

MODULE 6 : « OPTIQUE »TD :EXERCICE 1 :

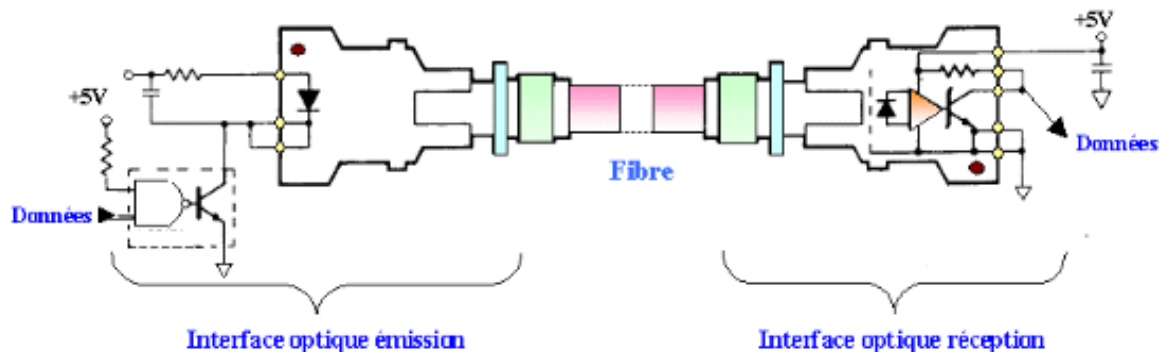
On donne les caractéristiques d'une famille de fibres optiques ci-dessous :

Affaiblissement à 850 nm	$\leq 2,60$ dB/km (2,50 dB/km typique)
Affaiblissement à 1300 nm	$\leq 0,70$ dB/km (0,60 dB/km typique)
Régularité de la pente d'affaiblissement à 850 nm	Discontinuité locale $\leq 0,30$ dB
Variation d'affaiblissement à 850 nm dans la plage $-30$ à $+60^\circ\text{C}$	$\leq 0,30$ dB/km
<b>Bande passante</b>	
Bande passante à 850 nm	$\geq 1500$ MHz.km
Bande passante à 1300 nm	$\geq 500$ MHz.km
Bande passante effective à 850 nm	$\geq 2000$ MHz.km
<b>Caractéristiques géométriques</b>	
Diamètre de cœur	$50 \pm 2,5$ $\mu\text{m}$
Ouverture numérique	$0,20 \pm 0,02$
Diamètre de la gaine optique	$125,0 \pm 2,0$ $\mu\text{m}$

1. Calculer l'atténuation pour un rayonnement à 850nm et pour une longueur de fibre de 10km.
2. Calculer l'angle maximal d'un rayon lumineux avec l'axe de symétrie de la fibre.
3. Calculer la bande passante pour une longueur de 20km et pour une longueur d'onde de 1300nm.

EXERCICE 2 :

Le schéma électrique des interfaces émission et réception pour fibre optique est donné ci-dessous :



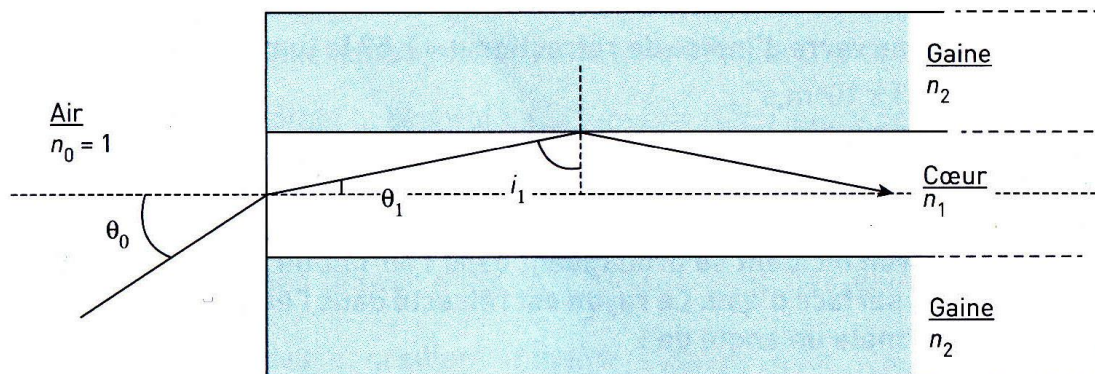
1. Repérer et nommer les composants optiques pour l'émission et la réception.
2. Déterminer la valeur de la résistance R insérée en série avec la DEL afin d'avoir un courant de  $i=20\text{mA}$  dans celle-ci.
3. Expliquer le principe pour le transfert des données entre l'émetteur et le récepteur.

**EXERCICE 3 : Fibre optique à saut d'indice**

Données : l'indice du cœur est  $n_1=1.48$  et celui de la gaine est  $n_2=1.46$ .

**1. Calcul de l'ouverture numérique :**

Le schéma de la propagation d'un rayon est donné ci-dessous.



$\theta_0$  est l'angle maximale avec l'axe pour laquelle la propagation est possible.

- Exprimer en fonction de  $n_1$  et  $n_2$ , la valeur de  $\sin i_1$  ( $i_1$  étant l'angle minimum pour laquelle il y a réflexion totale sur la gaine)
- Ecrire la relation entre  $\theta_1$  et  $i_1$  ; En déduire l'expression de  $\cos \theta_1$  en fonction de  $n_1$  et  $n_2$ , en utilisant la relation trigonométrique,  $\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin x$ .
- En utilisant la relation trigonométrique,  $\cos^2 \theta_1 + \sin^2 \theta_1 = 1$ , retrouver l'expression de :

$$\sin \theta_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}.$$

- A l'aide de la loi de Snell-Descartes, déterminer la relation l'ouverture numérique,  $ON = \sin \theta_0$ .
- En déduire l'angle limite,  $\theta_0$ .

**2. Calcul de la dispersion modale**

On appelle  $L_1$ , la longueur parcourue dans la fibre par un rayon pénétrant avec l'angle  $\theta_0$  et  $L$ , la longueur parcourue par la fibre par un rayon se propageant parallèlement à l'axe.

- Déterminer la célérité,  $C$ , de la lumière dans le cœur de la fibre optique.
- Déterminer les temps de propagations  $t_1$  et  $t_2$  aux deux longueurs  $L_1$  et  $L$ .
- En déduire la différence de temps de propagation,  $\tau = t_1 - t_2$ .

On démontre que :  $L_1 - L = L \cdot \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right)$ .

- Calculer  $\tau$  pour une fibre de longueur de 1km.
- Calculer la bande passante de la fibre,  $BP$ , en utilisant la relation suivante  $BP = \frac{0.35}{\tau}$
- En déduire la bande passante sur 10km.