

Approche historique : quelles lois suivent les rayons lumineux lorsqu'ils changent de milieu de propagation ?

I) La réfraction dans l'histoire

De nombreux savants se sont intéressés au phénomène de réfraction des rayons lumineux. Ils ont cherché à déterminer la loi physique qui permet de calculer l'angle de réfraction quand on connaît l'angle d'incidence.

Voici leurs hypothèses :

- **Claude PTOLÉMÉE**, (II^{ème} siècle après JC)



Claudius Ptolemaeus, communément appelé Ptolémée était un astronome et astrologue grec qui vécut à Alexandrie (aujourd'hui en Égypte). Il est également l'un des précurseurs de la géographie. Ptolémée fut l'auteur de plusieurs traités scientifiques. Au sujet de ses résultats, Ptolémée s'est livré à des commentaires d'ordre qualitatifs. Il a observé que :

- 1) Le rayon incident et le rayon réfracté sont situés dans un plan perpendiculaire à la surface du milieu de réfraction.
- 2) Les rayons perpendiculaires à la surface ne sont pas réfractés.
- 3) L'importance de la réfraction dépend de la densité des milieux. Il a remarqué que si i_1 et i_2 sont deux angles d'incidence et r_1 et r_2 les angles de réfraction correspondants et si $i_2 > i_1$ alors on aura :

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

- **Robert GROSSETÊTE**



Maître des études à l'université d'Oxford (1168-1253), fut l'un des pionniers de la méthode expérimentale en affirmant : l'expérimentation est le meilleur moyen de l'étude de la réflexion et de la réfraction de la lumière.

S'appuyant sur les traités d'optique d'Ibn al-Haytham (965-1039), mathématicien, philosophe et physicien persan, Grossetête étudie les rayons directs, les rayons réfléchis, les rayons déviés. Il s'intéresse à la formation de l'arc-en-ciel et travaille sur les lentilles et les miroirs. La loi de la réfraction qu'il a proposée est :

L'angle de réfraction est égal à la moitié de l'angle d'incidence.

- **Johannes KEPLER**



Physicien allemand (1571-1630) était convaincu que la bonne équation devait prendre la forme d'une fonction trigonométrique.

Il n'a pas découvert cette équation mais a proposé :

L'angle de réfraction est proportionnel à l'angle d'incidence pour des valeurs d'angles petites.

- **René DESCARTES**



Philosophe et savant français (1596-1650)

On lui attribue la loi de la réfraction (1637) qui fait intervenir le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction. *Cette loi est de la forme $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$*

Les nombres n_1 et n_2 sont appelés respectivement « indice de réfraction du milieu d'incidence (milieu 1) » et « indice de réfraction du milieu de réfraction (milieu 2) ».

Pour un milieu transparent : $n = c / V$ (c est la célérité de la lumière dans le vide et V est la vitesse de la lumière dans le milieu transparent).

Remarques : Comme n_1 et n_2 sont des constantes, la loi de Descartes revient à dire que $\sin i$ et $\sin r$ sont proportionnels.

: Quelques années avant Descartes, un physicien hollandais nommé Snell avait affirmé la même chose.

II) Lequel de ces savants avait raison ? Étude quantitative de la loi de réfraction.

Pour répondre à cette question, nous allons utiliser un disque de plexiglas éclairé d'un faisceau lumineux (matériel déjà utilisé lors du TP n°3)

1) Rappels :

Repasser en rouge la surface d'incidence ou interface.

Repasser en vert la normale à l'interface.

L'angle d'incidence (noté i) est l'angle entre le rayon incident et la normale : le placer sur la figure ci-contre.

L'angle de réfraction r est l'angle entre le rayon réfracté et la normale : le placer sur la figure ci-contre.

2) Expérience :

a) Tourner le disque gradué de façon à ce que le rayon lumineux entre perpendiculairement à la face plane du plexiglas (ce sera la valeur $i_1=0^\circ$).

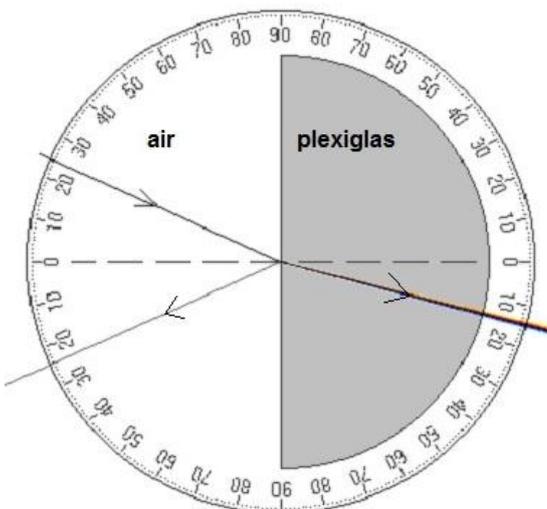
b) Noter la valeur de r (angle avec lequel le rayon se propage dans le plexiglas, on ne s'intéressera pas aux éventuels rayons réfléchis).

c) Tourner le disque gradué de 10° (pour i) et noter la valeur de r .

d) Recommencer de 10° en 10° pour i , jusqu'à 80° et noter à chaque fois r dans le tableau ci-dessous.

3) Confrontation aux lois des scientifiques :

À partir des lois élaborées dans le tableau précédent, compléter le tableau suivant :



i ($^\circ$)	r ($^\circ$)	Ptolémée quand $i_2 > i_1$:		Grossetête		Kepler	Descartes		
		Calculer : i_2 / i_1	Calculer : r_2 / r_1	Noter r	Calculer $i/2$	Calculer i/r	Calculer $\sin i$	Calculer $\sin r$	Calculer $\sin i / \sin r$
0									
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
80									

4) Interprétation :

a) Quelles « lois » peut-on directement écarter ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

b) Que pensez-vous de la loi de Ptolémée ? Quels résultats obtient-on ? Peut-on véritablement parler de loi ?

.....

.....

.....

c) Quelle est la loi vérifiée par l'expérience ? Justifier

.....

.....

.....