

## Activité 1 : Propagation et vitesse de la lumière

# CORRIGÉ

### I – Propagation de la lumière dans un milieu homogène et transparent

#### A savoir :

1. Un milieu homogène a des propriétés chimiques et physique identiques en tout point.
2. La lumière se propage en ligne droite dans les milieux homogènes : on parle de propagation rectiligne de la lumière.

Expériences possibles : [https://www.youtube.com/watch?v=\\_XJVGIZIW2Y](https://www.youtube.com/watch?v=_XJVGIZIW2Y)

### II – Vitesse de la lumière

#### A savoir :

La vitesse de la lumière dans le vide est appelée « **célérité** », c'est pour cela qu'elle est notée par la lettre « **c** ».

La vitesse de la lumière dans le vide à pour valeur  $c = 299\,792\,458$  km/s. La valeur de la vitesse de la lumière dans l'air est d'environ  $v_{\text{air}} = 299\,700$  km/s, donc proche de la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide.

Pour plus de facilité, on retient souvent l'approximation suivante :

$$v_{\text{air}} = c = 300\,000 \text{ km/s} = 3,00 \times 10^5 \text{ km/s} = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

1. Dans le vide, Michelson donne l'encadrement suivant :  $299\,791 \text{ km/s} < c < 299\,799 \text{ km/s}$   
La valeur définie en 1973 est de  $299\,792\,458 \text{ m/s} = 299\,792,458 \text{ km/s}$  : cette valeur est bien comprise dans l'intervalle trouvé par Michelson.
2. Le mètre est défini à partir de la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide depuis 1983, c'est pourquoi la vitesse de la lumière doit être connue avec une très grande précision. Pourquoi se baser sur le seconde ? car la seconde est l'unité établie avec la plus faible incertitude.  
Une utilisation possible grâce à la précision de la seconde : les GPS.

#### Pour les curieux :

Vidéo « C'est pas sorcier » sur les unités : <https://www.youtube.com/watch?v=PVEtJI20Fcs>

Remarque : cette vidéo date un peu, et depuis, la définition du kilogramme a changé.

3. Pour comparer les 2 vitesses, calculons le rapport entre les 2 valeurs (la plus grande valeur au numérateur). Dans l'air, prenons les valeurs suivantes :  
pour la vitesse de la lumière :  $v_{\text{lumière}} = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$   
pour la vitesse du son :  $v_{\text{son}} = 340 \text{ m/s}$

$$\frac{v_{\text{lumière}}}{v_{\text{son}}} = \frac{3,00 \times 10^8}{340} \frac{v_{\text{lumière}}}{v_{\text{son}}} = 882\,353 \approx 880\,000$$

La lumière se propage environ 880 000 fois plus rapidement que le son dans l'air.

4. Le son se propageant moins rapidement que la lumière, lors d'un feu d'artifice, les phénomènes sonores sont perçus bien après les phénomènes visuels.

## Activité 2 : Lois de la réflexion et de la réfraction de la lumière

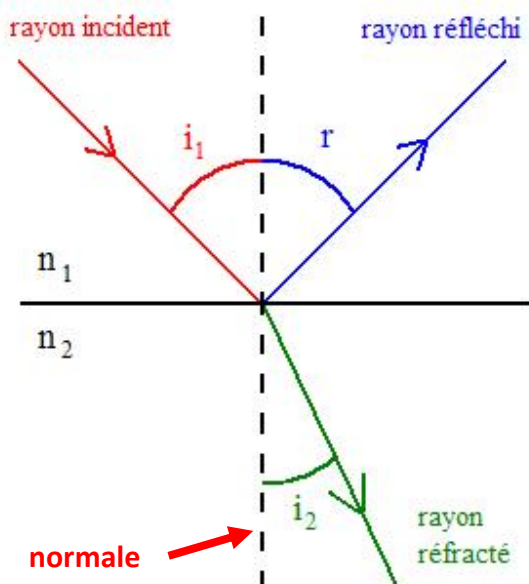
### CORRIGÉ

#### A savoir :

Chaque milieu transparent et homogène est caractérisé par son propre **indice de réfraction** noté  $n$ .

Milieu	Air	Eau	Ethanol	Glycérine	Verre flint
Indice de réfraction $n$	1,00	1,33	1,36	1,47	1,55

On appelle **dioptr**e la surface de séparation entre deux milieux transparents homogènes. Lorsqu'un rayon lumineux traverse un dioptr, il subit une **réflexion** (la lumière est renvoyée dans son milieu d'origine dans une direction privilégiée) et une **réfraction** (le rayon lumineux est dévié en traversant le dioptr).



#### Vocabulaire

**Angle d'incidence  $i_1$**  : angle formé par le rayon incident et la normale.

**Angle de réflexion  $r$**  : angle formé par le rayon réfléchi et la normale.

**Angle de réfraction  $i_2$**  : angle formé par le rayon réfracté et la normale.

**Normale** : droite imaginaire perpendiculaire à la surface de séparation entre deux milieux.

1. Compléter les légendes du schéma ci-dessus en ajoutant la « normale ». Voir schéma ci-dessus.
2. Les angles d'incidence, de réflexion, de réfraction sont tous définis par rapport à la **normale**.



Il faudra toujours représenter la normale à la surface de séparation entre les 2 milieux car les angles se mesurent entre les rayons et la normale.

L'**erreur classique** est de mesurer les angles entre les rayons et la surface de séparation entre les 2 milieux.

3. Les rayons réfléchis et réfractés sont de l'autre côté de la normale par rapport au rayon incident.

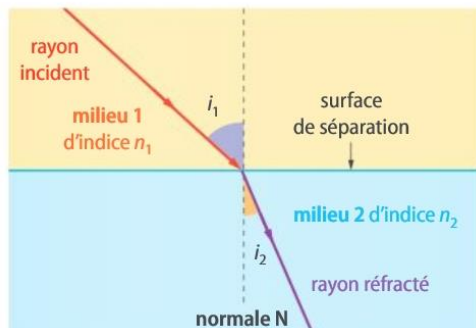
## A savoir :

### Lois de Snell-Descartes de la réfraction

Au passage d'un milieu transparent à un autre, la lumière subit une réfraction : sa direction de propagation est modifiée.

- L'angle d'incidence  $i_1$  et l'angle de réfraction  $i_2$  sont dans un même plan.
- Les deux angles sont reliés par la relation mathématique :

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

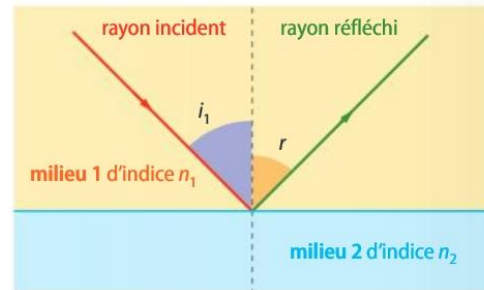


### Lois de Snell-Descartes de la réflexion

À l'interface entre deux milieux, la lumière subit une réflexion : la lumière réfléchi reste dans le même milieu, mais sa direction de propagation est modifiée.

- Le rayon réfléchi et le rayon incident sont dans un même plan.
- L'angle d'incidence  $i_1$  est égal à l'angle de réflexion  $r$  :

$$i_1 = r$$



Les angles sont exprimés en degrés, il faut donc penser à mettre la calculatrice en mode DEGRES (par défaut, elle peut être réglée en RADIANS)

### MESURES SUR LOGICIEL DE SIMULATION

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/descartes.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/descartes.swf)

### Manipulation 1 : $n_1 < n_2$

Mesurer l'angle de réflexion  $r$  et l'angle de réfraction  $i_2$  pour 7 valeurs d'angles d'incidence  $i_1$ , le milieu 1 étant l'eau ( $n_1=1,33$ ) et le milieu 2 étant le verre flint ( $n_2=1,55$ ).

Angle incident $i_1$ (°)	0	15	30	45	60	75	85
Angle réfléchi $r$ (°)	0	15	30	45	60	75	85
Angle réfracté $i_2$ (°)	0	12,8	25,4	37,4	48	56	58,7
$n_1 \times \sin i_1$	0	0,344	0,665	0,940	1,151	1,285	1,325
$n_2 \times \sin i_2$	0	0,343	0,665	0,941	1,152	1,285	1,324

- **Vérifions la loi de la réflexion :  $i = r$**

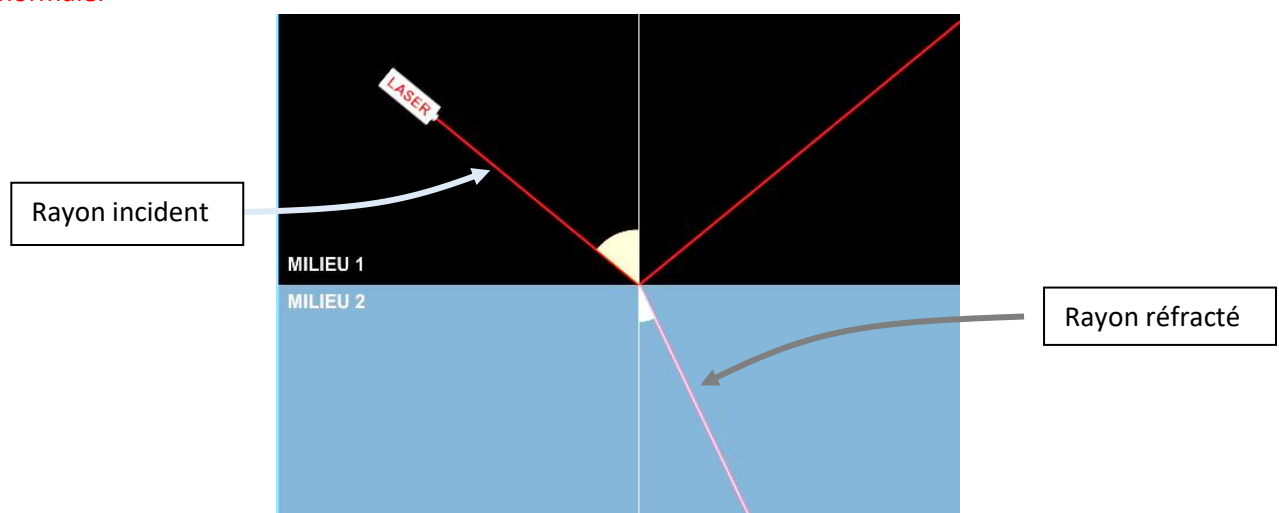
Lignes 1 et 2 : on remarque que les angles incidents et réfléchis sont égaux, donc la relation  $i = r$  est vérifiée.

- **Vérifions la loi de la réfraction :  $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$**

Pour cela, calculons pour chaque colonne  $n_1 \times \sin i_1$  et  $n_2 \times \sin i_2$  et complétons les lignes 4 et 5.

On remarque que la relation  $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$  est vérifiée.

On remarque que les angles réfractés sont inférieurs aux angles incidents : les rayons réfractés se rapprochent de la normale.

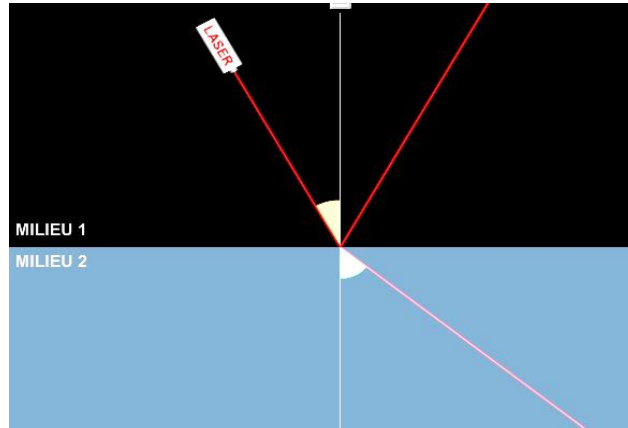


## Manipulation 2 : $n_1 > n_2$

Invertissons les milieux : mesurer l'angle de réflexion  $r$  et l'angle de réfraction  $i_2$  pour 7 valeurs d'angles d'incidence  $i_1$ , le milieu 1 étant cette fois-ci le verre flint et le milieu 2 étant cette fois-ci l'eau.

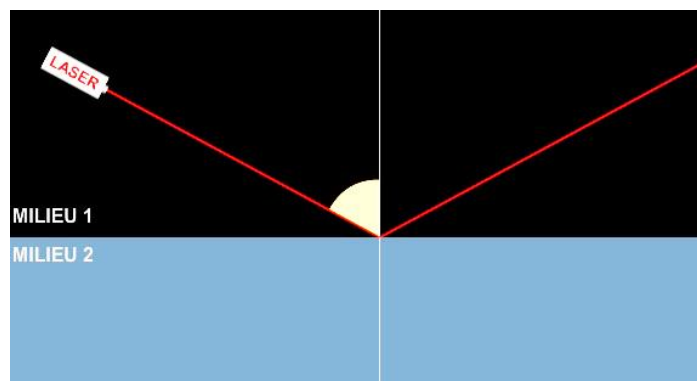
Angle incident $i_1$	0	15	30	45	60	75	85
Angle réfléchi $r$	0	15	30	45	60	75	85
Angle réfracté $i_2$	0	17,5	35,6	55,6	Pas de réfraction		

On remarque que les angles réfractés sont supérieurs aux angles incidents : les rayons réfractés s'éloignent de la normale.

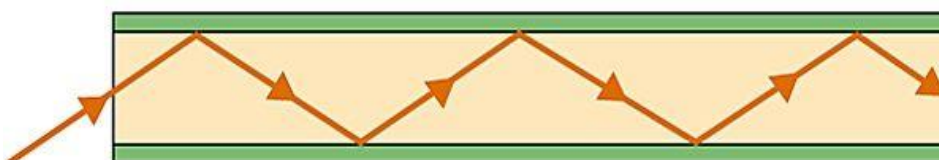
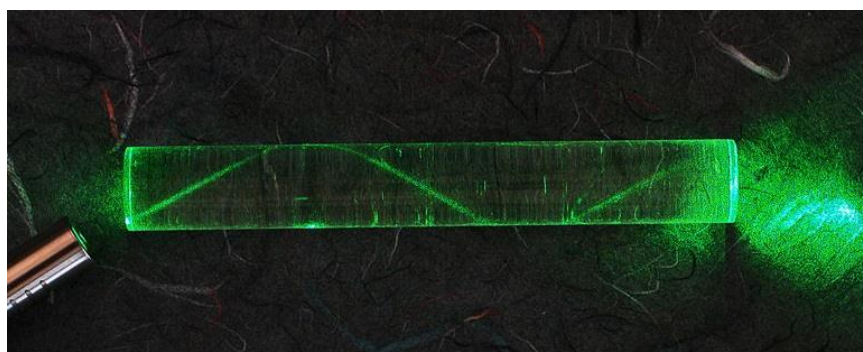


On peut remarquer que, dans notre cas, à partir d'un angle incident de  $59,2^\circ$ , il n'y a plus de rayon réfracté, le phénomène de réfraction disparaît.

**Le rayon incident est donc totalement réfléchi, le rayon reste dans le milieu 1 : on parle de réflexion totale.**



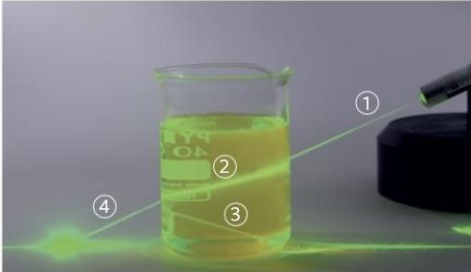
Ce phénomène de réflexion totale n'est donc possible que si l'indice de réfraction du 1<sup>er</sup> milieu est supérieur à l'indice de réfraction du 2<sup>ème</sup> milieu, et ceci à partir seulement d'un certain angle. Cette propriété de la lumière est utilisée dans les fibres optiques pour transporter une information lumineuse.



## Exercices

### Exercice 1 :

Sur la photo suivante, nommer les rayons ①, ③ et ④. Justifier que le rayon ② peut avoir deux noms.



rayon ① : rayon **incident**

rayon ② :

- il provient de la réfraction du rayon incident sur la face avant du b cher, donc le rayon 2 est un rayon **réfracté** pour cette 1<sup>re</sup> réfraction.
- ensuite il sert de rayon incident pour la 2<sup>eme</sup> réfraction qui a lieu sur la face arrière du b cher, donc c'est un rayon **incident** pour la 2<sup>eme</sup> réfraction.

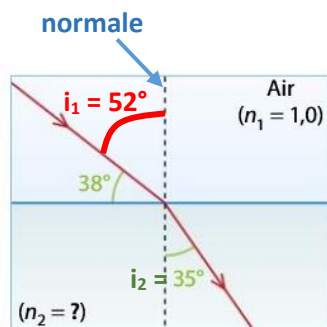
rayon ③ : rayon **réfléchi**

rayon ④ : rayon **réfracté** lors de la 2<sup>eme</sup> réfraction.

### Exercice 2

On considère la situation ci-contre :

1. Déterminer la valeur de l'angle d'incidence.
2. Calculer l'indice de réfraction  $n_2$  du milieu 2.



1. **Rappel** : l'angle incident est l'angle entre le rayon incident et la normale.  
L'angle incident est :  $i_1 = 90 - 38$

$$i_1 = 52^\circ$$

2. C'est le phénomène de réfraction qui est étudié ici. D'après la loi de Snell-Descartes sur la réfraction :

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

$$n_1 \times \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_2$$

$$n_2 = n_1 \times \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

$$n_2 = 1,0 \times \frac{\sin 52}{\sin 35}$$

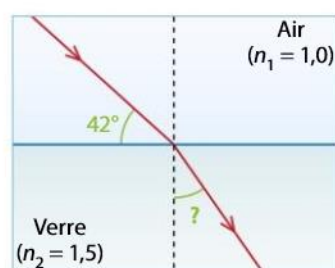
$$n_2 = 1,4$$

L'indice de réfraction du 2<sup>eme</sup> milieu vaut 1,4.

### Exercice 3

On considère la situation ci-contre :

1. Déterminer la valeur de l'angle d'incidence.
2. Calculer la valeur de l'angle de réfraction.



1. L'angle incident est :  $i_1 = 90 - 42$

$$i_1 = 48^\circ$$

2. D'après la loi de Snell-Descartes sur la réfraction :

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

$$\frac{n_1}{n_2} \times \sin i_1 = \sin i_2$$

$$\sin i_2 = \frac{n_1}{n_2} \times \sin i_1$$

$$\sin i_2 = \frac{1,0}{1,5} \times \sin 48$$

$$\sin i_2 = 0,495$$

$$i_2 = \arcsin(0,495) \quad \text{ou} \quad i_2 = \sin^{-1}(0,495)$$

$$i_2 = 30^\circ \quad (\text{arrondi au degré près comme } i_1)$$

Utiliser la touche  $\sin^{-1}$  sur certaines calculatrices à la place de **arcsin**

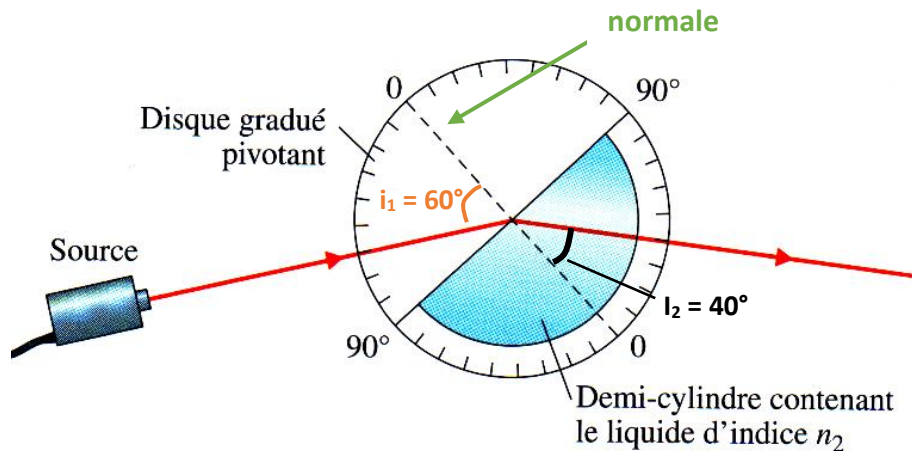


#### Exercice 4

Données : Indices de réfraction : Acétone :  $n = 1,35$  Glycérol :  $1,47$

Dans son laboratoire, le chimiste trouve un flacon contenant un liquide incolore non identifié, au pied duquel il trouve 2 étiquettes. Sur l'une des étiquettes il lit « acétone », et sur l'autre il lit « glycérol ».

Pour savoir quelle est l'étiquette correspondant au liquide du flacon, il fait l'expérience suivante :



1. Identifier le milieu incident dans cette expérience et donner son indice de réfraction.  
Avant la réfraction (avant la déviation du rayon lumineux), celui-ci est dans l'air donc le milieu incident est l'air, d'indice de réfraction égale à 1,0. Notons  $n_1$  l'indice de réfraction de l'air, donc  $n_1 = 1,0$ .
2. D'après le schéma de l'expérience, que valent l'angle d'incidence  $i_1$  ? l'angle de réfraction  $i_2$  ?  
Rappel : les angles se définissent par rapport à la normale, donc il faut penser à bien identifier la normale.  
Ensuite, on trouve :  $i_1 = 60^\circ$  et  $i_2 = 40^\circ$
3. Ecrire la loi de Snell-Descartes pour la réfraction.

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

4. Identifier le liquide inconnu.

Démarche pour identifier le liquide contenu dans le demi-cylindre :

- Utiliser la relation de Snell-Descartes pour déterminer l'indice de réfraction  $n_2$  du liquide inconnu.
- Comparer l'indice de réfraction trouvé aux indices de réfraction de l'acétone et du glycérol pour savoir de quel liquide il s'agit.

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

$$n_1 \times \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_2$$

$$n_2 = n_1 \times \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

$$n_2 = 1,0 \times \frac{\sin 60}{\sin 40}$$

$$n_2 = 1,35$$

L'indice de réfraction trouvé correspond à celui de l'acétone, donc le chimiste a identifié le liquide, il peut coller l'étiquette « acétone » sur le flacon.

A savoir :

Il est possible d'identifier un matériau transparent en déterminant son indice de réfraction.