

PROPAGATION DE LA LUMIÈRE

MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE DE RÉFRACTION

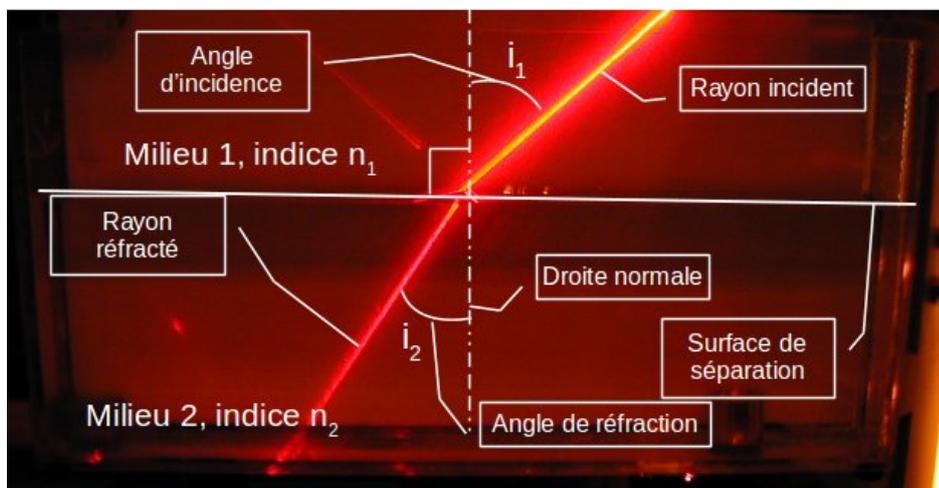
RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE - VOCABULAIRE ASSOCIÉ

Le schéma légendé ci-contre reprend l'ensemble des éléments indispensables à la description complète et à l'étude de la réfraction d'un rayon lumineux.

Sur l'image, la lumière provient de la partie supérieure droite.

Réfraction - Définition

La réfraction est le changement de direction de propagation que subit la lumière lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre.



Éléments essentiels

- x **SURFACE DE SÉPARATION** : c'est l'interface entre les deux milieux dans lesquels se propage la lumière.
- x **DROITE NORMALE, OU NORMALE** : droite perpendiculaire à la surface de séparation au niveau du point d'incidence (point où la lumière frappe la surface de séparation).
- x **RAYON INCIDENT** : rayon issu de la source de lumière se propageant dans le premier milieu.
- x **RAYON RÉFRACTÉ** : rayon pénétrant dans le second milieu.
- x **ANGLE D'INCIDENCE** : angle i_1 mesuré entre le rayon incident et la normale.
- x **ANGLE DE RÉFRACTION** : angle i_2 mesuré entre le rayon réfracté et la normale.

PTOLÉMÉE, KEPLER, SNELL ET DESCARTES... DE L'OBSERVATION À LA MODÉLISATION

Au fil des siècles, des scientifiques ont observé puis tenté de modéliser, en mettant en équation, le comportement des rayons lumineux lors du phénomène de réfraction.

On se propose dans cette partie de mettre en œuvre un protocole expérimental permettant de déterminer la validité des théories avancées.

1. Les différentes théories

Ptolémée	Kepler	Snell	Descartes
 <p>(env. 90 – 168) Ptolémée s'est essentiellement attaché à faire des observations qualitatives, c'est-à-dire sans mise en équation. On peut en particulier retenir l'observation suivante : « Des rayons perpendiculaires à la surface de séparation entre les milieux ne sont pas réfractés ».</p>	 <p>(1570 – 1630) Pour Kepler, il existe UNE RELATION DE PROPORTIONNALITÉ ENTRE L'ANGLE DE RÉFRACTION ET L'ANGLE D'INCIDENCE tant que les angles restent petits.</p>	 <p>(1580 – 1626)</p>	 <p>(1596 – 1650)</p>
		<p>Snell est un astronome et mathématicien hollandais qui établit expérimentalement la PROPORTIONNALITÉ non pas entre les angles incidents et réfractés mais entre les valeurs DE LEURS SINUS. Le coefficient de proportionnalité dépendant des milieux traversés par la lumière. Peu après, Descartes publie une démonstration de « la loi des sinus ».</p>	

2. Vérifications expérimentales

a. Matériel et protocole

On dispose du matériel suivant :

- Faisceau laser monochromatique. 
- Disque tournant, gradué en degrés pour la mesure des angles.
- Demi-cylindre de plexiglas présentant une face plane et une face circulaire.

La fiche d'utilisation vous est fournie.

Après observation du matériel et lecture de la fiche, proposez un protocole permettant :

1. de vérifier l'observation de Ptolémée.
2. de confronter les modèles proposés par Kepler et Snell-Descartes afin de trancher sur leurs validités respectives.

Dans le cas du point 2, votre protocole devra mentionner l'utilisation appropriée de l'outil tableur.

Ptolémée affirme que $\text{si } i_1 = 0 \text{ alors } i_2 = 0$
Pour vérifier cette affirmation, il faut :
→ Simple observation.

Kepler affirme que i_1 et i_2 sont proportionnels, si i_1 petit.
Pour vérifier cette affirmation, il faut :
On trace i_2 en fonction de i_1 et on teste si on a une droite passant par l'origine.

Snell et Descartes affirment que $\sin i_1$ et $\sin i_2$ sont proportionnels.
Pour vérifier cette affirmation, il faut :
On trace $\sin i_2$ en fonction de $\sin i_1$ puis on analyse.

b. Prise de mesures et exploitation

Après avoir fait valider votre protocole, mettez-le en œuvre et relevez vos mesures dans le tableau suivant.

On note i_1 l'angle d'incidence et i_2 l'angle de réfraction.

i_1 (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
i_2 (°)																	

L'exploitation des mesures se fera à l'aide du tableur Libreoffice.

1. Téléchargez la feuille de calcul modèle à cette adresse : <https://dgxy.link/TableurDescartes>
Utiliser le menu **Fichier** → **Télécharger sous** → **Classeur ODF**
2. Effectuez les calculs nécessaires et tracer les représentations graphiques permettant de tester les modélisations de Kepler et de Snell-Descartes.

Coup de pouce : calculer la valeur du sinus d'un angle dans le tableur

La fonction **SIN** du tableur ne traite que les angles exprimés en radians qui sont calculées automatiquement **dans les colonnes C et D**.

3. Conclusions :

Livrez vos conclusions en quelques phrases *COURTES* et *PRÉCISES* sur la réfraction vue par les scientifiques étudiés.

Dans le cas de Kepler, vous essaieriez en particulier de préciser la partie de la phrase soulignée dans le tableau : « ... *tant que les angles restent petits.* »

Affirmation de Ptolémée

Vérifié lors du réglage initial.

Affirmation de Kepler

Voir page suivante

Affirmation de Snell et Descartes

Voir page suivante.

On définit l'indice de réfraction d'un milieu transparent comme le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide c sur la vitesse de la lumière dans le milieu v : $n = \frac{c}{v}$.

Snell et Descartes résument leur loi par la relation mathématique suivante :

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

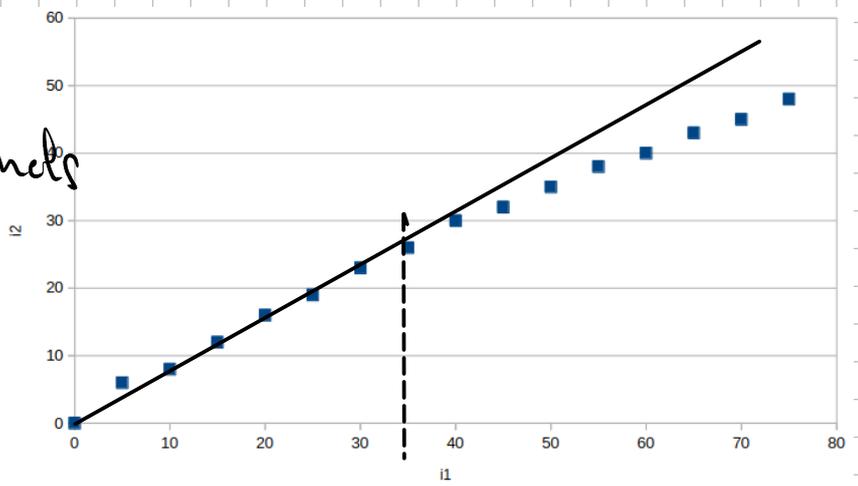
n_1 et n_2 sont les indices des milieux de propagation 1 et 2. i_1 et i_2 respectivement l'angle d'incidence et l'angle de réfraction.

Pour l'air, on a $n_{\text{air}} \approx 1,00$ et pour le plexiglas $n_{\text{plexi}} = 1,50$.

La modélisation fournie par le tableur est-elle en accord avec ces valeurs des indices de réfraction ?

Képler:

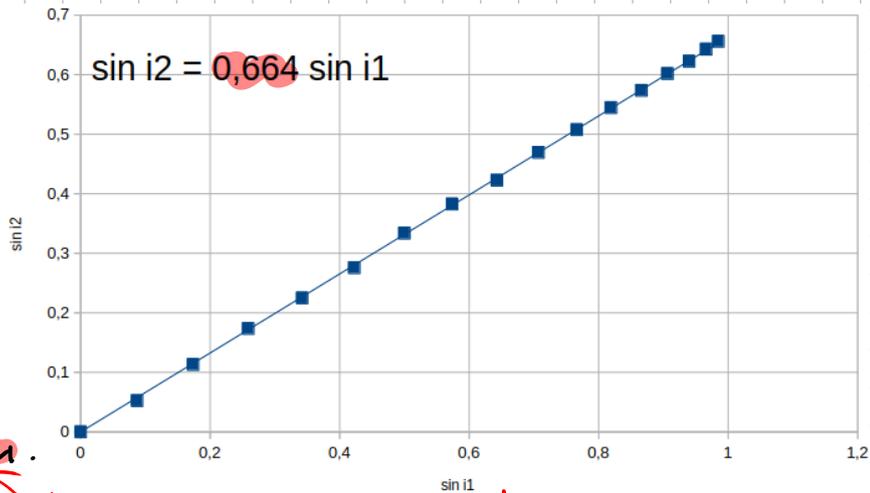
i_1 et i_2 sont proportionnels
si $i_1 < 35^\circ$.



Snell - Descartes:

$\rightarrow \sin i_1$ et $\sin i_2$
proportionnels.

\rightarrow Avec du plexiglass,
le coefficient de
proportionnalité est **0,664**.



\rightarrow le coefficient dépend des milieux traversés.

milieu ①

milieu ②

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

ex: air
 $n_{\text{air}} = 1,00$

plexiglass
 $n_{\text{plexi}} = 1,50$

$$\sin i_2 = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{plexi}}} \times \sin i_1$$

Numériquement: $\frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{plexi}}} = \frac{1}{1,50} \approx 0,667$

Compatible.