

**PROBLEME :** (d'après banque PT 2013)

**A) Lois de Descartes**

On considère un dioptre plan séparant 2 milieux transparents et homogènes : le milieu (1) d'indice  $n_1$  et le milieu (2) d'indice  $n_2$ . De la lumière se propage du milieu (1) vers le milieu (2). On isole un rayon frappant le dioptre en I, et formant un angle  $i_1$  avec (N), normale au dioptre en I. On observe l'existence d'un rayon réfléchi dans le milieu (1) formant un angle  $i'$  avec (N) et éventuellement d'un rayon réfracté formant un angle  $i_2$  avec (N). Les angles sont non orientés.

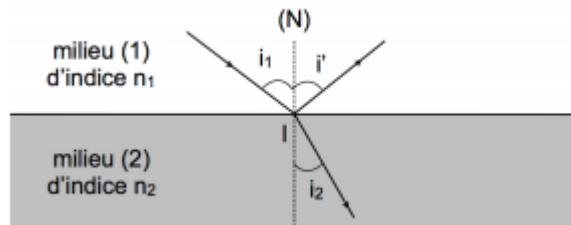


FIGURE 1 : Lois de Descartes

- A.1. A quelle condition peut-on considérer que la lumière est constituée de rayons lumineux indépendants ?
- A.2. Enoncer les lois de Descartes relatives à la réfraction et à la réflexion.
- A.3. Décrire le phénomène de réflexion totale : on précisera notamment la condition sur les indices et la condition sur l'angle  $i_1$ .

**B) Fibre optique à saut d'indice**

Une fibre optique est un fin cylindre de verre, capable de guider la lumière sur de longues distances. Un rayon lumineux entrant à une extrémité de la fibre reste piégé à l'intérieur par réflexion totale interne.

Une fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cœur cylindrique d'indice  $n_1$  d'un diamètre d'environ  $50 \mu\text{m}$ , entouré par une gaine d'indice  $n_2 < n_1$ .

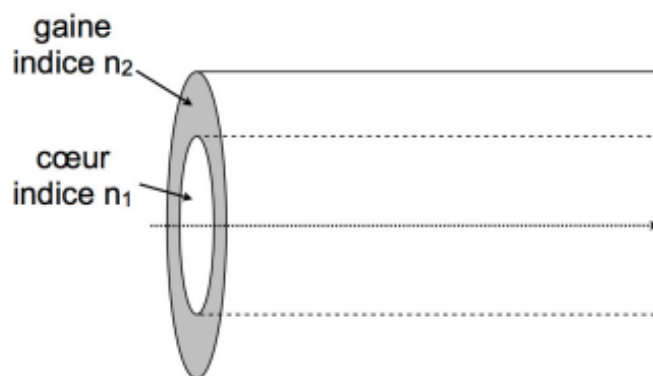


FIGURE 2 : Fibre à saut d'indice

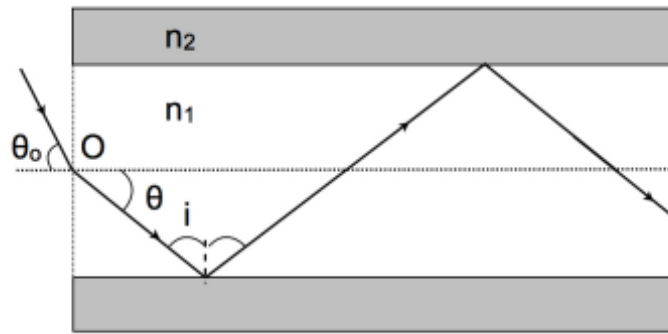


FIGURE 3 : Coupe dans le plan méridien d'une fibre à saut d'indice

**B.1.** Montrer que tout rayon situé dans un plan contenant l'axe de la fibre et formant dans la fibre un angle  $\theta$  avec l'axe peut se propager dans le cœur en restant dans ce plan si  $\theta < \theta_c$ , avec

$$\theta_c = \text{Arccos}\left(\frac{n_2}{n_1}\right).$$

**B.2.** Que risque-t-il de se passer si on courbe trop la fibre ? On pourra illustrer au moyen d'un schéma.

**B.3.** On définit l'ouverture numérique  $ON$  de la fibre par  $ON = n_1 \sin(\theta_c)$ .

**B.3.a.** Montrer que  $ON = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ .

**B.3.b.** On pose  $n_1 = n_2 + \delta n$  :  $\delta n$  est petit. Etablir une expression approchée de  $ON$  à l'ordre le plus bas non nul.

**B.3.c.** Evaluer  $ON$  pour  $n_1 = 1,53$  et  $n_2 = 1,50$  avec 1 chiffre significatif.

**B.3.d.** On considère que l'indice de l'air à l'extérieur de la fibre est égal à 1. Soit  $O$  le point de l'axe de la fibre situé sur le dioptre air-cœur. On note  $\theta_0$  l'angle d'incidence du rayon lumineux entrant dans la fibre en  $O$  (cf figure 3). A quelle condition sur  $\theta_0$  le rayon se propage-t-il dans la fibre ?