectionné dans la structure (figure 3a). Si un champ unitaire avait été injecté dans la structure, nous aurions obtenu les résultats suivant (figure 3b).

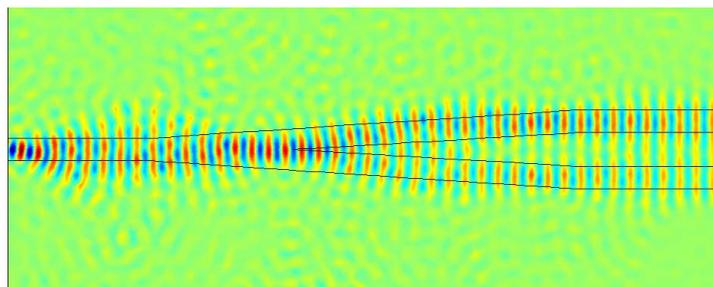


Figure.3a : Propagation d'un mode propre dans la structure

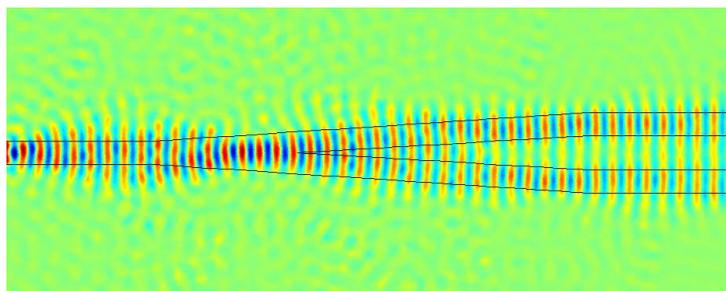
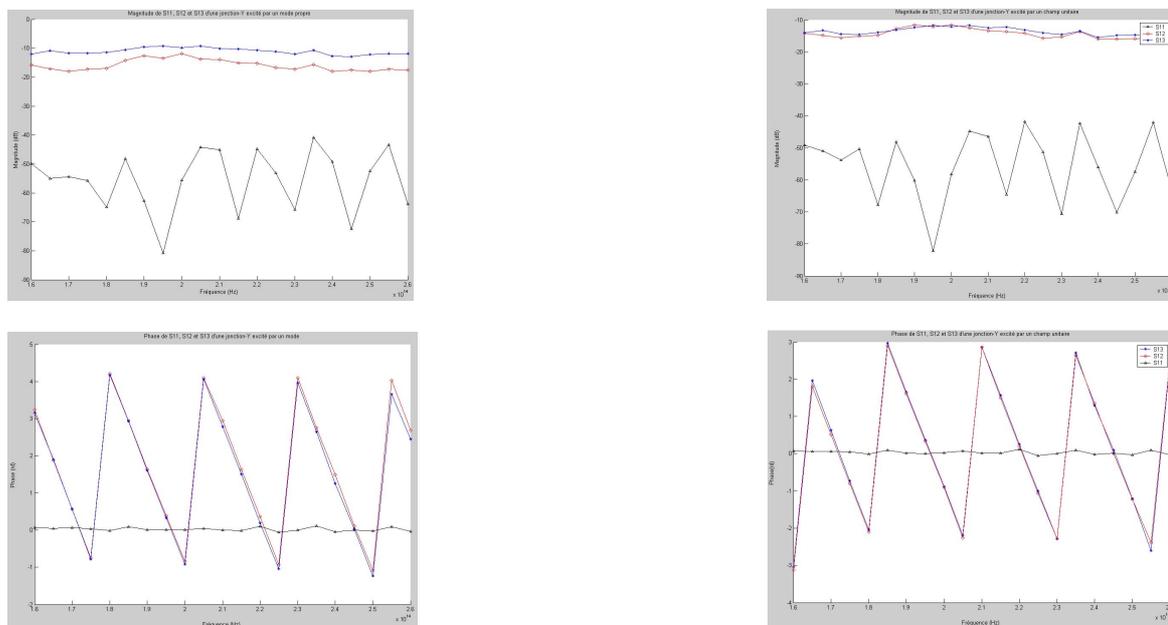


Figure.3b : Propagation d'un champ unitaire dans la structure

## 5. CALCUL DE LA MATRICE-S

Nous pouvons alors définir les paramètres-S associée au mode propre pour une fréquence donnée. En première approximation, nous pouvons réaliser une simulation paramétrique avec le paramètre fréquence de manière à observer l'évolution du paramètre-S (figure 4). Les figures 4 donnent les paramètres « S » pour les deux simulations de la figure 3. Nous constatons la variation de ces paramètres avec la fréquence. Rigoureusement nous devrions recalculer le mode propre pour chaque pas de fréquence puis observer la matrice-S de la jonction-Y associée à chaque pas de fréquence. Nous constatons également une dissymétrie de fonctionnement dans le cas d'une excitation par un mode propre. Cette dissymétrie ( au demeurant artificielle) peut s'expliquer par la forme du champ injecté qui est donné sur la figure 3a.



a) Excitation mode propre

b) Excitation par un champ constant

Figure.4 : Module et Phase des paramètres « S » d'une jonction-Y « monomode » excitée par un mode propre ou par un champ unitaire

Pour éviter ces problèmes nous devons projeter les champs en entrée et en sortie de la structure sur le mode propre du guide. Cette opération peut se faire sous Matlab grâce au produit d'intercorrélation entre le champ d'excitation, le champ en sortie et les modes propres.

## CONCLUSION

Dans cette communication nous avons étudié l'extraction des paramètres « S » des structures monomodes à l'aide d'un simulateur électromagnétique : FEMLAB dans notre cas. Nous avons montré l'effet de l'excitation sur le calcul des paramètres « S ». Les paramètres « S » (module et phase et variation en fonction de la longueur d'onde) sont déterminés. Une amélioration des résultats est possible grâce à une meilleure prise en compte des modes propres de la structure étudiée.

## REFERENCES

**S.Tedjini, L. Guilloton, B. Pannetier, T-P Vuong**

" A novel approach for the simulation of optical circuits and systems"

EWME 2002, Proc of the 4th EWME 2002, 23-24 May, Vigo, Spain. 2002

**D.Khalil, S.Tedjini, P.Benech**

"Asymmetric excitation of symmetric single-mode Y-junction. The

radiation mode effects" IEEE-MTT , 40 n° 12, pp. 2235-2242 Dec 1992