

**Exemple de cours 1**

Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface de l'eau d'indice 1,33.

Q1. Déterminer l'angle de réfraction pour un angle d'incidence de 30° .

Q2. Déterminer l'angle d'incidence pour un angle de réfraction de 30° .

Exemple de cours 2

Issu d'un projecteur situé dans l'eau d'indice 1,33, un rayon lumineux arrive sur l'interface eau-air

Q1. Décrire le phénomène observé pour un angle d'incidence de 30° .

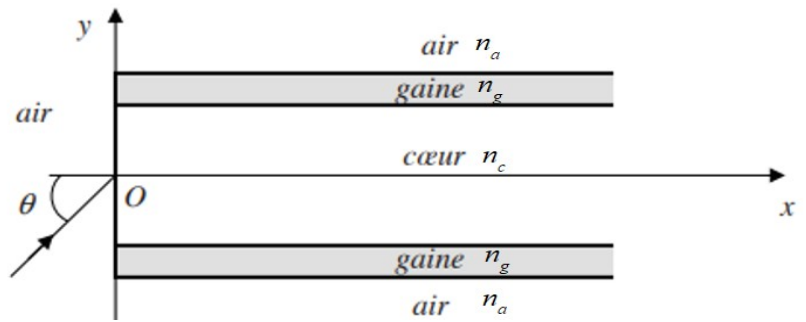
Q2. Décrire le phénomène observé pour un angle d'incidence de 50° .

Exemple de cours 3 : La fibre optique à saut d'indice

■ Angle d'acceptance et ouverture numérique

Une fibre optique à saut d'indice, représentée ci-dessous, est constituée d'un cœur cylindrique transparent d'indice $n_c = 1,62$ et de rayon r_c , entouré d'une gaine transparente d'indice $n_g = 1,52$.

L'axe de la fibre est normal au dioptré air-cœur. En raison de la symétrie de révolution de la fibre autour de l'axe, on se restreint à une étude dans le plan (Oxy) .



Un rayon lumineux monochromatique se propageant dans l'air d'indice $n_a = 1$, situé dans le plan (Oxy) , pénètre dans le cœur de la fibre en O avec un angle d'incidence θ .

On souhaite que ce rayon lumineux se propage dans le cœur sans en sortir.

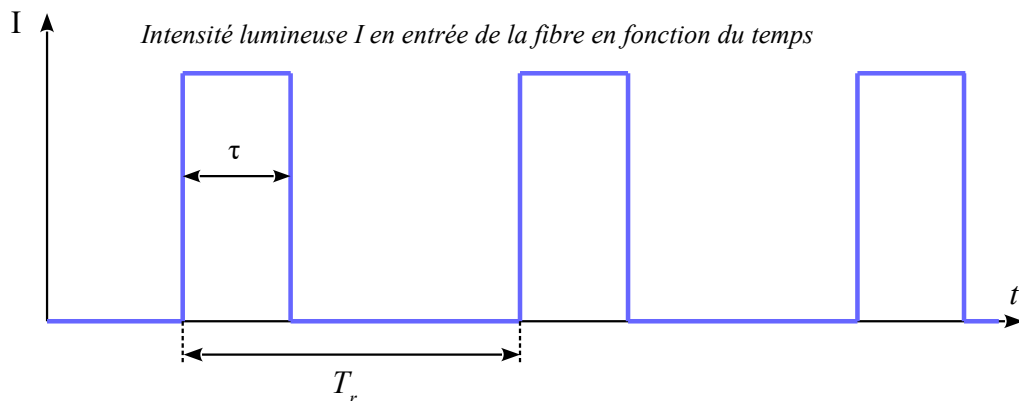
- 1) Par quel phénomène, le rayon lumineux incident peut se propager sans perte dans le cœur de la fibre optique ?
- 2) Reproduire le schéma et tracer le prolongement du rayon passant par O . On notera θ' l'angle de réfraction en O , puis α l'angle d'incidence du rayon lumineux lors de son arrivée sur le bord de la gaine. Expliquer votre tracé. Les angles ne seront pas orientés.
- 3) A quelle condition sur α , le rayon lumineux reste-t-il dans le cœur ?
- 4) Montrer que le rayon reste dans le cœur si l'angle θ est inférieur à un angle limite θ_L , appelé angle d'acceptance de la fibre optique. Montrer que dans ce cas l'ouverture numérique, $ON = \sin \theta_L = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$. Calculer la valeur de θ_L .

■ Dispersion intermodale

La fibre optique de longueur $L = 10 \text{ km}$ est éclairée par un faisceau conique de demi-angle au sommet θ_L composés de rayons lumineux dont l'angle d'incidence θ variable compris entre 0 et θ_L .

- 5) Pour quel angle d'incidence θ , le rayon met-il le moins de temps pour traverser la fibre ? Exprimer, en fonction de L , c et n_c , la durée de parcours T_1 de ce rayon. Calculer la valeur de T_1 pour $L = 10 \text{ km}$. Commenter.
- 6) Pour quel angle d'incidence θ , le rayon met-il le plus de temps pour traverser la fibre ? Exprimer, en fonction de L , c , n_g et n_c la durée de parcours T_2 de ce rayon.
- 7) En déduire l'expression de l'intervalle de temps $\delta T = T_2 - T_1$ en fonction de L , c , n_g et n_c . Calculer la valeur de δT pour $L = 10 \text{ km}$. Commenter.

L'intensité du faisceau lumineux en entrée de la fibre est maintenant modulée, de telle sorte qu'on injecte dans la fibre des impulsions lumineuses de durée $\tau \ll \delta T$ répétées avec une période T_r (figure ci-dessous).



- 8) Représenter l'allure de l'intensité lumineuse en sortie de la fibre en fonction du temps.
- 9) Quelle durée minimale $T_{r,min}$ doit séparer deux impulsions successives pour qu'elles ne se superposent pas en sortie de la fibre ? En déduire le débit maximal D_{max} de la fibre en bit/s .
- 10) Calculer le temps nécessaire de la transmission d'un fichier de 100 Mo . Commenter.