

**Exercices sur les fibres optiques (chap. 2)**

**Exercice 1:**

Un faisceau laser se propageant dans l'air pénètre dans une fibre optique sous une incidence  $i_1 = 10^\circ$ . (voir schéma de la fibre optique).

Cette fibre optique est constituée d'un cœur et d'une gaine de matériaux différents et d'indices différents.

- 1) L'indice du cœur de la fibre est  $n_c = 1,48$ . **calculez** l'angle de réfraction  $i_2$  après passage du faisceau de l'air dans le cœur.
- 2) **Sous quel angle** d'incidence le faisceau arrive-t-il ensuite au point M sur la surface de séparation entre le cœur et la gaine ? (voir schéma. **Attention !** les angles NE SONT PAS respectés sur ce schéma).
- 3) L'indice de la gaine est  $n_g = 1,46$ . **Obtient-on** un faisceau réfracté dans la gaine ? **Justifiez** votre réponse et **précisez** de quel phénomène il s'agit.

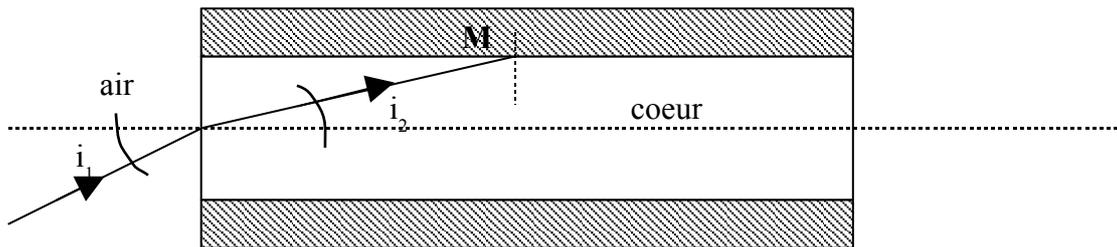


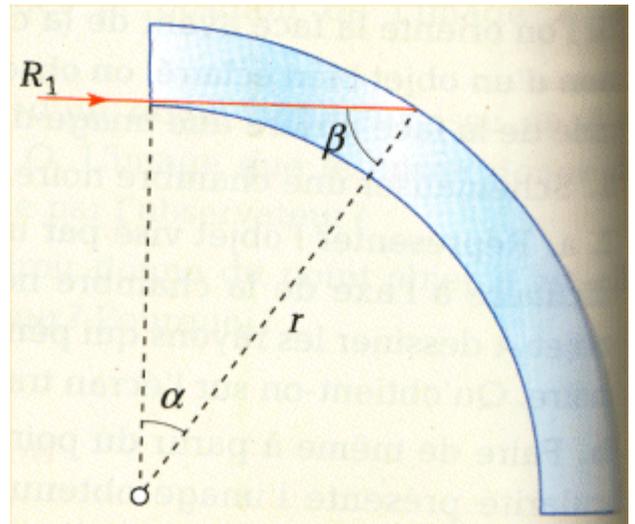
Schéma de la fibre optique

**Exercice 2: guide de lumière et fibre optique**

1- Lorsqu'un rayon lumineux, se propageant dans le verre, arrive à la surface de séparation verre-air, il ne peut traverser cette surface que si l'angle d'incidence est inférieur à une valeur limite, appelé **angle de réfraction limite** et correspondant à un angle de réfraction de  $90^\circ$ . **Calculez** la valeur de l'angle d'incidence pour un verre d'indice de réfraction  $n=1,6$  (pour l'air, l'indice de réfraction vaut  $1,0$ ).

2- Dans le cas où l'angle d'incidence dépasse la valeur précédente, les rayons lumineux se réfléchissent sur la surface de séparation verre-air comme sur un miroir. Ce phénomène porte le nom de **réflexion totale**.

On envisage une fibre de verre cylindrique de diamètre 5 mm, courbée suivant un arc de cercle de rayon extérieur  $r = 50$  mm. Un rayon lumineux  $R_1$  pénètre dans la fibre, perpendiculairement à sa section, à la limite du bord intérieur.



- a- **Déterminez** les angles  $\alpha$  et  $\beta$ .
- b- **Pourquoi** considère-t-on que  $\beta$  est l'angle d'incidence ?
- c- **Montrez** que le rayon  $R_1$  ne sort pas de la fibre.
- d- Il est recommandé de ne pas trop plier une fibre optique. **Justifiez** cela en envisageant le cas où  $r = 7$  mm.

**Exercice 3: fibre optique à saut d'indice**

Un rayon lumineux arrive de l'air (indice 1,00) sous une incidence  $i_e$  et pénètre dans la fibre d'indice  $n_1$ .

- 1- **Exprimez** le sinus de l'angle de réfraction  $r$  en fonction de  $n_1$  et  $i_e$ .
- 2- L'angle d'incidence sur la surface de séparation coeur-gaine est  $i$ . **Donnez** la relation entre  $i$  et  $r$  et l'expression de  $\cos i$ .
- 3- L'indice de la gaine a pour valeur  $n_2$  ( $n_2 < n_1$ ). **Exprimez** le sinus de l'angle limite de réfraction entre les milieux d'indice  $n_2$  et  $n_1$ .
- 4- Pour qu'un rayon lumineux puisse se propager dans la fibre, on doit avoir :  $\sin i_e < \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sin i_0$

**Démontrez** cette relation.

- 5- **Calculez** la valeur limite  $i_0$  pour qu'un rayon lumineux pénétrant dans la fibre puisse s'y propager.

*Données:  $n_1 = 1,48$  et  $n_2 = 1,46$*

- 6- Un rayon lumineux arrivant sous l'angle d'incidence  $i_e = 20^\circ$  **pourra-t-il se propager** dans cette fibre?

