

# CHAPITRE OS1 – DOCUMENTS

## Modèle de l'optique géométrique

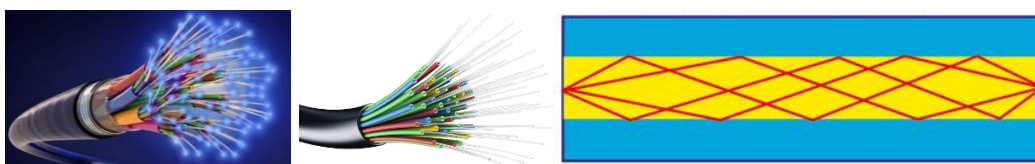


FIGURE 1 : Fibre optique

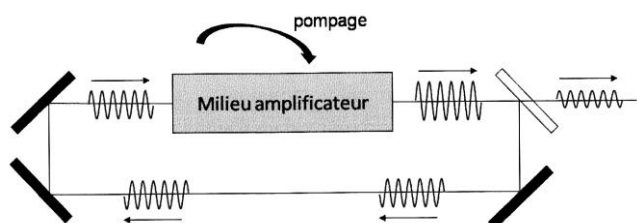


FIGURE 2 : Principe de fonctionnement d'un laser

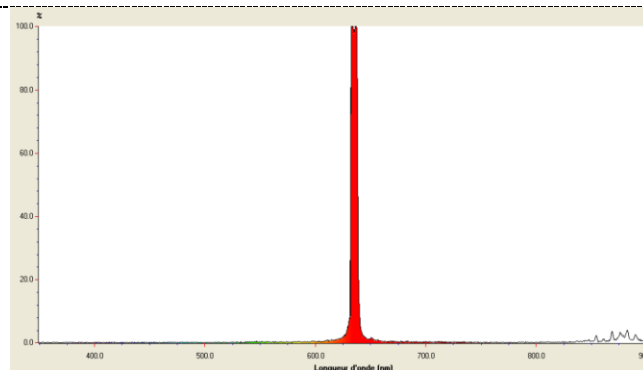


FIGURE 3 : Spectre d'une source laser

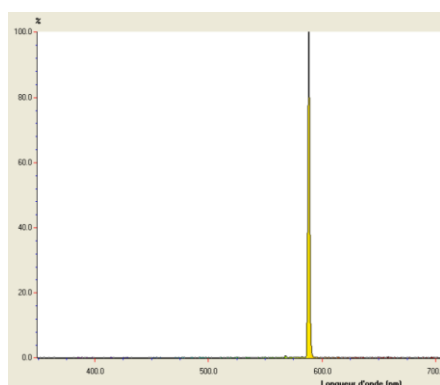
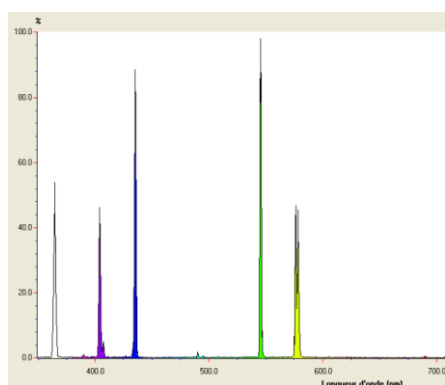


FIGURE 4 : Spectres d'une lampe à vapeur de mercure (à gauche) et d'une lampe à vapeur de sodium (à droite)

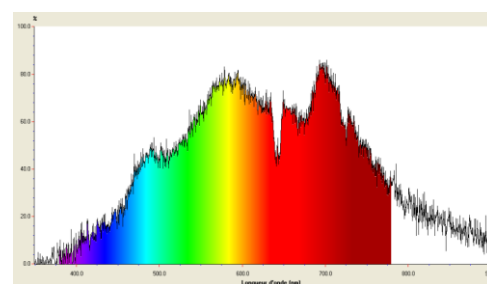


FIGURE 5 : Spectre d'une lampe à incandescence

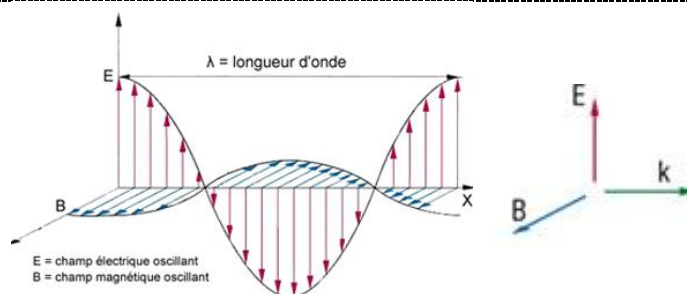


FIGURE 6 : Propagation d'une onde électromagnétique

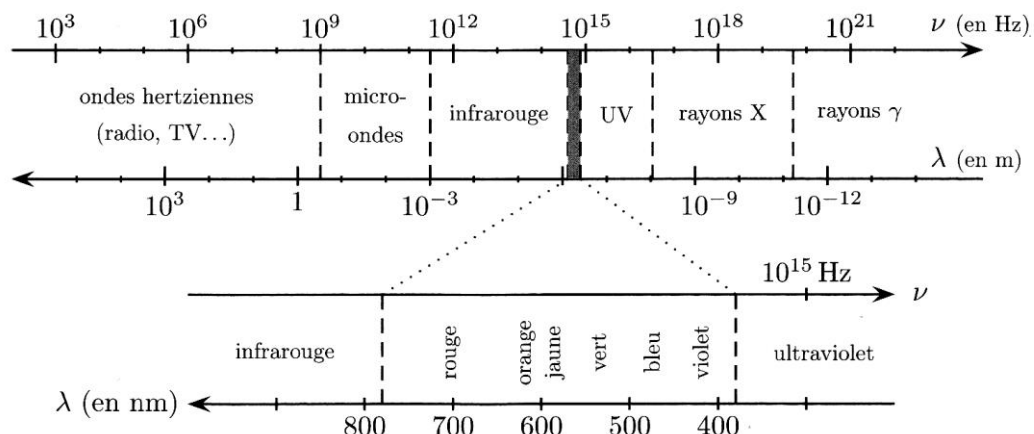


FIGURE 7 : Position du spectre de la lumière visible dans le spectre des ondes électromagnétiques

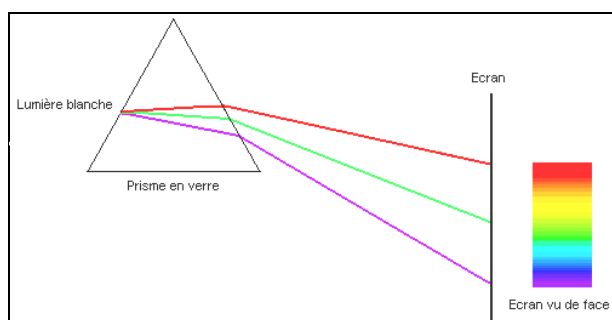


FIGURE 8 : Dispersion de la lumière par un prisme

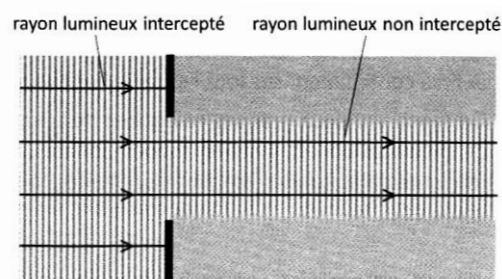


FIGURE 9 : Notion de rayons lumineux

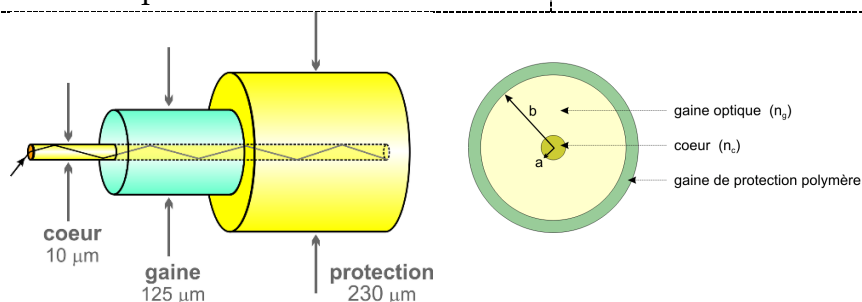


FIGURE 10 : Fibre optique à saut d'indice

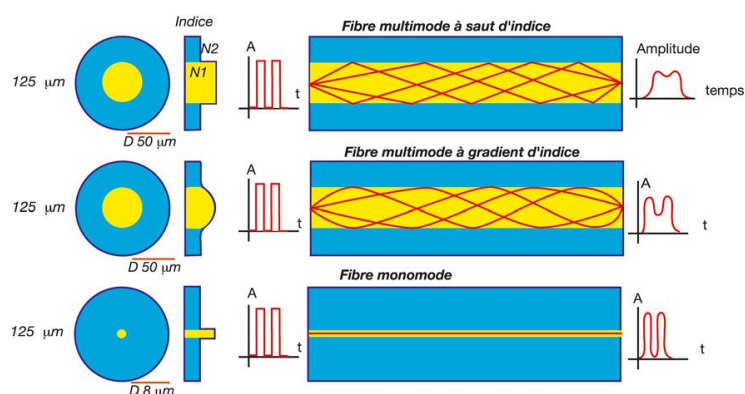
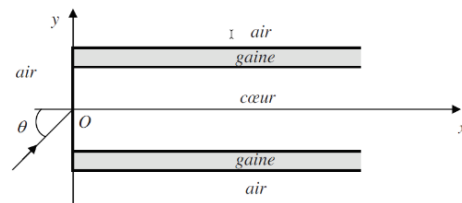


FIGURE 11 : Différents types de fibre optique

### Exercice d'application 1 : angle d'acceptance et ouverture numérique d'une fibre optique

L'axe ( $Ox$ ) de la fibre est normal au dioptré air-cœur. En raison de la symétrie de révolution de la fibre autour de l'axe ( $Ox$ ), on se restreint à une étude dans le plan ( $xOy$ ). On considère que l'indice de l'air est  $n_{air} = 1$ .



Un rayon lumineux monochromatique se propageant dans l'air, situé dans le plan ( $xOy$ ), pénètre dans le cœur de la fibre en  $O$  avec un angle d'incidence  $\theta$ .

1. Représenter le trajet du rayon lumineux issu de  $O$  qui se propage en restant confiné dans le cœur.
2. Montrer que le rayon reste dans le cœur si l'angle  $\theta$  est inférieur à un angle limite  $\theta_L$ , appelé angle d'acceptance de la fibre optique, avec  $\theta_L = \sin^{-1}(\sqrt{n_c^2 - n_g^2})$ . Calculer la valeur de  $\theta_L$  pour  $n_c = 1,500$  et  $n_g = 1,485$ .
3. Exprimer et calculer l'ouverture numérique de cette fibre définie par  $ON = n_{air} \sin(\theta_L)$ .

---

### Exercice d'application 2 : dispersion intermodale d'une fibre optique

On considère maintenant que la fibre optique utilisée dans l'exercice d'application 1 est de longueur  $L$ . Le rayon entre dans la fibre avec un angle d'incidence  $\theta$  variable compris entre 0 et  $\theta_L$ .

1. Pour quelle valeur de  $\theta$  le rayon traverse-t-il le plus rapidement la fibre ? Exprimer, en fonction de  $L$ ,  $c$  et  $n_c$ , la durée de parcours  $T_1$  de ce rayon.
2. Pour quelle valeur de  $\theta$  le rayon met-il le plus de temps à traverser la fibre ? Exprimer, en fonction de  $L$ ,  $c$ ,  $n_g$  et  $n_c$  la durée de parcours  $T_2$  de ce rayon.
3. Cette différence de durée de parcours entre les différents modes s'appelle la dispersion intermodale. Exprimer l'intervalle de temps  $\delta T = T_2 - T_1$  en fonction de  $L$ ,  $c$ ,  $n_g$  et  $n_c$ . On

posera  $2\Delta = 1 - \left(\frac{n_g}{n_c}\right)^2$  avec  $\Delta \ll 1$ . Dans ces conditions, montrer que  $\delta T$  s'écrit  $\delta T = \frac{n_c L \Delta}{c}$ .

Calculer la valeur de  $\delta T$  pour  $L = 10$  km.

Rappel mathématique :  $(1 - x)^\alpha \approx 1 - \alpha x$  pour  $x \ll 1$