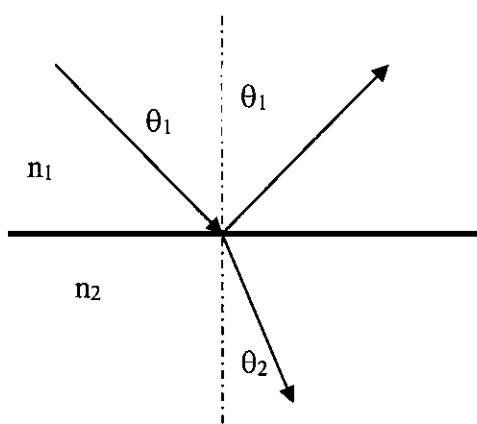


Questions de cours : Coefficients de Fresnel.

Pour une polarisation TE (transverse électrique) le coefficient de réflexion en amplitude du champ électrique sur une interface plane entre deux milieux d'indice n_1 et n_2 est donné par :

$$r_{TE} = \frac{n_1 \cos(\theta_1) - n_2 \cos(\theta_2)}{n_1 \cos(\theta_1) + n_2 \cos(\theta_2)}$$

On rappelle également la loi de Snell-Descartes : $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ On traitera le cas où $n_1 = 1.45$ et $n_2 = 1.4$



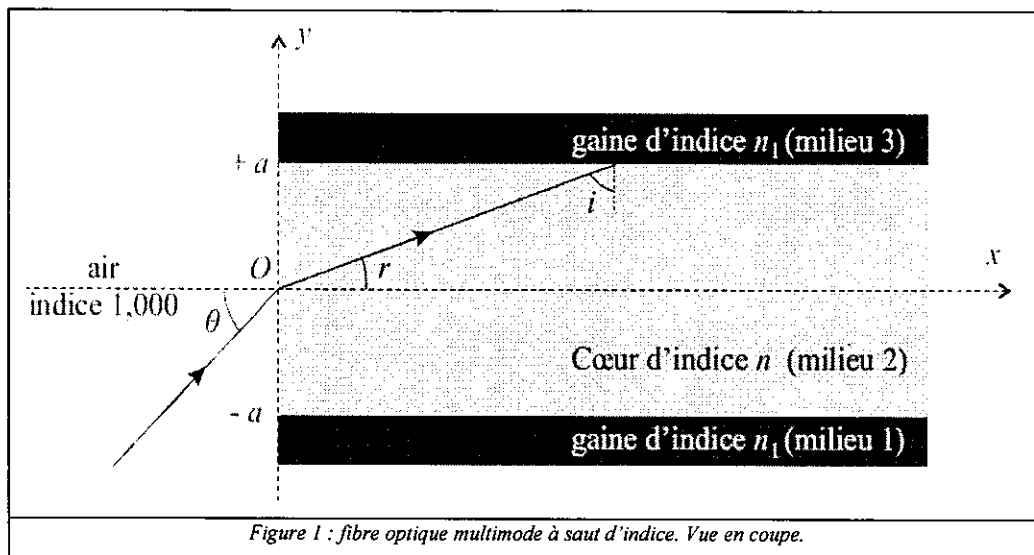
- 1°) Pour les valeurs des indices traitées ici, expliquez qualitativement ce qui se passe si θ_1 est plus grand que $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$? Quelle est la valeur de θ_c .
- 2°) Pour $\theta_1 < \theta_c$ écrire $\cos(\theta_2)$ en fonction de $\sin^2(\theta_1)$.
- 3°) Si $\theta_1 > \theta_c$ quel problème mathématique se pose pour écrire $\cos(\theta_2)$? Comment y remédier mathématiquement ?
- 4°) Calculer la valeur du module de r_{TE} pour $\theta_1 = 0$ et pour $\theta_1 = \theta_c$.
- 5°) Donner l'expression de r_{TE} en fonction de $\cos(\theta_2)$. Montrer que son module de r_{TE} vaut toujours 1 si $\theta_1 > \theta_c$.
- 6°) Donner l'expression de la phase de r_{TE} pour θ_1 variant de 0 à 90° .

Exercice : Excitation d'une fibre à saut d'indice.

On considère un rayon lumineux se propageant dans une fibre optique multimode à la longueur d'onde $\lambda = 0.85 \mu\text{m}$, le rayon est incident à l'entrée de la fibre avec un angle θ (voir Figure 1). La fibre optique est de longueur L , elle est à saut d'indice. L'indice du cœur vaut $n = 1.50$ et l'indice de la gaine vaut $n_1 = 1.485$. Le diamètre de la fibre est de $D = 2a = 50 \mu\text{m}$.

Q1 — Rappelez ce que signifie « fibre à saut d'indice ». Tracer le profil d'indice de la fibre de diamètre $50 \mu\text{m}$. On supposera que le diamètre de la gaine est de $125 \mu\text{m}$. Pour que la lumière injectée dans la fibre puisse rester confinée dans le cœur (jusqu'à la sortie) quelle relation les indices n et n_1 doivent-ils vérifier ? Pourquoi ?

Q2 — Les différents angles utiles sont représentés sur la figure 1. A quelle condition sur i le rayon reste-t-il à l'intérieur du cœur de la fibre ? On note i_c l'angle d'incidence limite. Donner l'expression de i_c en fonction des indices n et n_1 .



Q3 — Montrer que la condition précédente est vérifiée si l'angle d'incidence θ (à l'interface air/ cœur) est inférieur à un angle limite θ_c . Exprimer $\sin(\theta_c)$ en fonction de n et n_1 . En déduire l'expression de l'ouverture numérique $ON = \sin\theta_c$ de la fibre en fonction de n et n_1 uniquement.

Q4 — Donner la valeur numérique de ON pour $n = 1,50$ et $n_1 = 1,485$. A quel angle limite θ_c cela correspond-il ?

Le faisceau lumineux est maintenant focalisé dans la fibre, il est constitué de rayons dont l'angle d'incidence θ est compris entre 0 et θ_c . On note c la vitesse de la lumière dans le vide.

Q5 — Pour quelle valeur de l'angle θ , le temps de parcours de la lumière dans la fibre est-il minimal ? puis maximal ? A l'aide d'un schéma exprimer alors l'intervalle de temps δt entre le temps de parcours minimal et maximal en fonction de L , c , n et n_1 .

Q6 — On pose $2\Delta = 1 - (n_1/n)^2$. On admet que $\Delta \ll 1$. Calculer la valeur de Δ pour la fibre ci-dessus. Donner dans ce cas l'expression approchée de δt en fonction de L , c , n et Δ .

Rappels de cours

1. Pour une fibre à saut d'indice multimode l'élargissement temporel d'une impulsion vaut :

$$\Delta T = \frac{L(n_{\text{cœur}} - n_{\text{gaine}})}{2c} \text{ si fibre à saut d'indice, } \Delta T = \frac{L(n_{\text{cœur}} - n_{\text{gaine}})^2}{4cn_{\text{cœur}}} \text{ si fibre à gradient d'indice}$$

2. Bande passante d'une fibre : $\Delta f = \frac{1}{2\pi \cdot \Delta T}$

