

MODULE 6 : « OPTIQUE »TD : AIDEEXERCICE 1 :

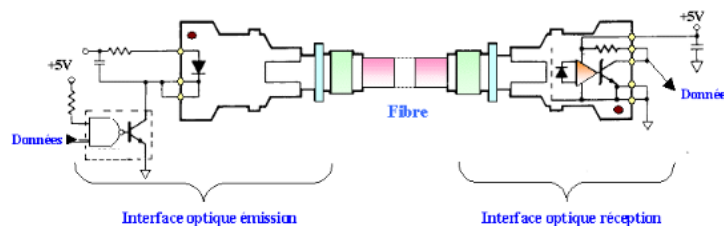
On donne les caractéristiques d'une famille de fibres optiques ci-dessous :

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
Bande passante	
Bande passante à 850 nm	≥ 1500 MHz.km
Bande passante à 1300 nm	≥ 500 MHz.km
Bande passante effective à 850 nm	≥ 2000 MHz.km
Caractéristiques géométriques	
Diamètre de cœur	$50 \pm 2,5$ μm
Ouverture numérique	$0,20 \pm 0,02$
Diamètre de la gaine optique	$125,0 \pm 2,0$ μm

1. Calculer l'atténuation pour un rayonnement à 850nm et pour une longueur de fibre de 10km. **Déterminer au préalable l'atténuation linéique (affaiblissement) à partir du tableau ci-dessus.**
2. Calculer l'angle maximal d'un rayon lumineux avec l'axe de symétrie de la fibre. **Déterminer au préalable l'ouverture numérique à partir du tableau ci-dessus et appliquer la relation du cours §3.4.1.**
3. Calculer la bande passante pour une longueur de 20km et pour une longueur d'onde de 1300nm. **Déterminer au préalable la bande passante à partir du tableau ci-dessus et appliquer la relation du cours §3.4.3.**

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. **Le choix d'un émetteur et récepteur optique est parmi les suivants : Diode Lazer, DEL, photodiode, phot transistor...**
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.

Redessiner le schéma électrique alimentant la DEL (partir de l'alim 5V en passant par R, la DEL et le transistor jusqu'à la masse)

Appliquer la loi des mailles sur ce circuit alimentant la DEL et admettre que la tension aux bornes du transistor lorsqu'il est passant est de $V_{CE\text{ sat}}=0\text{V}$ (interrupteur fermé)

En déduire la valeur de R.

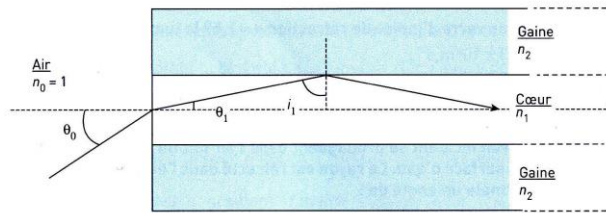
3. Expliquer le principe pour le transfert des données entre l'émetteur et le récepteur. **Appliquer un niveau logique « 1 » à « données » du côté émetteur et indiquer les états de chacun des composants où ces données transitent jusqu'à « données » du côté récepteur. Refaire de même avec un niveau logique « 0 ».**

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.



θ_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) **Appliquer la loi de la réfraction à la réflexion de la lumière dans la fibre (cf cours §2.3) et appliquer $i_2=90^\circ$ à la réflexion totale.**
- Ecrire la relation entre θ_1 et i_1 ; **Représenter θ_1 et i_1 au niveau de l'angle droit.** En déduire l'expression de $\cos \theta_1$ en fonction de n_1 et n_2 , en utilisant la relation trigonométrique, $\cos\left(\frac{\pi}{2}-x\right) = \sin x$. **Remplacer x par i_1 .**
- En utilisant la relation trigonométrique, $\cos^2\theta_1 + \sin^2\theta_1=1$, retrouver l'expression de : **Remplacer $\cos^2\theta_1$ par l'expression obtenue à la question 2.**

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

- A l'aide de la loi de Snell-Descartes, déterminer la relation l'ouverture numérique, $ON=\sin \theta_0$. **Appliquer la loi de la réfraction à l'entrée de la fibre. (cf cours §2.3) et remplacer $\sin \theta_1$ par l'expression obtenue à la question 3.**
- En déduire l'angle limite, θ_0 . **A déduire de la question 4.**

2. Calcul de la dispersion modale

On appelle L_1 , la longueur parcourue dans la fibre par un rayon pénétrant avec l'angle θ_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. **Utiliser la relation $C = \frac{C_0}{n}$.**
 - Déterminer les temps de propagations t_1 et t_2 aux deux longueurs L_1 et L . **Utiliser la relation $C = \frac{L}{t}$ de la vitesse de propagation C (en $m.s^{-1}$) en fonction de la longueur L (en m) et le temps de propagation, t (en s).**
 - En déduire la différence de temps de propagation, $\tau = t_1 - t_2$. **Utiliser les expressions obtenues à la question 1.**
- On démontre que : $L_1 - L = L \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right)$.
- Calculer τ pour une fibre de longueur de 1km. **Remplacer $L_1 - L$ dans l'expression de τ obtenue à la question 2.**
 - Calculer la bande passante de la fibre, BP , en utilisant la relation suivante $BP = \frac{0.35}{\tau}$. **Faire l'application numérique.**
 - En déduire la bande passante sur 10km. **Utiliser la relation du cours §3.4.3.**