

Guillaume Tremblay, Jean-Numa Gillet, Yunlong Sheng, Martin Bernier, et Gilles Paul-Hus

Centre d'Optique, Photonique et Laser, Université Laval, Québec, Dépt. de Physique, Génie Physique et Optique,

Introduction

L'algorithme présenté ici permet d'optimiser un réseau de Bragg à fibre en fonction de la réponse spectrale désirée et de contraintes de fabrication prédéfinies. Un réseau a été fabriqué afin de comparer sa réponse spectrale avec sa réponse théorique.

Algorithme génétique

À partir d'une population initiale de N solutions (chromosomes) déterminée aléatoirement, on cherche une solution optimale par un processus récursif de **sélection**, **reproduction** et **mutation**.

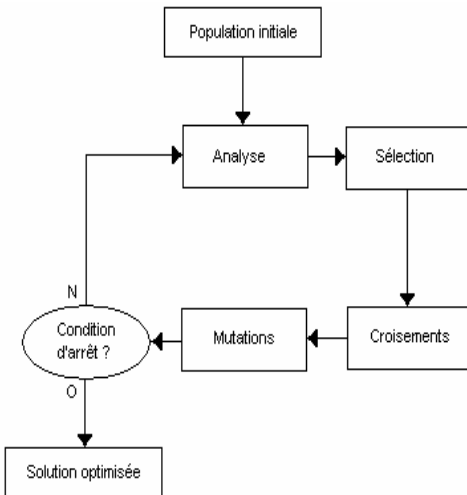


Fig.1: Schéma de l'algorithme génétique

Codage en valeurs réelles

Chaque chromosome, \mathbf{a}_i , est un vecteur en valeurs réelles (gènes) tel que $-1 \leq a_{ij} \leq 1$, correspondant à la fonction de couplage $q(z)$ d'un réseau.

$$\mathbf{a}_i = [a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in}] \quad (1)$$

Le réseau optimisé ne doit posséder **aucun saut de phase** et doit être **réalisable** en pratique. À partir d'un chromosome, \mathbf{a}_i , on décrit $q(z)$ par le carré d'une série de cosinus de Fourier.

$$q(z) \propto a_n \left[\sum_{m=1}^{n-1} a_m \cos(m\pi z / L) \right]^2$$

Sélection basée sur le rang

On attribue à chaque chromosome une **valeur de coût**, $\Gamma = \sum \Gamma_i$, qui quantifie ses performances spectrales. On considère le **spectre de réflectivité** ainsi que la **dispersion**. D'une manière générale, pour la contribution en réflectivité,

$$\Gamma_i(\lambda) = \begin{cases} | -R_{oi} - R_i(\lambda) |^3 & \text{pour } R_i(\lambda) \geq -R_{oi} \text{ dB} \\ 0 & \text{autrement} \end{cases} \quad (3)$$

Les solutions sont triées en ordre croissant de Γ pour leur attribuer un **rang**, p . Une valeur de **fitness**, $\Phi(p)$ est attribuée pour déterminer la **probabilité de sélection**, $C_\Phi(p)$, pour la reproduction. **Plus p est faible, plus $C_\Phi(p)$ est élevée.**

Reproduction (croisements)

On effectue deux types de croisements:

- Le croisement **naturel** engendre un nouveau chromosome par **sélection aléatoire** de gènes parmi ceux de deux parents.
- Le croisement **linéaire** engendre un nouveau chromosome par **recombinaison linéaire** des gènes des deux parents.

Mutations

Des chromosomes sont mutés en modifiant aléatoirement la valeur d'un gène.

Analyse des réseaux et résultats

Les réseaux sont analysés par **matrices de transfert**. Le réseau de Bragg obtenu expérimentalement a été inscrit dans de la fibre SMF-28 grâce à un laser à l'Argon de 244 nm.

Paramètre	Spécifications	Résultat théorique	Résultat expérimental
Largeur à -0,5 dB	$\geq 0,4 \text{ nm}$	0,34 nm	0,32 nm
Largeur à -20 dB	$\leq 0,8 \text{ nm}$	0,76 nm	0,76 nm
Isolation [dB]	$\leq -20 \text{ dB}$	-33,3 dB	-21 dB
Dispersion maximale	minimale	$\pm 28 \text{ ps/nm}$	$\pm 33 \text{ ps/nm}$

Table 1: Spécifications et résultats obtenus

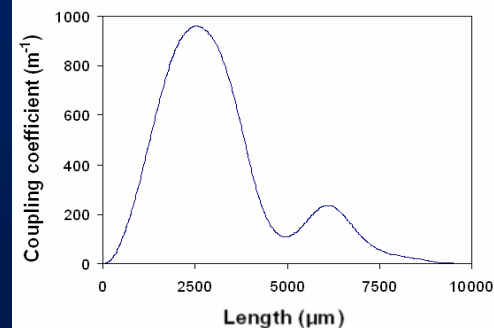


Fig.2: Fonction de couplage du réseau optimisé

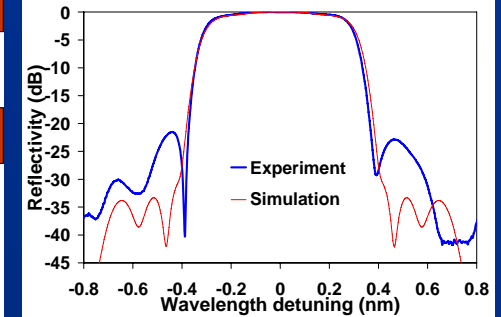


Fig.3: Spectres de réflectivité des réseaux théorique et expérimental

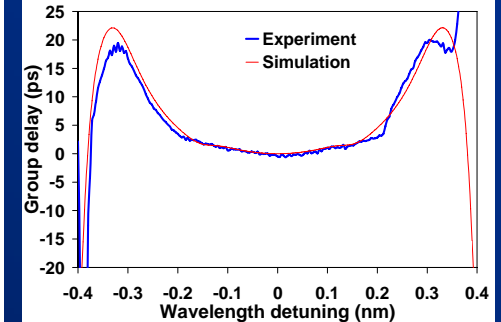


Fig.4: Délai de groupe des réseaux théorique et expérimental

Conclusion

L'algorithme génétique a permis d'optimiser un réseau de Bragg performant selon des contraintes de fabrication. Le résultat expérimental permet de confirmer les performances réelles du réseau théorique.