

Réflexion totale. Fibre optique et applications médicales

- Objectifs :**
- Connaître le phénomène de la réflexion totale
 - Comprendre l'application de la réflexion totale (fibre optique).
 - Connaître les applications médicales et leurs intérêts (fibroscopie)

I- Rappels sur le phénomène de réfraction

1- Expérience : passage de l'air dans le plexiglas ($n_1 < n_2$)

- Envoyer un faisceau de lumière sur un demi-cylindre de verre en faisant passer le pinceau lumineux de l'air dans le plexiglas.

2- Interprétation :

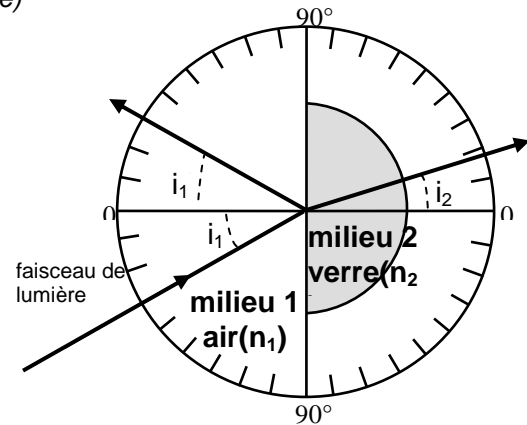
- Nommer les différents rayons (directement sur le schéma)
- Comment s'appellent les deux phénomènes observés ?

3- Conclusion :

Lorsque la lumière passe d'un milieu 1 (transparent) à un autre milieu 2 (transparent), l'angle d'incidence i_1 et l'angle de réfraction i_2 vérifient la relation :

..... =

dans laquelle n_1 et n_2 désignent les indices de réfraction des milieux.

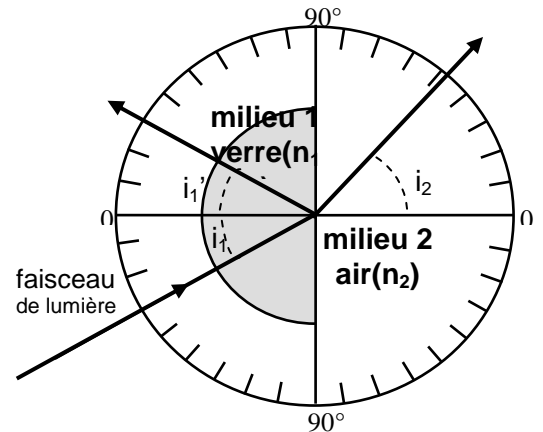


II - Mise en évidence de la réflexion totale

1- Expérience : passage du plexiglas dans l'air ($n_1 > n_2$)

- Reprendre l'expérience précédente en faisant passer le pinceau lumineux du plexiglas dans l'air.
- Réaliser les mesures nécessaires pour compléter le tableau.

angle d'incidence i_1	10°	20°	30°	40°	50°	60°
angle de réfraction i_2						
angle de réflexion i_1'						



2- Interprétation :

- * Pour $i_1 < i_{limite}$: - la deuxième loi de Descartes est-elle vérifiée?
- * Pour $i_1 > i_{limite}$: - les phénomènes de réflexion et de réfraction sont-ils toujours observés ?
- la deuxième loi de Descartes est-elle encore valable ?

Comparer les intensités lumineuses du rayon réfléchi pour $i_1 < i_{limite}$ et pour $i_1 > i_{limite}$.
Que peut-on en conclure ?

- * Pour $i_1 = i_{limite} = \dots$ - Que peut-on dire du rayon réfracté ?
- En déduire la valeur de $i_2 = \dots$
- Retrouver par le calcul et en utilisant la deuxième loi de Descartes la valeur de l'angle i_{limite} en sachant que $n(\text{air}) = 1,00$ et $n(\text{plexiglas}) = 1,50$:

3 - Conclusion :

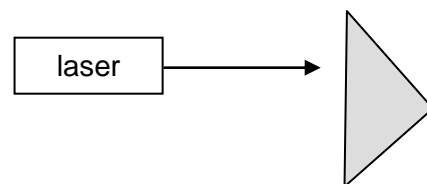
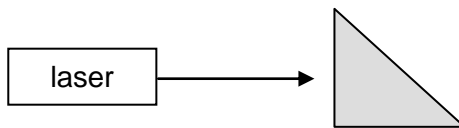
Quelles sont les deux conditions pour observer le phénomène de réflexion totale ?

III - Etude de la fibre optique.

1- Mise en évidence :

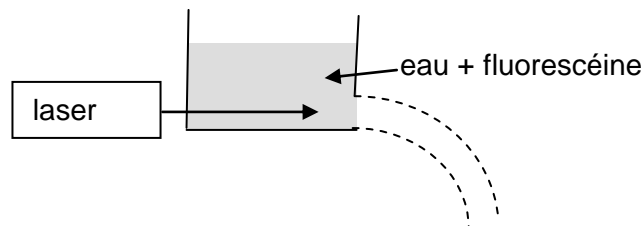
a) Expérience avec un prisme : voir l'expérience du professeur

- Compléter les schémas.
- Expliquer le phénomène observé.



b) Expérience de la fontaine lumineuse : voir l'expérience du professeur

- Compléter le schéma en ajoutant le rayon laser
- Voit-on le rayon laser sortir dans l'air ?



- Expliquer pourquoi le rayon laser se propage-t-il dans l'eau.

c) Expériences photographiées :

voir expériences sur le site : <http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/sciencenfete.html>

2- Etude de la fibre optique :

a) Expérience avec une fibre optique : voir l'expérience du professeur

Où sort le rayon laser ? Pourquoi ?

b) Interprétation :

Faire un schéma permettant de montrer comment la fibre canalise la lumière en utilisant de multiples réflexions totales.

IV - Applications médicales : la fibroscopie.

Répondre aux questions : on pourra faire une recherche documentaire.

1. Qu'appelle-t-on fibroscopie ?
2. Quels sont les constituants d'une fibre optique ?
3. Quelles sont les conditions pour que le faisceau de lumière subisse une réflexion totale dans une fibre optique ?
4. Quel est son intérêt dans le milieu médical ?
5. Cette technique est-elle sans danger ? Est-elle indolore ?
6. Donner les noms des différents types de fibroscopie suivant l'organe visité.
7. Quelles sont les évolutions techniques assez récentes de la fibroscopie ?

Correction Réflexion totale. Fibre optique et applications médicales

I) Réfraction de la lumière.

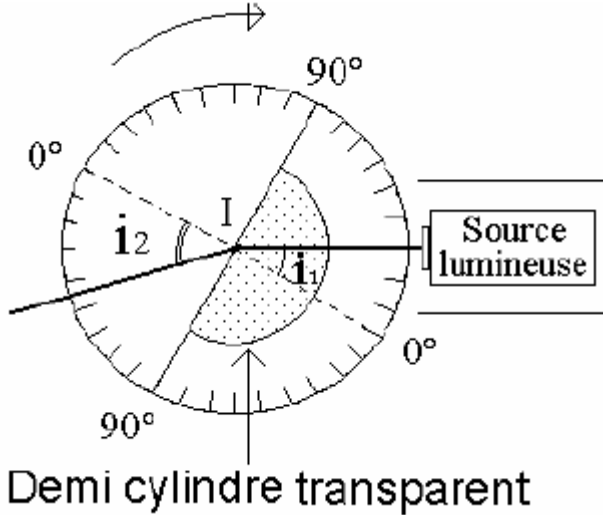
Un rayon émis par la source lumineuse est dirigé vers le bloc semi-circulaire en plexiglas.

Réglage préliminaire :

- La source lumineuse doit être alimentée par un générateur 12 V (non représenté).

- Le point d'incidence I coïncide avec le milieu du diamètre du bloc de plexiglas.

Faites tourner le disque pour que le rayon passe d'abord par le plexiglas et que l'angle d'incidence $i_1 = 10^\circ$ (voir figure ci-dessous).



Observer le trajet du rayon lumineux; que constatez-vous ?

Le rayon lumineux est dévié à la sortie du demi cylindre

Comment appelle t'on ce phénomène ?

C'est le phénomène de réfraction

Mesurer l'angle réfracté i_2

Recommencer cette expérience pour les différentes valeurs de l'angle d'incidence i_1 et relevez i_2 .

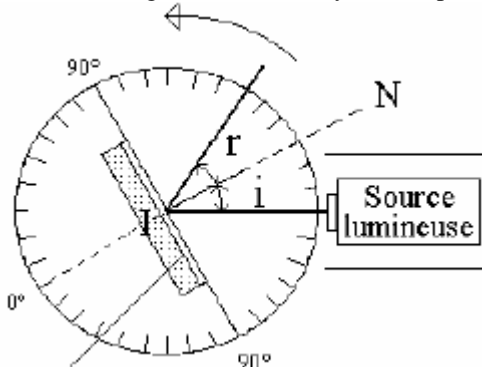
i_1	10°	20°	25°	30°	35°	40°	$I_{MAX} = \dots$
i_2	15	31	39	49	59	74	
$\sin i_1$	0,17	0,34	0,42	0,5	0,57	0,64	
$\sin i_2$	0,25	0,51	0,63	0,75	0,86	0,96	
$\frac{\sin i_2}{\sin i_1}$	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	

Loi de la réfraction :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

II) Réflexion de la lumière.

Réaliser le montage suivant : Un rayon émis par la source lumineuse est dirigé vers un miroir disposé sur le disque gradué.



Réglage préliminaire :

- La source lumineuse doit être alimentée par un générateur 6 V (non représenté).

- Le miroir doit être perpendiculaire à la normale N.

- Le point d'incidence I coïncide avec le centre du disque.

Tourner le disque afin que l'angle d'incidence $i = 10^\circ$ et mesurer l'angle de réflexion r .

Augmenter l'angle d'incidence i et relever r .

$i (^\circ)$	10	20	30	40	50	60	70	80
$r (^\circ)$	10	20	30	40	50	60	70	80

□ Conclusion : l'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont identiques

Loi de la réflexion :

$$i = r$$

3. Conclusion :

Les deux conditions pour observer la réflexion totale sont :

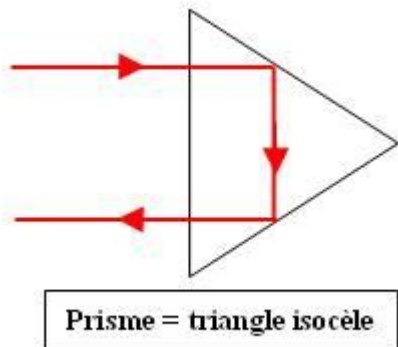
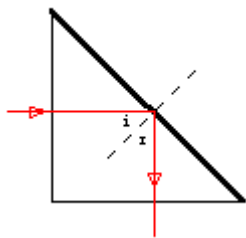
-Il faut que le premier milieu ai un indice de réfraction supérieur au second milieu : $n_1 > n_2$

- L'angle limite pour que ce phénomène apparaisse, est $i_2 = 42^\circ$.

III. Etude de la fibre optique.

1. Mise en évidence.

a- Expérience avec un prisme : Faisons tomber sur la face d'un prisme un rayon lumineux perpendiculairement à cette face. (la section du prisme est un triangle rectangle isocèle). Ce rayon entre sans déviation et atteint alors l'hypoténuse sous un angle de 45° . Si l'angle limite (qui dépend des deux milieux) est inférieur à 45° , alors le rayon va subir la réflexion totale. L'angle de réflexion vaut alors 45° ($i=r$), ce qui fait sortir le rayon du prisme, perpendiculairement à l'autre face (pas de déviation de sortie).



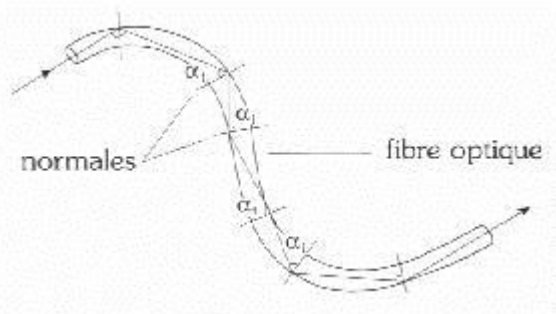
b-Expérience de la fontaine lumineuse. Dans le jet, la lumière subit des réflexions totales successives aux surfaces de séparation eau / air.

2- Etude de la fibre optique :

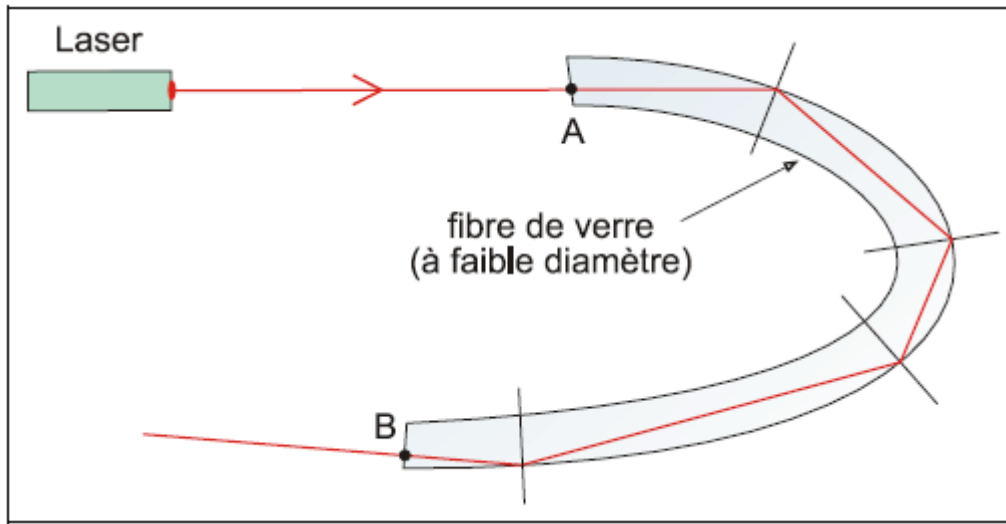
a- Expérience avec une fibre optique : La fibre optique se compose d'un cœur en verre optique d'indice de réfraction élevé et d'une enveloppe en verre d'indice de réfraction faible. Pour assurer la réflexion totale dans la fibre, l'enveloppe doit avoir une épaisseur minimale (pour le spectre visible) de 2.10^{-9} m.

La fibre optique est utile dans le transport d'informations, de lumière. Ce dernier cas est fort utile à de nombreuses personnes :

- o les archéologues : observation d'un tumulus sans y accéder
- o les médecins : endoscopies



Interprétation : Les rayons lumineux qui entrent par une extrémité dans la fibre sont guidés dans le coeur par réflexion totale tout au long de la fibre malgré les courbures infligées et ressortent à l'autre extrémité.



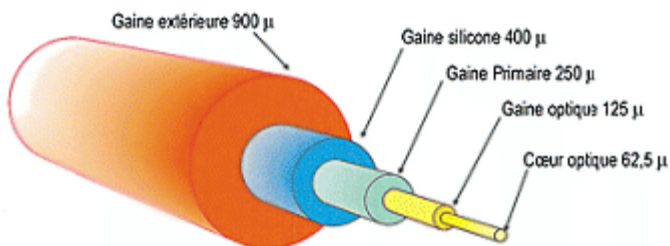
IV. Applications médicales : la fibroscopie.

1. La **fibroscopie** est une technique d'[endoscopie](#) permettant l'exploration visuelle de certains conduits et de certaines cavités du corps. Elle se fait au moyen d'un [fibroscope](#), qui est une sorte d'endoscope souple muni d'un système lumineux. Cette technique permet d'explorer l'oropharynx, l'œsophage, l'estomac, le duodénum, le côlon, les bronches, etc.

La fibroscopie est fondée sur le principe de la réflexion totale : la lumière qui traverse le "tube" est réfléchi, sans exceptions, même lorsqu'on tord le fil.

2. Les trois composants de la fibre optique sont :

- Le coeur - en silice, quartz fondu, ou plastique – dans lequel se propagent les ondes optiques. Diamètre : 50µm ou 62.5µm pour la fibre multimode.
- La gaine optique (cladding) - en général, dans les mêmes matériaux que le coeur mais avec des additifs - qui confine les ondes optiques dans le coeur.
- Le revêtement de protection (coating) - généralement en plastique - qui assure la protection mécanique de la fibre.



3. Le rayon lumineux entrant en A subit un très grand nombre de réflexions totales ($i > \lambda$) et sort finalement en B.

Applications en médecine (endoscopie) et en électronique (transmission de données).

4°- Grâce à la fibroscopie, on peut explorer, observer, faire des photographies et des films, faire des prélèvements (biopsies), des ponctions, détruire des calculs ou des tumeurs, retirer des corps étrangers, coaguler des vaisseaux, réaliser un lavage alvéolaire (sérum physiologique sous aspiration continue).

L'**endoscopie** est une méthode d'exploration et d'imagerie médicale ou industrielle qui permet de visualiser l'intérieur (*endon* en [grec](#)) de conduits ou de cavités inaccessible à l'œil. L'endoscope est composé d'un tube optique muni d'un système d'éclairage. Couplé à une caméra vidéo on peut ainsi retransmettre l'image sur un écran.

L'endoscopie peut être utilisée, soit pour le diagnostic, soit pour traiter une maladie (endoscopie opératoire). Il s'agit d'un terme générique qui recouvre des examens spécifiques par organe. Ainsi, la bronchoscopie est l'exploration des bronches, la [coloscopie](#), celle du côlon, la cystoscopie, celle de la vessie, la [fibroscopie](#) celle de l'œsophage ou estomac, etc.

Les endoscopies se font par les [voies naturelles](#) lorsque cela est possible, par incision sinon ([Endoscopie chirurgicale](#)).

L'endoscopie industrielle regroupe trois technologies (boroscopie, flexoscopie, et vidéoscopie) et est couramment utilisée pour le contrôle interne des turbines à gaz ou de machines tournantes. C'est une méthode reconnue qui se retrouve également sous l'appellation de contrôle visuel indirect, et constitue une méthode à part entière de contrôle non destructif.

Une fibroscopie se réalise sous une simple [anesthésie](#) locale (spray) et ne nécessite alors pas d'hospitalisation. Une anesthésie générale est cependant souvent utilisée. On appelle ceci une "anesthésie de confort". Elle n'est cependant pas obligatoire. On utilise une anesthésie de confort aussi lors d'une [coloscopie](#).

5°- Les risques liés à la fibroscopie (perforation, hémorragie) sont très faibles.

En service, les anticoagulants sont arrêtés un jour avant l'examen pour limiter les risques d'hémorragie. Le patient doit être à jeun depuis plus de 6 heures.

TP de physique
classe de 2 nd

Réflexion totale. Fibre optique et applications médicales

FICHE MATERIEL.

Paillasse prof.

- Expérience fontaine lumineuse (avec eau colorée fluorescéine)
- Laser
- fibre optique
- deux prismes (forme triangle isocèle et rectangle)

Paillasse élève. (9 groupes)

- Disc optique
- source lumineuse : lumière blanche
- demi-cylindre plexiglas
- ordinateur