

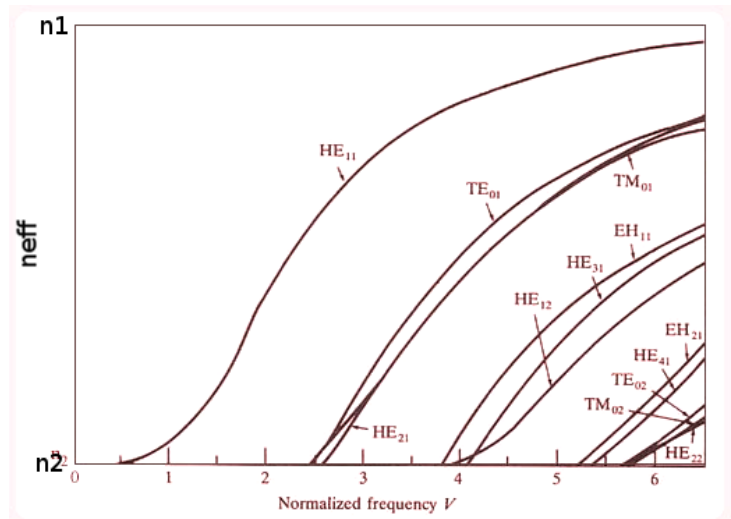
Fibres optiques à réseaux de Bragg

Bibliographie :

- [Techniques de l'Ingénieur]
- [Kinet2014]
- [Schroeder2006]
- [Lopez-Huigera2011]

Cours 1 : [Techniques de l'Ingénieur]

- Appetizer: <https://www.youtube.com/watch?v=Yc8Q-CxvDKU>
- Rappels, fibres optiques
- Notions de couplage entre modes dans les fibres optiques
- Propriétés du RB
- Longueur d'onde de Bragg
- Transducteurs à RB
- Procédés de fabrication de réseaux de Bragg (RB)
- Procédés de fabrication de « long-period gratings » (LPG)



Cours 2 : [Kinet2014 ; Schroeder2006 ; Lopez-Huigera2011]

- Méthodes de mesure avec RB
- Application de capteurs à RB: Structural health monitoring (SHM) [Lopez-Huigera2011]
- Application de capteurs à RB: Déformations de pale d'éolienne [Schroeder2006]
- Application de capteurs à RB: Matériaux composites [Kinet2014]

Exercice 1 : Couplage entre modes dans une fibre optique

On dispose d'une fibre monomode a double gaine. Les indices sont comme suit :

$$n = \begin{cases} 1.447 & r < a_1 \\ 1.44 & r > a_2 \end{cases}$$

Un réseau de Bragg avec pas Λ inscrit dans le cœur peut avoir plusieurs fonction selon la grandeur de Λ . On suppose longueur d'onde $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$; $a_1 = 4 \mu\text{m}$.

- a) Montrer que le coeur ($0 < r < a_1$) est mono-mode
- b) Estimer l'indice effective du mode fondamentale dans le coeur
- c) Trouver le pas du réseau de Bragg Λ qui mène à couplage entre ondes contra-propageant dans le coeur
- d) Trouver la gamme de Λ qui mène à couplage entre le mode fondamental du coeur et les modes

radiatifs

Exercice 2 : Transducteur à réseau de Bragg

Vous avez un réseau de Bragg avec pas $\Lambda_1 = 295$ nm, inscrit dans une fibre où l'indice effective du mode guidé est de $n_{\text{eff}} = 1.439$; la longueur du réseau de Bragg est $L_1 = 1$ cm. L'amplitude de la modulation d'indice est $\Delta n = 10^{-4}$.

- Calculer λ_{B1}
- Calculer sa reflectivité R_1
- Calculer la largeur spectrale de la reflexion de Bragg $\Delta\lambda_1$

Pour un décalage de la longueur d'onde de Bragg $\Delta\lambda_{B1} = 100$ pm calculer [utiliser les valeurs théoriques des coefficients a, b, c] :

- ΔT , en supposant que seul ΔT change
- ε , en supposant que seul ε change
- ΔP , en supposant que seul ΔP change

On considère un deuxième réseau de Bragg avec pas $\Lambda_2 = 452$ nm inscrit dans la même fibre.

- Calculer λ_{B2}
- Calculer la $\Delta\lambda_{B2}$ qu'on observe quand $\Delta\lambda_{B1} = 100$ pm

Maintenant, on laisse ε et ΔT se changer en même temps.

- Montrer qu'avec un seul réseau de Bragg, on n'arrive pas à mesurer à la fois ε et ΔT .
- Montrer comment c'est possible avec deux réseaux de Bragg placés en ligne, si les deux λ_B sont différentes.
- Calculer alors ε et ΔT pour $\lambda_{B1}, \lambda_{B2}, \Delta\lambda_{B1}, \Delta\lambda_{B2}$ comme ci-dessus.

Une calibration des deux réseaux de Bragg en température et déformation donne les coefficients :

$$K_\varepsilon^{(1)} = 0.59 \pm 3.4 \cdot 10^{-3} \text{ pm}/\mu\varepsilon ; \quad K_\varepsilon^{(2)} = 0.96 \pm 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ pm}/\mu\varepsilon ;$$

$$K_T^{(1)} = 6.3 \pm 3.7 \cdot 10^{-2} \text{ pm}/^\circ\text{C} ; \quad K_T^{(2)} = 8.72 \pm 7.7 \cdot 10^{-2} \text{ pm}/^\circ\text{C} ;$$

- Refaire le calcul pour retrouver ε et ΔT pour ces coefficients expérimentaux, et pour $\Delta\lambda_{B1} = 100$ pm et $\Delta\lambda_{B2} = 50$ pm.

Exercice 3 : Inscription d'un réseau de Bragg

On dispose d'un laser UV de typ ArF avec $\lambda = 193$ nm ; et d'une fibre optique monomode avec $n_{\text{eff}} = 1.46$. On souhaite inscrire un réseau de Bragg avec pas $\Lambda = 0.3$ μm .

- Trouver les paramètres expérimentaux pour inscrire ce réseau de Bragg par la méthode de holographie transverse
- Trouver les paramètres expérimentaux pour inscrire ce réseau de Bragg par la méthode de masquage de phase
- Trouver les paramètres expérimentaux pour inscrire ce réseau de Bragg par la méthode de inscription en ligne sur la tour de fibrage
- Quel est la longueur d'onde de Bragg λ_B de ce réseau ?