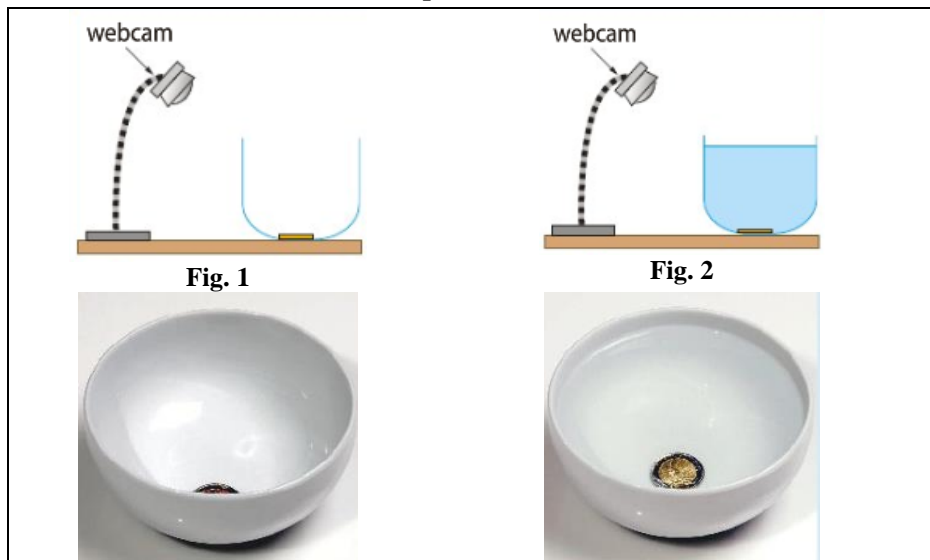




## Réfraction de la lumière

Introduction spectaculaire... Comment expliquer ce qui se passe ?

### Expérience n°1



### Expérience n°2



Fig. 3

## 1 – Le phénomène

Un faisceau laser éclaire la surface d'un aquarium dans lequel plongent quatre fils à plomb.

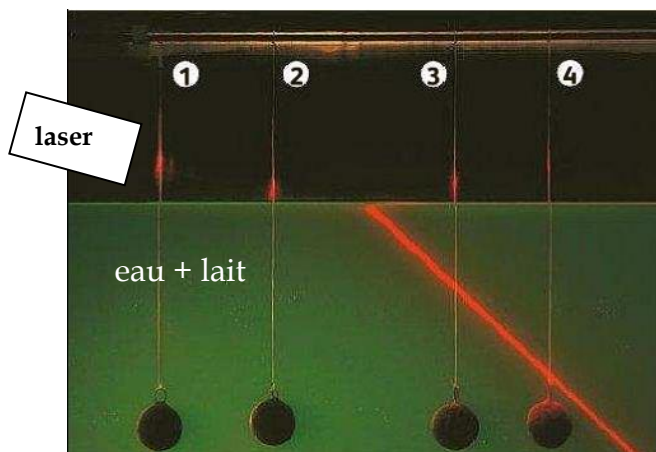


Fig. 4

### Observer

1. Qu'est-ce que le « modèle du rayon lumineux » ?
2. Quels sont les deux milieux de propagation de la lumière dans cette expérience ?
3. Que matérialisent les fils à plomb ?
4. La couleur de la lumière est-elle visiblement modifiée lors du changement de milieu de propagation ?
5. Décrire le trajet du faisceau de lumière lors du changement de milieu de propagation.

### Modéliser

On emploie le terme de **réfraction** lorsque la lumière change de milieu de propagation et subit un brusque changement de direction de propagation. Le dispositif de la figure 5 permet d'étudier le phénomène au laboratoire : un pinceau de lumière éclaire un héli-cylindre de Plexiglas posé sur un rapporteur.

1. Que représente la figure 6 ?
2. Identifier, sur les figures 5 et 6, le faisceau incident et le faisceau réfracté.

Pour un rayon du faisceau incident,

- le point d'incidence, noté  $I$ , est le point de la surface de séparation (ou *dioptre*) où arrive le rayon incident ;
- la normale au point d'incidence est la droite perpendiculaire en  $I$  à la surface de séparation des deux milieux ;
- l'angle d'incidence, noté  $i$ , est l'angle entre la normale et le rayon incident ;
- l'angle de réfraction, noté  $r$ , est l'angle entre la normale et le rayon réfracté.



3. Indiquer ces notations sur les figures 5 et 6.
4. Faisons varier l'angle d'incidence : pour quelle valeur d'angle  $i$  le faisceau n'est-il pas dévié ? Quelle est alors la valeur de  $r$  ?
5. Faites entrer la lumière par la face circulaire du cylindre : que se passe-t-il ? Faites varier l'angle d'incidence et noter les remarques.

Fig. 5

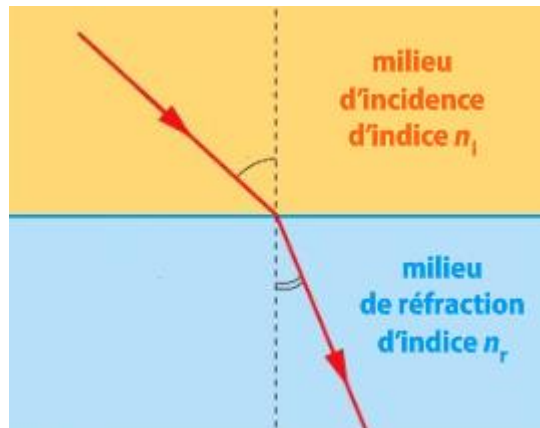
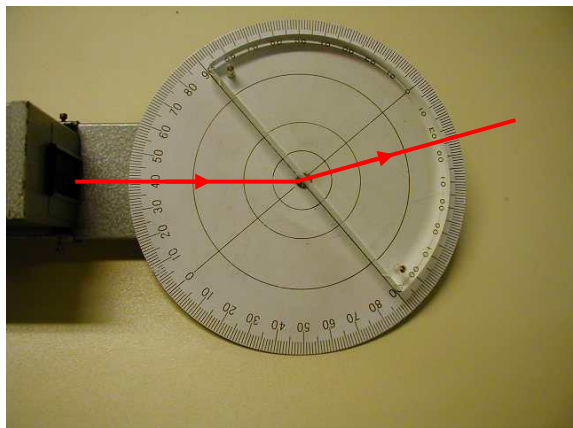


Fig. 6

## 2 – Etude quantitative du phénomène

Problématique : Y a-t-il un moyen de prévoir avec quel angle la lumière est déviée lors de la réfraction ?

L'idée est de trouver s'il existe un lien mathématique simple entre  $i$  et  $r$ ... et plusieurs savants s'y sont risqués.

### 2.1 – Recours à l'expérience : mesures

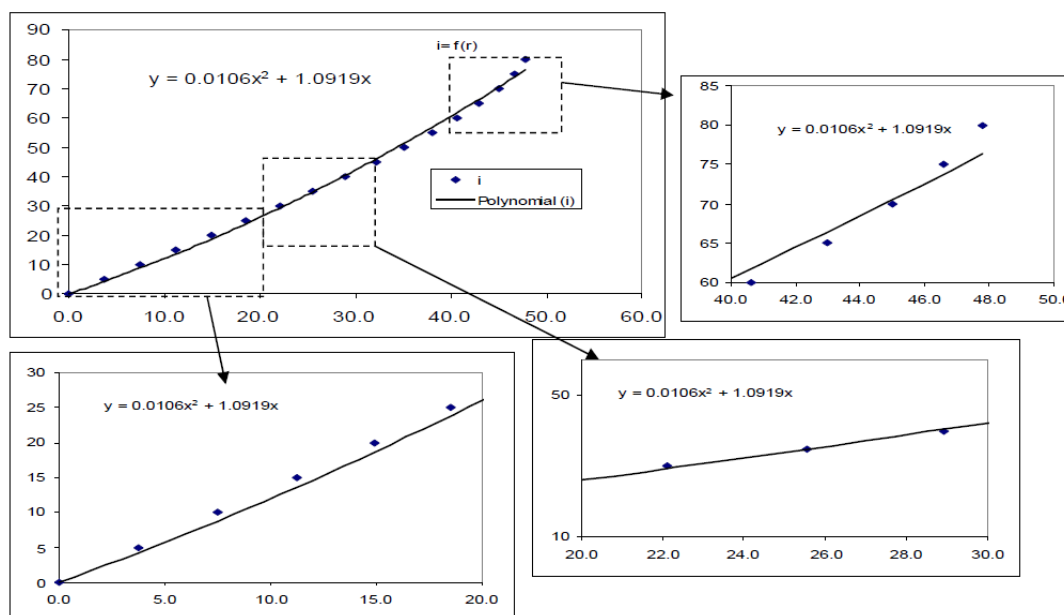
Pour commencer, il faut se doter de mesures les plus précises possibles.

$i$ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$r$ (°)									
$i$ (°)	45	50	55	60	65	70	75	80	85
$r$ (°)									

### 2.2 – Test des modèles historiques

a) Modèle de Ptolémée (II<sup>ème</sup> siècle ap. J.-C.) :  $i = a.r + b.r^2$

Fig.7





La figure 7 présente un graphique et des zooms sur certaines de ses parties.

1. Quelle grandeur est représentée en ordonnées ? en abscisse ?
2. Que montrent les zooms réalisés ? Conclure sur la validité du modèle de Ptolémée.

b) Modèle de Grosseteste (XIII<sup>ème</sup> siècle) :  $r = i/2$  et modèle de Kepler (XVII<sup>ème</sup> siècle) :  $r = k \times i$

1. Le modèle de Robert Grosseteste est-il a priori légitime ?
2. Quel est le point commun entre ces deux modèles ?
3. Utiliser Geogebra et le fichier [act2.1a modeles.ggb](#) pour conclure quant à la validité de ces deux modèles.

c) Modèle de Descartes (XVII<sup>ème</sup> siècle) :  $n_i \sin i = n_r \sin r$

1. Compléter le tableau suivant à l'aide du tableur de Latis Pro.

sin i	0	0,087	0,17	0,26	0,34	0,42	0,50	0,57	0,64
sin r									

sin i	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94	0,97	0,98	1,0
sin r									

2. Tracer sin i en fonction de sin r. Proposer une modélisation et la réaliser à l'aide du logiciel.

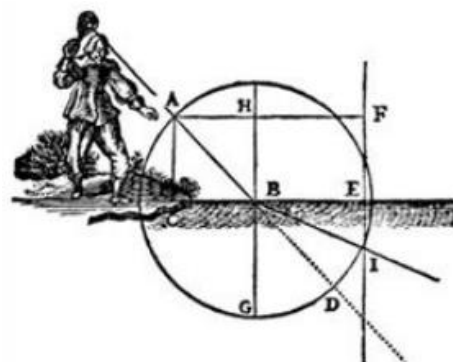
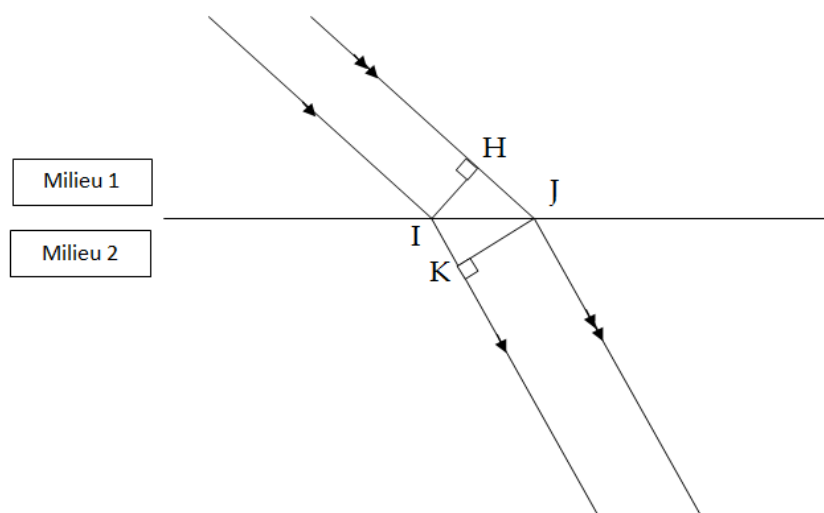
Dans le modèle de Descartes, les nombres  $n_i$  et  $n_r$  sont des constantes caractéristiques des milieux de propagation appelés indices de réfraction. De fait, on s'est aperçus que ces nombres étaient liés à la vitesse de la lumière dans le milieu,

$$n = \frac{c}{v}$$

avec  $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$  vitesse de la lumière dans le vide et  $v$  vitesse de la lumière dans le milieu en  $\text{m.s}^{-1}$ .

3. La lumière allant à peu près aussi vite dans l'air que dans le vide, donner une estimation de sa vitesse dans le Plexiglas, en détaillant votre raisonnement.

Pour les fortiches : une démonstration...



Soient 2 rayons parallèles rencontrant l'interface (dioptré) entre deux milieux transparents, l'un en I et l'autre en J. Ils ressortent tous deux parallèles (milieux homogènes). Nous supposons que ces rayons se déplacent de front à tout moment. Nous noterons  $v_1$  la vitesse de la lumière dans le milieu 1,  $v_2$  sa vitesse dans le milieu 2 ; les angles  $i_1$  et  $i_2$  sont repérés par rapport à la normale.

Montrer que  $\frac{HJ}{v_1} = \frac{IK}{v_2}$  puis en déduire que  $\frac{\sin i_2}{v_2} = \frac{\sin i_1}{v_1}$ .

Vérifier que le modèle de Descartes s'applique bien aux mesures que vous avez réalisées.