



**BUT** : Etudier le phénomène de réflexion totale - Comprendre le principe de fonctionnement d'une fibre optique.

**COMPETENCES** : Traiter des informations (APP) - Formuler un problème scientifique, proposer une hypothèse argumentée (ANA) - Elaborer un protocole, imaginer un moyen de tester la validité d'une hypothèse (ANA) - Présenter la démarche suivie à l'écrit (expression, orthographe, vocabulaire scientifique adapté) (VAL)

## Découverte de la fibre optique

La possibilité de transporter de la lumière le long de fines fibres de verre fut exploitée au cours de la première moitié du XXe siècle. La première utilisation fructueuse est le fibroscope en 1950.

La fibroscopie est une technique médicale utilisée pour observer l'intérieur de l'organisme par vision directe.

Elle permet l'exploration de nombreux organes comme l'intestin, l'estomac, les cordes vocales, etc...

Un fibroscope est constitué de milliers de fibres optiques, petits cylindres de verre non rigides dont le diamètre est inférieur à  $10\ \mu\text{m}$ . Certaines des fibres "apportent" la lumière pour éclairer la zone à observer, les autres transportent en retour l'image de la zone à observer pour qu'elle puisse être étudiée par le médecin.

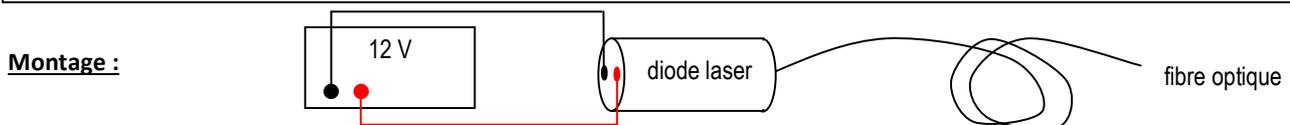
Aujourd'hui, l'utilisation de la fibre optique est étendue à la transmission d'informations. C'est l'invention du laser qui a permis l'utilisation de la fibre dans les télécommunications.

### I. Quel chemin pour la lumière ?

#### 1. Observations

Matériel : diode laser - alimentation 6/12 V - échantillon de fibre optique dénudée à l'extrémité

**Attention : ne jamais regarder le laser de face et se méfier d'éventuelles réflexions**



✘ Relier le générateur à la diode-laser sans utiliser la fibre optique.

✘ Repérer sur un "écran" (une feuille de papier) la trace laissée par le faisceau laser.

🔗 1.1. Comment se propage la lumière dans l'air ?

✘ Placer un échantillon de fibre optique à la sortie de la diode laser. Observer l'extrémité dénudée.

✘ Modifier la "forme" de la fibre optique (courber la fibre, lui faire faire des boucles, ...)

🔗 1.2. Quelle est alors l'intérêt de la fibre optique ?

On dit parfois que la lumière est guidée par la fibre optique.

🔗 1.3. Imaginer et représenter le trajet qui est suivi par la lumière à l'intérieur de la fibre optique en prolongeant le rayon.

#### 2. Des expériences en vidéo

👉 Pour comprendre le parcours suivi par la lumière dans la fibre optique, visualiser les vidéos "FontaineLum" puis "GelatineLum".

🔗 2.1. Que semble faire la lumière une fois entrée dans la gélatine ou dans l'eau ?

🔗 2.2. Représenter le chemin suivi par le rayon lumineux dans la fibre optique

### II. Etude préalable de la réfraction

Pour comprendre le trajet suivi par la lumière dans la fibre, il faut étudier le phénomène de réfraction de la lumière.

Un milieu transparent est caractérisé par son indice de réfraction, un nombre noté  $n$  et exprimé sans unité.

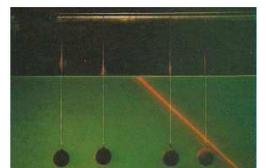
#### 1. Mise en évidence et vocabulaire

Le montage permet de visualiser la déviation d'un rayon de lumière monochromatique (source laser).

🔗 II.1.1. Que peut-on dire du parcours de la lumière lorsque le rayon passe de l'air à l'eau ?

🔗 II.1.2. Sur le schéma de la situation, ajouter la légende avec le vocabulaire :

**rayon incident – rayon réfracté (ou transmis) – rayon réfléchi - dioptre**



## 2. Montage et premières mesures

Matériel : **générateur 6/12V - diode laser - disque gradué - ½ cylindre en Plexiglas.**

### ✂ Réglage initial :

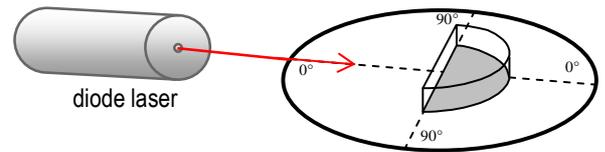
Placer le disque sur le support.

Relier le générateur en 12 V = à la source lumineuse en respectant la polarité et mettre sous tension.

Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0°- 0°" du disque gradué.

Placer le ½ cylindre en Plexiglas à plat sur le disque gradué comme indiqué sur la figure (sa surface plane coïncide avec l'axe "90°- 90°").

Vérifier que le rayon obtenu suit bien l'axe "0°- 0°" avant et après le ½ cylindre, régler si nécessaire.



✋ Faire vérifier par le professeur

✂ Sans toucher au demi-cylindre en Plexiglas, faire tourner le disque gradué de façon à faire coïncider le rayon sur la graduation 30°. Repérer la graduation sur laquelle passe le rayon sortant du ½ cylindre.

🔗 2.1. Compléter le schéma de la fiche réponses à l'aide du vocabulaire suivant : **rayon transmis – rayon incident – normale** (droite perpendiculaire à la surface de séparation) – **angle d'incidence (i) – angle de réfraction (t)**

✂ Faire tourner le disque gradué pour augmenter l'angle d'incidence  $i$  et observer le rayon réfracté ainsi que la valeur de l'angle de réfraction  $t$ .

🔗 2.2. Comparer  $i$  et  $t$ .

✂ Mesurer et noter la plus grande valeur possible que peut prendre l'angle de réfraction quand la lumière passe le dioptre dans le sens « air-Plexiglas ».

## III. Etude de la réflexion totale

Dans une encyclopédie en ligne, on lit : "La fibre optique est un guide d'onde qui exploite les propriétés réfractrices de la lumière et notamment le phénomène de réflexion totale."

### 1. Loi de la réflexion

Matériel : **disque gradué, source lumineuse : diode laser + alimentation 6/12V, miroir plan**

✂ Placer le miroir sur le disque gradué à la place du demi-cylindre et faire une étude expérimentale de la réflexion de la lumière à l'aide du miroir (procéder à un nouveau réglage initial si nécessaire).

🔗 Rendre compte des observations et proposer une loi entre les angles d'incidence et de réflexion pour la réflexion de la lumière.



**Appeler le professeur pour faire vérifier la réponse**

### 2. Un milieu transparent peut-il se comporter comme un miroir ?

Matériel : **disque gradué, source lumineuse : diode laser + alimentation 6/12V, ½-cylindre plexiglas d'indice de réfraction  $n_{\text{plexi}} = 1,5$**

Donnée : L'indice de réfraction de l'air est  $n_{\text{air}} = 1,0$

✂ Replacer le demi-cylindre en Plexiglas sur le disque gradué (procéder à un nouveau réglage initial si nécessaire).

✂ Utiliser judicieusement le matériel mis à disposition pour observer le phénomène de réflexion totale et déterminer les conditions dans lesquelles il peut être obtenu. En particulier, une mesure d'angle est attendue.

Animation mise à disposition : [http://bertrand.kieffer.pagesperso-orange.fr/Animations/Refraction\\_Reflexion\\_totale.htm](http://bertrand.kieffer.pagesperso-orange.fr/Animations/Refraction_Reflexion_totale.htm)



**Des aides pourront être demandés au professeur.**

🔗 2.1. Rendre compte schématiquement de l'expérience permettant d'obtenir une réflexion totale par un schéma commenté et conclure.

🔗 2.2. A l'aide de ce qui précède, compléter **précisément** le schéma du chemin suivi par la lumière dans la fibre optique.

Voir l'animation: [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre\\_optique.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/fibre_optique.html)

Choisir « Saut d'indice »