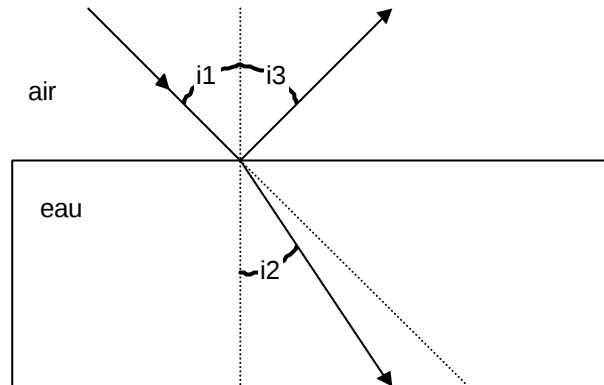


1. Réflexion et Réfraction :

un rayon lumineux entrant de l'air dans l'eau subit

- une réflexion (rayon réfléchi)
- et une réfraction (rayon réfracté) :



soit i_1 l'angle entre le rayon incident et la normale à la surface de séparation,
 i_2 l'angle entre le rayon réfracté et la normale,
 i_3 l'angle entre le rayon réfléchi et la surface.

on a : $i_1 = i_3$

$$\text{et } n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

n : indice de réfraction du milieu

$$n = c / v \quad (\text{vitesse de la lumière dans le vide} / \text{vitesse de la lumière dans le milieu})$$

air : $n = 1$

eau : $n = 1,33$

plastique : $n \simeq 1,5$

exercices :

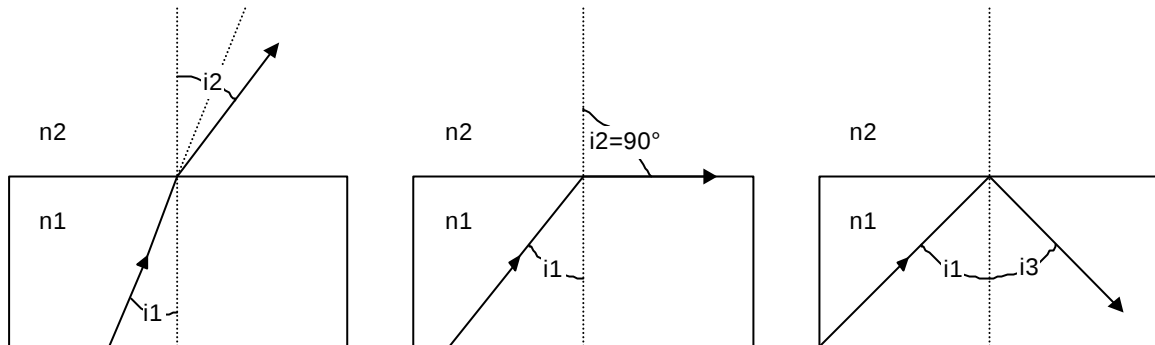
1. calculer i_2 et i_3 pour un passage air/eau selon la figure ci-dessus, pour $i_1 = 45^\circ$
2. quelle est la vitesse de la lumière dans l'eau ?
3. une lampe tenue par un homme-grenouille en plongée dirige un faisceau de lumière à la surface d'un lac sous un angle d'incidence de 40° . Calculez l'angle de réfraction.

2. Réflexion totale :

Quand la lumière passe d'un milieu d'indice élevé à un milieu d'indice plus faible, l'angle du rayon réfracté est plus grand que l'angle du rayon incident.

L'angle du rayon réfracté ne pouvant être supérieur à 90° , il arrive qu'il n'y ait plus de rayon réfracté, mais seulement un rayon réfléchi.

C'est la situation de réflexion totale : la lumière ne peut plus sortir du premier milieu.



Dans la figure du milieu, quand l'angle du rayon réfracté est de 90° , l'angle du rayon incident est l'angle limite (rayon à la limite de la réflexion totale).

Dans la figure de droite, on a la réflexion totale.

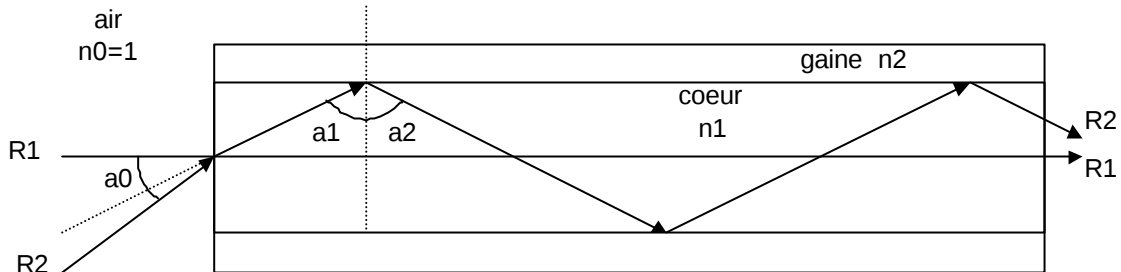
exercices :

1. calculer l'angle limite de réflexion totale pour un rayon allant de l'eau vers l'air.
2. un poisson nageant dans un étang à une profondeur de 2m, à quelle distance doit-il être du bord pour ne plus être visible d'un pêcheur assis au bord de l'étang ?

3. Fibres optiques :

La condition à laquelle la lumière soit transmise dans une fibre optique avec un minimum de pertes, c'est d'être dans un cas de réflexion totale.

Pour cela, la fibre est constituée d'un cœur d'indice n_1 et d'une gaine d'indice n_2 , tel que $n_2 < n_1$.



R1 est le rayon qui suit l'axe de la fibre.

R2 est le rayon qui est à la limite de la réflexion totale.

Les relations entre les angles sont :

$$\begin{aligned} n_0 \cdot \sin a_0 &= n_1 \cdot \sin a_1 \\ a_1 &= a_2 \\ n_1 \cdot \sin a_1 &= n_2 \cdot \sin 90^\circ \end{aligned}$$

L'ouverture numérique de la fibre est : $ON = \sin a_0$

exercices :

- montrer que l'expression de l'ouverture numérique est

$$ON = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

- calculer l'ouverture numérique pour $n_0=1$; $n_1=1,5$; $n_2=1,48$
- donnez l'expression du temps T_1 mis par le rayon R1 pour traverser la fibre, en fonction de L (longueur de la fibre), c (vitesse de la lumière dans le vide), et n_1 (indice du cœur).
- donnez l'expression du temps T_2 mis par le rayon R2 pour traverser la fibre, en fonction de L (longueur de la fibre), c (vitesse de la lumière dans le vide), et n_1 (indice du cœur) et n_2 (indice de la gaine).
- une impulsion de lumière émise à l'entrée de la fibre, est composée de tous les rayons possibles entre R1 et R2. A cause des retards différents subis par ces rayons, l'impulsion de lumière arrivera à l'autre extrémité de la fibre avec un étalement égal à $(T_2 - T_1)$. Donnez l'expression de $(T_2 - T_1)$ en fonction de L , c , n_1 , n_2 .
- calculez la valeur numérique de $(T_2 - T_1)$ pour $L=1000\text{m}$; $n_1=1,5$; $n_2=1,48$
- déduisez le débit maximal d'impulsions qu'on pourra atteindre sur cette fibre.
- quel serait le débit maximal si la longueur de la fibre était de 2000m ?

4. Types de fibres et utilisations :

type	caractéristiques	utilisation
fibre plastique	bon marché vieillissent mal supportent mal l'échauffement atténuation importante	- lampes décoratives - commande de thyristors sous haute tension - liaisons audio en HiFi
fibre de verre	atténuation importante	- éclairage en milieu explosif - signalisation routière, SNCF
fibre de silice	atténuation faible	- éclairage à grande distance - détection de brouillard - transmission de données

comparaison cuivre / fibre en réseaux informatiques :

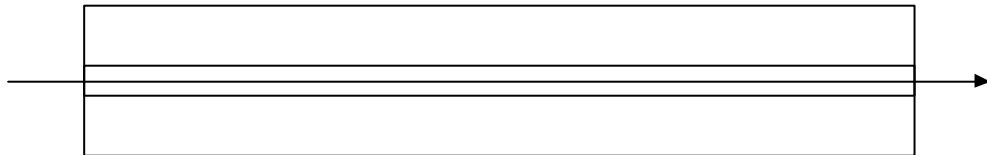
cuivre	fibre optique
- bon marché - connexions faciles	- liaisons longue distance (atténuation plus faible) - information non accessible de l'extérieur - insensible aux conditions atmosphériques, à la foudre, aux parasites industriels - isolation galvanique (pour les liaisons entre bâtiments) - pas de diaphonie - bande passante plus élevée

types de fibres en réseaux informatiques :

monomode :

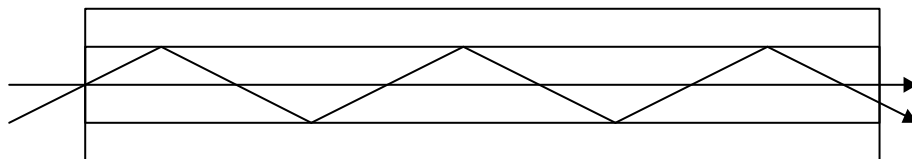
le diamètre du coeur est assez petit pour que seuls les rayons proches de l'axe de la fibre soient transmis, donc peu de dispersion, donc débit élevé.

inconvénient : le diamètre d'entrée étant faible, il faut un émetteur laser pour injecter suffisamment de lumière

**multimode à saut d'indice :**

fibre classique, l'émetteur de lumière peut être une diode LED.

inconvénient : la dispersion qui limite le débit possible

**multimode à gradient d'indice :**

l'indice diminue progressivement du centre à l'extérieur (pas de saut entre coeur et gaine) : les rayons sont courbés, mais les rayons suivant un chemin plus long vont plus vite, ce qui réduit la dispersion à l'arrivée, donc débit élevé

inconvénient : plus cher

