



BUT : Observer et comprendre les phénomènes de réflexion et de réfraction de la lumière ainsi que leur modélisation mathématique.

COMPETENCES :

APP	REA	VAL
-----	-----	-----

Extraire et organiser l'information – Mobiliser et organiser ses connaissances. (APP)

Mettre en œuvre un protocole – Utiliser le matériel de manière adaptée (REA)

Interpréter des observations – confronter un modèle à des résultats expérimentaux. (VAL)

Un peu d'histoire :



L'astronome, médecin, philosophe et physicien arabe **Alhazen** (de son vrai nom Ibn al-Haytham né en 965 à Bassorah dans l'actuel Irak), qui vécut principalement au Caire, a rédigé *Discours sur la lumière* qui porte sur l'optique géométrique et physiologique. Selon lui la **réfraction** de la lumière, c'est-à-dire la **déviaton de la lumière** en passant d'un milieu dans un autre, est causée par un ralentissement ou une accélération de la lumière dans son déplacement : dans un milieu plus dense la lumière voyage plus lentement. Alhazen énonce les lois sur la **propagation de la lumière**, la **réflexion** et la **réfraction**.

En Europe, le premier savant qui s'est intéressé aux problèmes de réflexion et de réfraction est Willebrord Snell van Royen (1580-1626) qui énonce les lois de la réfraction en 1621. Les travaux d'Alhazen avaient été traduits à l'époque et étaient certainement connus en Europe. C'est probablement pourquoi Snell n'a pas jugé utile de publier sur le sujet. Le problème est repris par Descartes (1596 – 1650) dans son ouvrage *Dioptrique* (1637) sans démonstration. Fermat étudie ensuite le sujet qui adopte le principe que « la nature agit toujours par les voies les plus simples » (1662), et arrive au même résultat que Descartes. Aujourd'hui, on parle des **lois de Snell** ou de **Snell-Descartes** en France.

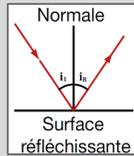
Documents :

Propagation de la lumière

Dans un milieu homogène, les rayons lumineux émis par une source lumineuse ponctuelle se propagent en ligne droite le long des rayons d'une sphère centrée à la source.

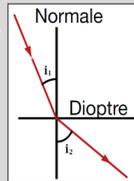
Lois de la réflexion

1. Le rayon réfléchi est situé dans le plan d'incidence formé par le rayon incident et la normale à la surface réfléchissante au point de réflexion.
2. L'angle que fait le rayon réfléchi avec la normale est égal à l'angle que fait le rayon incident avec cette même normale.



Lois de la réfraction

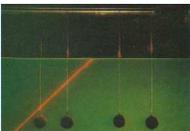
1. Le rayon réfracté est situé dans le plan d'incidence formé par le rayon incident et la normale à la surface séparant les deux milieux (ou dioptré).
2. Lorsqu'un rayon incident, se propageant dans un milieu transparent ①, vient frapper la surface de séparation avec un milieu transparent ②, la relation entre l'angle d'incidence i_1 et l'angle de réfraction i_2 s'écrit : $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$ où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction.



Indice de réfraction

Les vitesses de propagation de la lumière dans les milieux transparents, permettent de définir les indices de réfraction de chaque milieu. Noté n , l'indice de réfraction est, comme l'avait imaginé Alhazen, défini par comparaison de la vitesse de la lumière dans le vide (ou l'air), $c = 3,0 \times 10^8$ m/s, et la vitesse de la lumière v dans le milieu transparent considéré : $n = \frac{c}{v}$ (sans unité). $n \geq 1$ car c est une valeur limite dans l'Univers.

1. On apprend le vocabulaire



Grossissement par une lentille, mirages, arc en ciel ou encore utilisation d'une fibre optique ... , réfraction et réflexion permettent d'interpréter de nombreux phénomènes. Le montage présenté permet de visualiser le chemin suivi par un rayon de lumière monochromatique (source laser) frappant une surface séparant air et eau.

➤ Répondre aux questions du §1.

2. On vérifie la loi

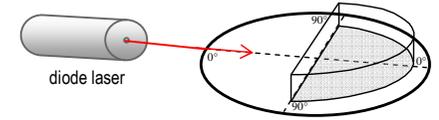
2.1. Des milieux transparents : l'air et le Plexiglas®

Le Plexiglas est un milieu plus dense que l'air. La vitesse de la lumière dans le Plexiglas est égale à 2×10^8 m/s.
➤ Répondre aux questions du §2.1.

2.2. Modélisation mathématique

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

- ✘ Allumer la source lumineuse. 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 ci-contre (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.



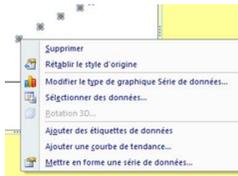
➤ Faire vérifier par le professeur

➤ Répondre à la question 2.2.1.

- ✘ Sans toucher au demi-cylindre en Plexiglas, faire tourner le disque gradué de façon à faire coïncider le rayon incident sur la graduation 30°. Repérer les graduations sur lesquelles passent le rayon réfléchi et le rayon réfracté sortant du ½ cylindre.
- Répondre aux questions 2.2.2. à 2.2.4.
- ✘ Mesurer l'angle de réfraction i_2 des valeurs de i_1 de 10 à 80° et saisir les valeurs obtenues dans le fichier [loi_réfraction.xlsm](#) ouvert avec Excel.

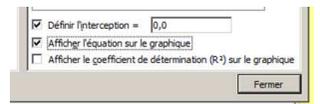
➤ Faire vérifier par le professeur

➤ Répondre aux questions 2.2.5. et 2.2.6.



➤ Ajouter une courbe de tendance par un clic droit sur un des points du graphique en choisissant le modèle approprié.

Dans les options de la courbe de tendance, définir l'interception de la droite à 0,0 et afficher l'équation.



➤ Faire vérifier par le professeur

- Enregistrer le fichier.

➤ Répondre aux questions 2.2.7. à 2.2.9.

3. De la réflexion

- ✘ Placer le dispositif de telle façon que le rayon lumineux se confonde avec l'axe "0°- 0°" du disque gradué en passant le dioptré dans le sens Plexiglas®-Air.
- ✘ Sans toucher au demi-cylindre en Plexiglas®, faire tourner le disque gradué de façon à faire coïncider le rayon incident sur la graduation 30°. Repérer les graduations sur lesquelles passent le rayon réfléchi et le rayon réfracté sortant du ½ cylindre.
- Répondre aux questions 3.1. à 3.4.
- ✘ Tourner lentement le disque gradué de façon à augmenter i_1 et chercher l'angle au-delà duquel le rayon réfracté disparaît. Noter la valeur de $i_{1(max)}$.
Rappel : le sinus d'un angle ne peut pas être supérieur à 1.
- Répondre aux questions 3.5. et 3.6.

