

<b>Connaissances</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Pratiquer</b> une démarche expérimentale pour comprendre le principe d'une méthode d'exploration du corps humain.</li><li>- <b>Pratiquer</b> une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.</li></ul>
<b>Compétences</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <b>S'approprier</b> : agir selon des consignes, extraire des informations pertinentes d'un document pour proposer et justifier un protocole</li><li>- <b>Réaliser</b> : mettre en œuvre le protocole expérimental proposé, <b>observer</b> et <b>décrire</b> les phénomènes.</li><li>- <b>Analyser</b> : proposer un protocole</li><li>- <b>Communiquer</b> : décrire par écrit ou à l'aide d'un schéma un protocole, rédiger une explication sur le fonctionnement du montage réalisé.</li><li>- <b>Etre autonome</b> : travailler en autonomie, faire preuve d'initiative.</li></ul>

**Problématique** : Comment peut-on regarder l'intérieur du corps humain (estomac, intestins...) sans avoir à pratiquer d'incision ?

*But du TP* : Illustrer au laboratoire le principe de la fibroscopie. Comprendre le principe de la propagation de la lumière dans une fibre optique.

## 1 . Fibroscope et fibre optique :

**Texte de présentation** : Le diagnostic médical a fait de grands progrès depuis que les praticiens disposent de méthodes d'exploration de l'intérieur du corps. Les endoscopes et fibroscopes permettent ainsi d'observer les cordes vocales, l'estomac, les poumons...

Le fibroscope, inventé dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, est un appareil utilisé en médecine pour observer les cavités ou les conduits internes du corps (tube digestif : estomac, œsophage, côlon, appareil respiratoire : trachée, bronches...) Il est constitué d'un tube flexible ne dépassant pas 5 mm de diamètre et contenant deux faisceaux de fibres optiques :

- le **premier** est utilisé pour véhiculer la lumière d'une source lumineuse annexe jusqu'à la cavité afin de l'éclairer.

- le **deuxième** ramène jusqu'à l'optique les images de la cavité étudiée (sur l'optique, on place l'œil ou une caméra suivant les besoins)

Il est possible d'ajouter différents dispositifs : pour souffler de l'air, pour laver les parois de la cavité, pour aspirer les fluides... et même des pinces pour couper ou faire des prélèvements...

Dans certains cas, une troisième fibre optique est utilisée pour amener la lumière d'un laser qui, par effet thermique, permet la destruction ou la cautérisation de tissus malades.



**Démarche d'investigation** : Vous disposez d'un tuyau pouvant représenter l'œsophage d'un patient que vous devez examiner. L'examen va consister pour vous à déterminer la couleur qui tapisse le fond de l'œsophage.

A l'aide du texte de présentation et du matériel dont vous disposez (deux morceaux de fibre optique, une source de lumière, divers accessoires d'optique) vous devez pratiquer l'examen et en rédiger un compte rendu comportant :

- La description précise du déroulement de l'examen (avec éventuellement des schémas)
- Le résultat de l'examen en précisant ci-contre le numéro du tuyau qui vous a été confié. Tuyau examiné n°.....

Compte rendu :

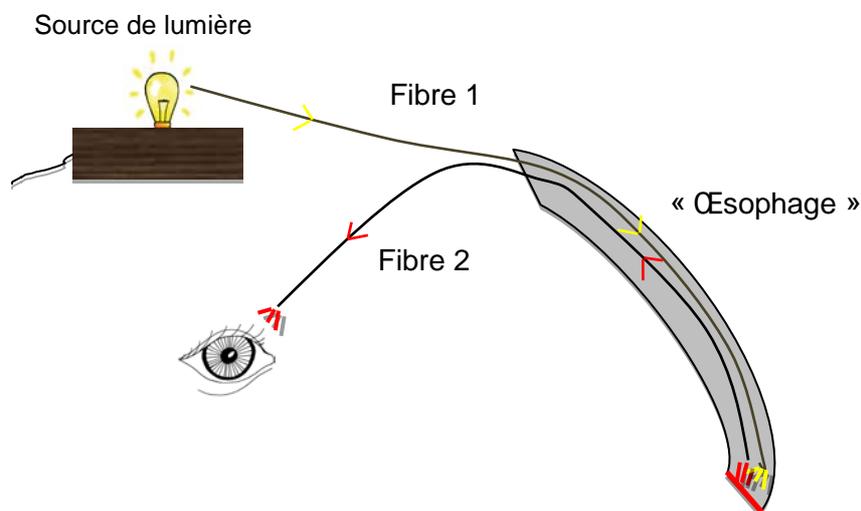
Ce que l'on attendait de vous : analyser, réaliser, communiquer

\* Une description complète de l'expérience (de préférence schéma annoté)

\* Description du rôle de chaque fibre

\* Une conclusion : quelle a été la couleur identifiée ?

**Schéma de principe de la fibroscopie de « l'œsophage »**



\* La fibre 1 achemine la lumière de la source dans l'œsophage afin d'en éclairer le fond.

\* La fibre 2 achemine vers l'extérieur la lumière que diffuse (« reflète ») le fond de l'œsophage.

\* La lumière étant colorée par la surface qui la diffuse, l'œil placé à l'autre extrémité de la fibre 2 perçoit la couleur qui tapisse le fond de l'œsophage.

On en déduit dans le cas du schéma ci-dessus que le fond de l'œsophage est rouge.

Résultats en fonction du n° du tube : n°1 : rouge ; n°2 : bleu foncé ; n°3 : jaune ; n°4 : vert foncé ; n°5 : orange ; n°6 : bleu clair ; n°7 : rose fuchsia ; n°8 : vert clair ; n°9 : rouge

Répondre en 5 à 10 lignes à la problématique présentée en début d'énoncé (vous devez rédiger un paragraphe de qualité : ne paraphrasez pas le document, soignez l'orthographe et la grammaire !)

Ce que l'on attendait de vous : s'approprier, communiquer

\* Une synthèse, un « résumé » du document et de votre expérience pour illustrer le principe de la fibroscopie, dispositif qui répond à la problématique.

Pour regarder à l'intérieur d'un organe "creux" du corps humain où « il fait noir » (estomac, bronches) il faut éclairer celui-ci: on utilise une fibre optique qui guide la lumière d'une source lumineuse vers la cavité.

La cavité diffuse, « reflète » alors de la lumière : une deuxième fibre optique capte celle-ci pour la ramener à l'extérieur de la cavité, vers l'objectif d'une caméra ou l'œil du praticien.

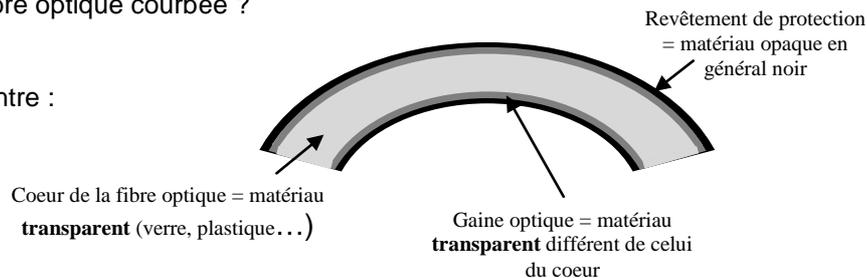
C'est ainsi que l'on peut regarder à l'intérieur du corps sans l'ouvrir.

## 2 . Comment la lumière suit-elle les méandres d'une fibre optique ?

La lumière a pour propriété connue de se propager en ligne droite.

Comment fait-elle pour se propager dans une fibre optique courbée ?

La structure d'une fibre optique est décrite ci-contre :



Pour le comprendre la propagation dans une fibre, vous allez étudier le comportement de la lumière :

- lorsqu'elle pénètre dans un matériau transparent (verre ou plastique)
- lorsqu'elle ressort d'un milieu transparent

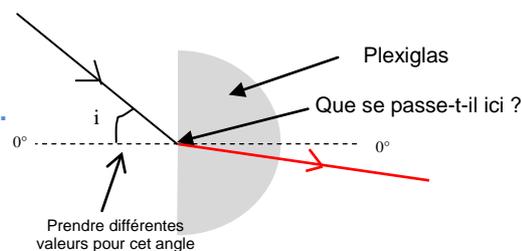
### 2.1. Un rayon lumineux situé dans l'air peut-il toujours pénétrer dans un milieu transparent ?

\* Réaliser le dispositif schématisé ci-contre.

\* Observer le rayon lumineux qui pénètre le plexiglas :  
décrire son comportement.

**Ce que l'on attendait de vous : réaliser une réalisation précise de l'expérience, conformément au schéma, puis une description claire de ce que vous voyez.**

**Le rayon pénètre dans le plexiglas et il est dévié.**



\* Compléter le trajet du rayon lumineux sur le schéma.

**Voir rayon en rouge sur le schéma.**

\* Le rayon lumineux peut-il pénétrer dans le plexiglas quel que soit l'angle  $i$  ?

**En faisant varier l'angle  $i$  de 0 à 90°, on constate que le rayon peut toujours pénétrer dans le plexiglas.**

**Le phénomène observé est la réfraction. En quoi consiste-t-elle ?**

**Ce que l'on attendait de vous : communiquer une description du phénomène compte tenu des constatations expérimentales**

**La réfraction correspond à la déviation que subit un rayon lumineux lorsqu'il traverse une surface pour pénétrer dans un autre milieu transparent que celui où il se trouve (par exemple en pénétrant dans le plexiglas alors qu'il provient de l'air)**

### 2.2. Un rayon lumineux se propageant dans le plexiglas peut-il toujours en ressortir ?

\* Réaliser le dispositif schématisé ci-contre.

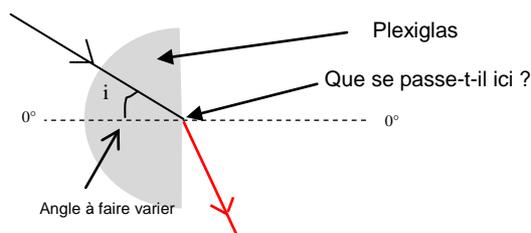
\* Prendre une petite valeur pour  $i$  (30° environ).

Y a-t-il réfraction à la sortie du plexiglas ? Pourquoi ?

**Ce que l'on attendait de vous : réaliser une réalisation précise de l'expérience et une confrontation entre ce qu'on voit et le phénomène de réfraction décrit précédemment.**

**Il y a réfraction car le rayon lumineux est dévié lorsqu'il sort du plexiglas.**

\* Compléter le trajet du rayon lumineux sur le schéma. **Voir rayon en rouge sur le schéma.**



\* Le rayon lumineux peut-il sortir du plexiglas vers l'air quel que soit l'angle  $i$  ? Expliquer.

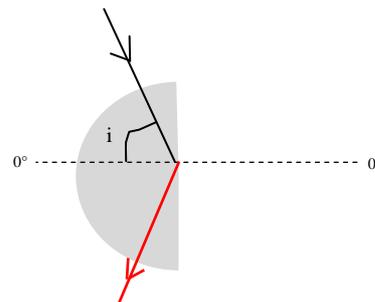
Ce que l'on attendait de vous : réaliser

faire varier l'angle  $i$  et observer si le rayon est toujours réfracté, c'est-à-dire s'il traverse la surface pour tout  $i$ .

**Non, car quand l'angle  $i$  dépasse environ  $40^\circ$  le rayon lumineux ne traverse plus la surface mais « rebondit » sur celle-ci.**

\* Compléter le trajet du rayon lumineux dans la situation exposée ci-contre.

**Voir rayon en rouge sur le schéma.**



Le phénomène observé est la réflexion totale. Dans quelles conditions l'observe-t-on ?

Ce que l'on attendait de vous : communiquer

une description du phénomène compte tenu des constatations expérimentales

**Il y a réflexion totale lorsqu'un rayon lumineux qui se propage dans un milieu transparent aborde une surface qui le sépare de l'air sous un angle  $i$  par rapport à la normale trop grand : il ne traverse pas la surface mais s'y réfléchit totalement.**

### 2.3. Application à la fibre optique :

Le schéma simplifié ci-contre est celui d'une fibre optique en verre (seul le cœur est représenté)

On envoie un rayon lumineux à son extrémité.

\* Représenter le trajet de ce rayon lumineux à travers la fibre.

\* Expliquer votre tracé en citant notamment les phénomènes mis en jeu lors de cette propagation du rayon lumineux depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la fibre.

Ce que l'on attendait de vous : s'approprier,  
communiquer

Analyser la situation ci-contre et réfléchir au trajet de la lumière lorsqu'elle aborde la surface extérieure de la fibre : peut-elle en sortir en se réfractant ou va-t-elle s'y réfléchir ?

\* **Le rayon pénètre dans la fibre car tout rayon situé dans l'air peut pénétrer dans le plexiglas quel que soit l'angle sous lequel il touche la surface (voir 2.1)**

\* **Lorsque le rayon atteint la surface externe de la fibre pour la première fois sous un angle  $i$  élevé, il s'y réfléchit totalement (voir 2.2)**

\* **De même lorsque le rayon touche la surface externe la deuxième fois, puis la troisième...**

\* **Le rayon atteint ainsi l'autre extrémité de la fibre après une succession de réflexions totales sur sa surface externe puis il en sort.**

**On dit que la lumière est guidée dans la fibre optique.**

Réflexions totales sur la surface extérieure

