## 42 ›Le problème à résoudre

Le système d'étude est la « jeune fille qui saute ».

*Bilan des actions* :

Le système est soumis à deux actions mécaniques : l'action de la Terre, modélisée par son poids $\vec{P}$ et l'action de l'élastique, modélisée par la tension $\vec{T}$.

$\vec{P}$ et $\vec{T}$ sont deux forces verticales, l'une est orientée vers le bas (le poids) alors que l'autre est orientée vers le haut (la tension de l'élastique).

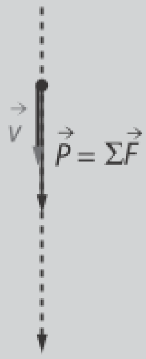
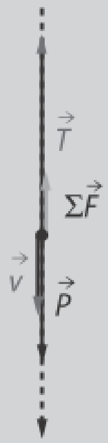
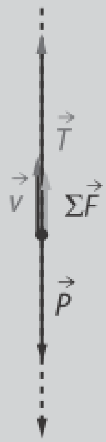
$\vec{T}$ est nulle lorsque l'élastique est détendu.

La somme des forces est donc : $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{T}$.

*Identification des phases du mouvement :*

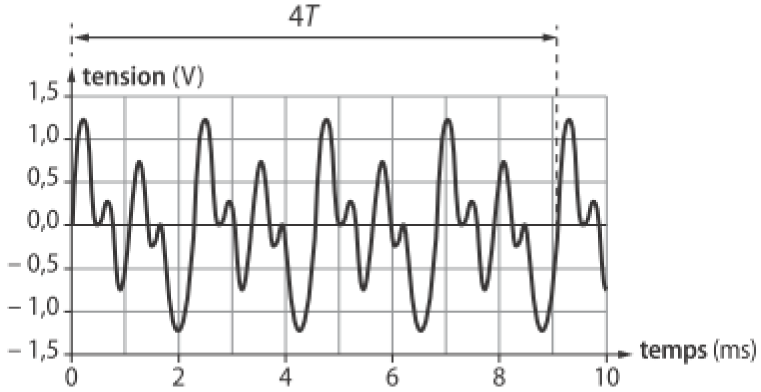
D'après les deux graphiques, on distingue trois phases dans le mouvement (voir tableau ci-dessous).

L'action de l'élastique l'emporte sur celle de la Terre de $t_1 = 2{,}5$ s à $t = 6{,}3$ s.

| **Phase ❶ :** | **Phase ❷ :** | **Phase ❸ :** |
|---|---|---|
| Le mouvement est rectiligne accéléré de $t_0$ à $t_1$ = 2,5 s.<br>Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est vertical, orienté vers le bas et sa valeur augmente.<br>De $t_0$ à $t_1$, la somme des forces $\Sigma\vec{F} = \vec{P}$.<br><br> | Le mouvement est rectiligne ralenti de $t_1$ à $t_2$ = 4,7 s.<br>Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est vertical, orienté vers le bas et sa valeur diminue.<br>De $t_1$ à $t_2$, le mouvement étant ralenti, la somme des forces $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{T}$ est opposée au vecteur vitesse $\vec{v}$ : $\Sigma\vec{F}$ est donc orientée vers le haut, $T > P$ et l'action de l'élastique l'emporte sur celle de la Terre.<br><br> | Le mouvement est rectiligne accéléré de $t_2$ à $t$ = 6,3 s environ.<br>Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est vertical, orienté vers le haut et sa valeur augmente.<br>De $t_2$ à $t$ = 6,3 s, le mouvement étant accéléré, la somme des forces $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{T}$ est de même sens que le vecteur vitesse $\vec{v}$ :<br>$\Sigma\vec{F}$ est donc orientée vers le haut, $T > P$ et l'action de l'élastique l'emporte sur celle de la Terre.<br><br> |

**19** **1.** Il s'agit d'un signal sonore périodique car l'enregistrement présente la répétition régulière d'un même motif.

**2. a.** Pour être précis, on va mesurer plusieurs périodes : $4T = 9{,}0$ ms.




On en déduit la période $T$ de ce signal :

$T = \dfrac{9{,}0}{4} = 2{,}25$ ms, donc en respectant le nombre de chiffres significatifs, $T = 2{,}3$ ms.

**b.** La fréquence $f$ du signal est : $f = \dfrac{1}{T}$.

$T = 2{,}3$ ms $= 2{,}3 \times 10^{-3}$ s donc $f = \dfrac{1}{2{,}3 \times 10^{-3}} = 440$ Hz.

**Exercice 1**

Solution rédigée

- **On utilise le Réflexe 1.**

Repérage de la partie de la courbe qui se répète

Lecture de la durée, ici en ms, de cette partie de courbe sur l'axe des abscisses

- **On utilise le Réflexe 2.**

Rappel de la relation entre la fréquence et la période

Application numérique avec conversion de la période en seconde

**1.** On mesure, sur la représentation temporelle du son joué par la guitare, la période.

$$T = 9{,}0 \text{ ms} - 4{,}0 \text{ ms} = 5{,}0 \text{ ms}$$

La période de la note jouée par la guitare est 5,0 ms.

La relation entre la fréquence et la période s'écrit : $f = \dfrac{1}{T}$

$T = 5{,}0 \text{ ms} = 5{,}0 \times 10^{-3}$ s

$$f = \frac{1}{5{,}0 \times 10^{-3} \text{ s}} = 2{,}0 \times 10^{2} \text{ Hz}$$

La fréquence de la note jouée par la guitare est, avec deux chiffres significatifs, $2{,}0 \times 10^{2}$ Hz.

**2.** La période du son joué par le violon est plus petite que celle du son joué par la guitare. Ainsi, sa fréquence est plus élevée.
Le violon joue une note plus aiguë et donc plus haute que celle jouée par la guitare.

**3.** Les représentations temporelles des notes jouées par la guitare et la contrebasse :
– ont la même période $T$ ; elles ont donc la même hauteur.
– n'ont pas la même forme ; les sons n'ont pas le même timbre.
– la valeur maximale atteinte par la tension est supérieure pour la note jouée par la contre-basse. Cette note a une intensité sonore et donc un niveau d'intensité sonore supérieur à ceux joués par la guitare.

## 20 Audiométrie

**1.** Graphiquement, on lit 2,5 $T_{\text{son A}} = 8{,}0$ ms.

$$T_{\text{son A}} = \frac{8{,}0 \text{ ms}}{2{,}5} = 3{,}2 \text{ ms}.$$

De même, on lit 3 $T_{\text{son B}} = 1\,500$ µs, on obtient $T_{\text{son B}} = 500$ µs.

**2.** $f = \dfrac{1}{T}$ donc $f_{\text{son A}} = \dfrac{1}{3{,}2 \times 10^{-3} \text{ s}} = 3{,}1 \times 10^2$ Hz et

$$f_{\text{son B}} = \frac{1}{500 \times 10^{-6} \text{ s}} = 2{,}00 \times 10^3 \text{ Hz}.$$

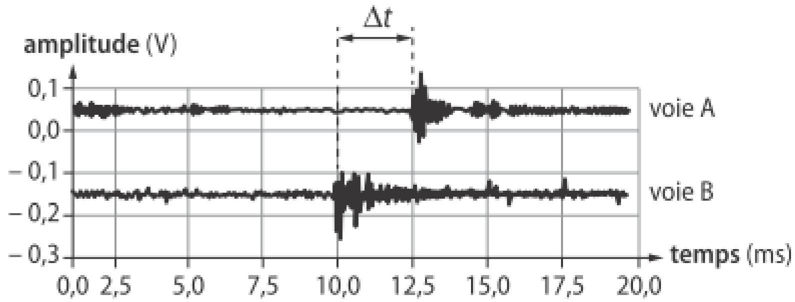
Le patient n'entend pas les sons dont la fréquence est inférieure à 1 000 Hz : il n'entend donc pas le son A.

---

**27** **1.** $v = \dfrac{d}{\Delta t}$

$d = 3{,}75$ m. Il faut déterminer $\Delta t$.

On trouve $\Delta t$ sur le document **B** : $\Delta t$ correspond au décalage entre les deux signaux enregistrés.




$\Delta t = (12{,}5 - 10{,}0)$ ms

$\Delta t = 2{,}5$ ms

On calcule $v$ :

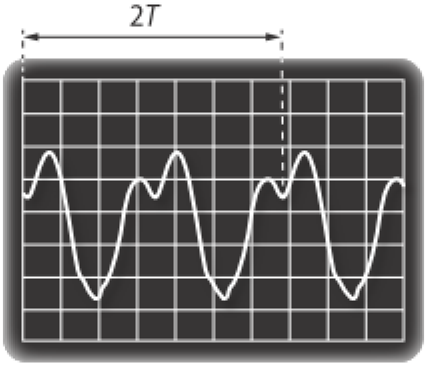
($T$ doit être exprimée en s)

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3{,}75}{2{,}5 \times 10^{-3}} = \frac{3{,}75}{0{,}0025}$$

$v = 1\,500$ m•s$^{-1}$

**2.** Le milieu de propagation est l'eau car la vitesse du son y est égale à 1 500 m · s$^{-1}$ à 20 °C.

**29**

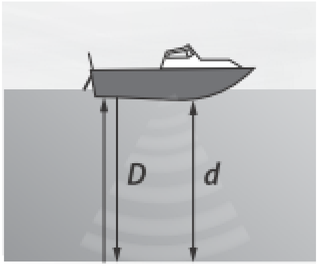



**base de temps** : 2 ms · div$^{-1}$

**1.** Le plus grand nombre possible de motifs représentés ici est 2, donc on mesure **2***T*.
$T$ = nombre de div × base de temps, ici :
$\mathbf{2}T = 6{,}8 \times 2$
$T = 6{,}8$ ms

**2.** Pour trouver la corde qui a vibré, il faut calculer la fréquence $f = \dfrac{1}{T}$.
($T$ doit être exprimée en s)
$f = \dfrac{1}{6{,}8 \times 10^{-3}}$ donc $f = 150$ Hz.
D'après le document **B** (tableau), il s'agit de la corde *ré* qui a une fréquence de 146,8 Hz.

**31** **1. a.** *Schéma* :

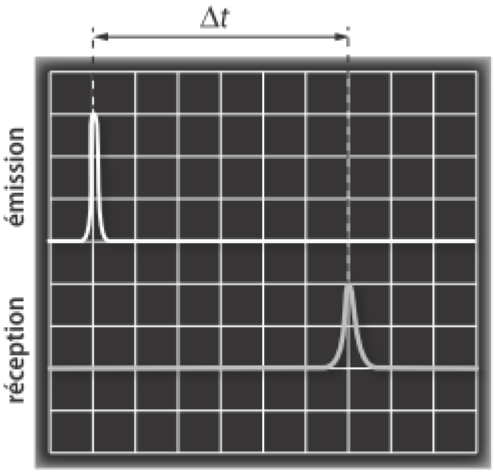



**b.** $D = 2 \times d$

**2.** Grâce à l'enregistrement, on détermine la durée $\Delta t$ écoulée entre l'émission et la réception de l'onde ultrasonore :

$\Delta t$ = nombre de div $\times$ base de temps

$\Delta t = 6 \times 50 = 300$ ms $= 0{,}3$ s




calibre : 50 ms · div$^{-1}$

À partir de la relation $v_{son} = \dfrac{D}{\Delta t}$, on en déduit :

$$D = v_{son} \cdot \Delta t$$

La valeur de $v_{son}$ est donnée et on a déterminé $\Delta t$.

$D = 2 \times d$ donc :

$d = \dfrac{v_{son} \cdot \Delta t}{2} = \dfrac{1\,500 \times 0{,}3}{2}$

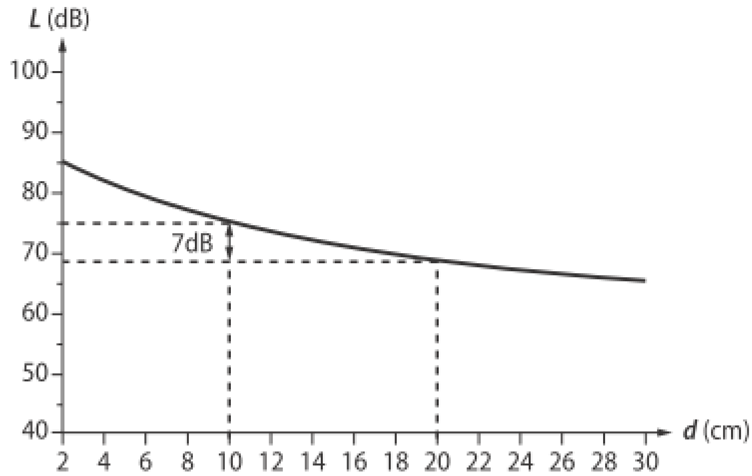
$d = 225$ m

La profondeur d'eau présente sous la coque du bateau est 225 m.

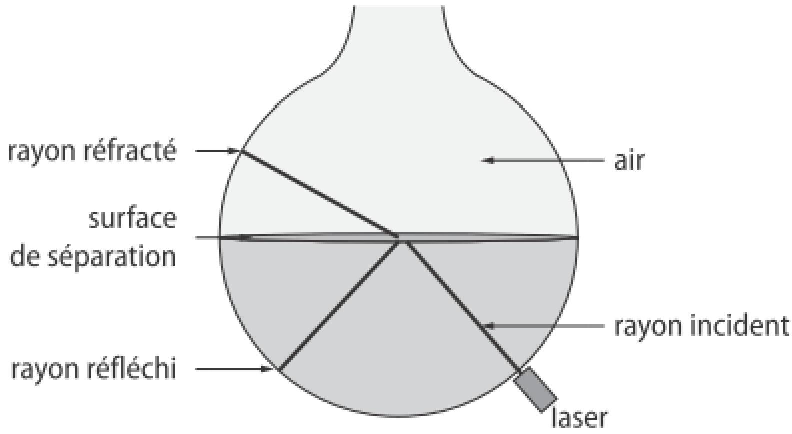
**43** **1.** *Protocole expérimental :*

• On place un sonomètre (source sonore) à une certaine distance *d* d'un haut-parleur (récepteur).
• Pour différentes valeurs de la distance *d*, on note la valeur du niveau d'intensité sonore *L*.

**2. a.** L'évolution du niveau d'intensité sonore *L* en fonction de la distance *d* n'est pas linéaire car le graphique donné n'est pas une droite.
**b.** Le niveau d'intensité sonore *L* diminue lorsque la distance *d* augmente.
**c.** Lorsque la distance est doublée, le niveau d'intensité sonore *L* diminue de 7 dB.



**31** **1.** Le rayon réfléchi étant dans le liquide (le rayon bas à gauche), le laser provient du bas de la photo à droite comme présenté ci-dessous :




**2.** D'après la loi de la réfraction de Snell-Descartes, on écrit :

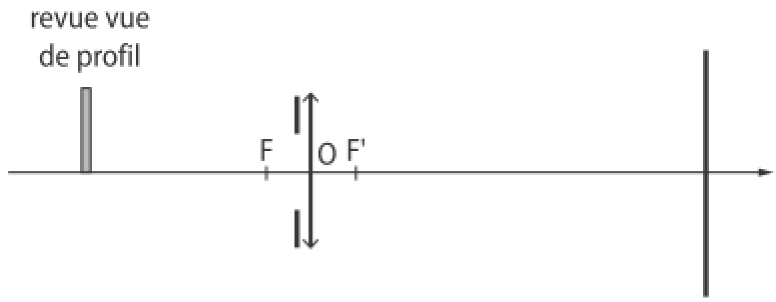
$$n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$$

donc $n_{\text{liquide}} \cdot \sin i_1 = n_{\text{air}} \cdot \sin i_2$ et comme $n_{\text{air}} = 1{,}00$ alors :

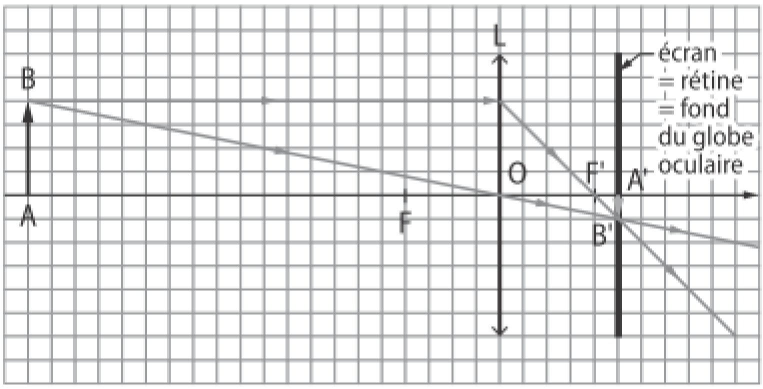
$n_{\text{liquide}} = \dfrac{\sin i_2}{\sin i_1}$ soit $n_{\text{liquide}} = \dfrac{\sin 66{,}0}{\sin 43{,}5} = 1{,}33$.

D'après le tableau fourni, la sphère est remplie d'eau d'indice 1,33.

**33** **1.** Sur le modèle réduit ci-dessous de l'œil, on peut voir le diaphragme en noir à gauche de la lentille (représentée par une double flèche), la lentille convergente et l'écran en noir à droite.
Voici le schéma de la situation :




**2.** Pour une photo de hauteur 2 cm, c'est-à-dire AB = 2 cm, la construction graphique ci-dessous à l'échelle 1 donne la position de l'image OA' = 2,5 cm. L'image A'B' de cette photo est renversée.




**3.** L'image se forme bien sur la rétine de l'œil car la distance OA' est égale au diamètre du globe oculaire (2,5 cm). L'image devrait donc être perçue nette par le cerveau.

**4.** Le grandissement γ est :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{2,5}{10} = 0,25$$

Comme le grandissement est inférieur à 1, l'image sur la rétine est plus petite que la photo observée sur la revue (4 fois plus petite exactement).

**42** **1.** La relation mathématique entre la distance $d$ parcourue par la lumière, la durée $\Delta t$ de propagation de la lumière et sa vitesse c s'écrit :

$$c = \frac{d}{\Delta t}$$

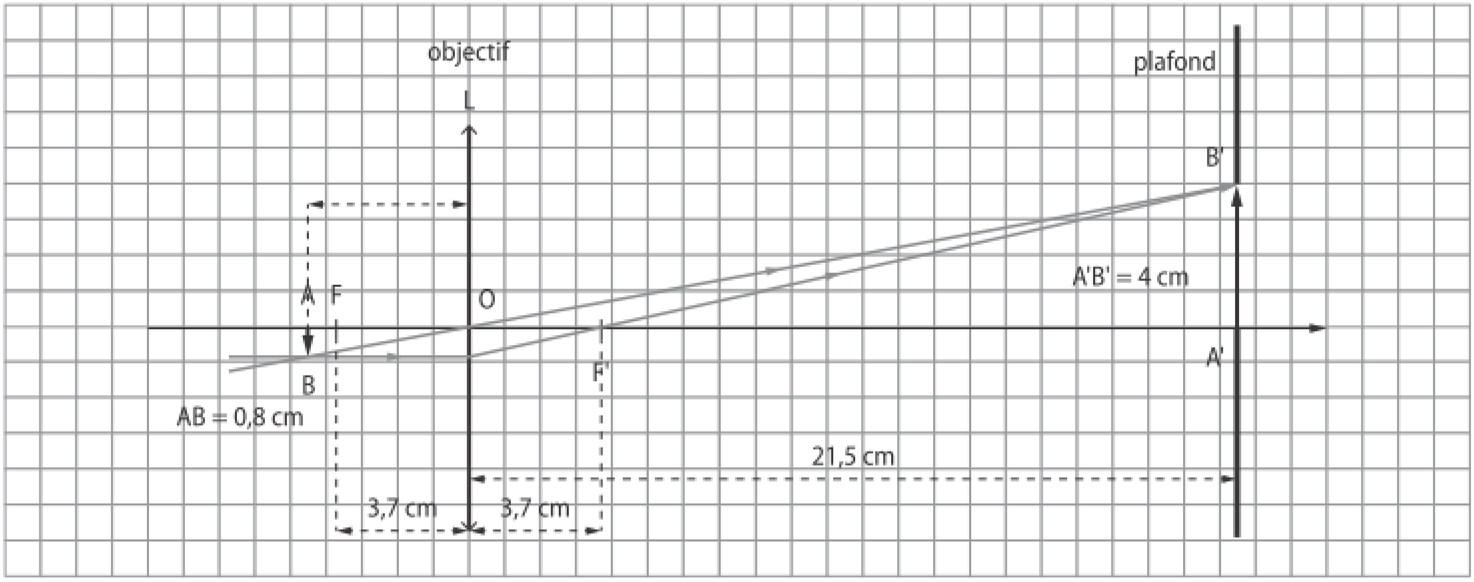
On cherche ici la durée $\Delta t$ parcourue par la lumière :

$$\Delta t = \frac{d}{c}$$

$c = 3{,}00 \times 10^8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $d = 2{,}15$ m, donc :

$$\Delta t = \frac{2{,}15}{3{,}00 \times 10^8}$$

$\Delta t = 0{,}000\ 000\ 007\ \text{s} = 7\ \text{ns}$




C'est donc la réponse **c** qui est correcte.

**2.** *Schéma à l'échelle* 1/10 : voir en bas de page.

**3.** Une construction précise à l'échelle 1/10 place l'objet AB à 4,5 cm de la lentille (soit à 45 cm à l'échelle 1). La taille de l'objet AB est de 0,8 cm.

**4.** Le grandissement $\gamma$ est :

$$\gamma = \frac{OA'}{OA} = \frac{21{,}5}{4{,}5} \qquad \gamma \approx 4{,}8$$

## 12 Calculer un indice de réfraction

**1.** Sur le schéma, l'angle d'incidence $i_1 = 50°$ et l'angle de réfraction $i_2 = 35°$.

**2.** Utilisons la loi de Snell-Descartes relative à la réfraction :

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

Sachant que $n_1 = 1{,}00$, on en déduit : $n_2 = \dfrac{n_1 \times \sin i_1}{\sin i_2}$.

$n_2 = \dfrac{1{,}00 \times \sin 50°}{\sin 35°}$.

L'indice de réfraction $n_2$ est égal à 1,3.

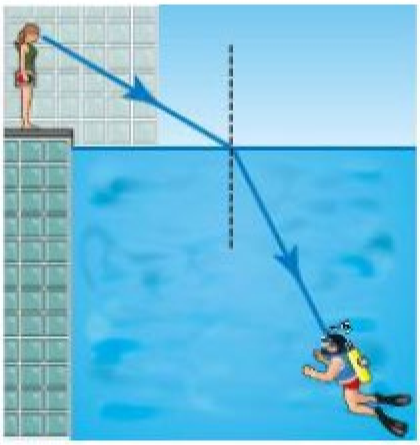
---

## 20 The scuba

Traduction

Un plongeur dans une piscine observe son amie comme indiqué sur le schéma.
L'angle entre le rayon dans l'eau et la perpendiculaire à la surface de l'eau est 25,0°.

- Que vaut l'angle entre la perpendiculaire à la surface de l'eau et le visage de l'amie ?



Réponses aux questions

On recherche donc l'angle d'incidence $i_1$.
D'après la loi de Snell-Descartes relative à la réfraction, on peut écrire :

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

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

$$\text{Ainsi } \sin i_1 = \frac{1{,}33 \times \sin 25{,}0°}{1{,}00}.$$

En utilisant la calculatrice, on trouve $i_1 = 34{,}2°$. L'angle entre la normale et le rayon incident est égal à 34,2°.

## 22 Calculer un indice de réfraction

**1.** L'angle d'incidence est l'angle $i_1$, dans l'air, et mesure environ 50°. L'angle de réfraction est l'angle $i_2$, dans l'eau, et vaut environ 35°.

**2.** On utilise la loi de Snell-Descartes relative aux angles :

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

Sachant que $n_1 = 1{,}00$, on en déduit :

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

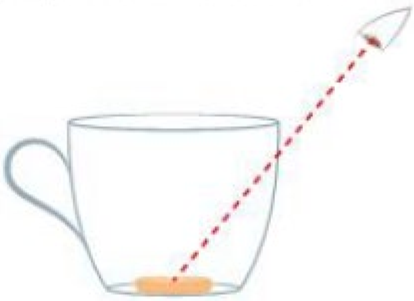
$$n_2 = \frac{1{,}00 \times \sin 50°}{\sin 35°}.$$

L'indice de réfraction $n_2$ de l'eau vaut 1,3.

## 25 La petite monnaie réapparaît

**1.** Le phénomène mis en jeu est la réfraction de la lumière issue de la pièce de monnaie et parvenant jusqu'à l'œil de l'observateur lorsqu'elle change de milieu.

**2.** Dans le schéma ci-dessous, est représenté en pointillé le rayon lumineux issu de la pièce de monnaie. À cause de la tasse, il ne peut pas parvenir jusqu'à l'œil de l'observateur.



**3.** Pour calculer l'angle de réfraction, on utilise la loi de Snell-Descartes relative à la réfraction

$$n_{eau} \times \sin i_1 = n_{air} \times \sin i_2.$$

$$\text{Soit } \sin i_2 = \frac{n_{eau} \times \sin i_1}{n_{air}},$$

$$\sin i_2 = \frac{1{,}33 \times \sin 35°}{1{,}00}.$$

En utilisant la calculatrice, on trouve $i_2 = 50°$.
L'angle de réfraction du rayon lumineux parvenant à l'œil est de 50°.

## (6) Calculer un grandissement

**1.** La valeur absolue du grandissement $\gamma$ a pour expression :

$$|\gamma| = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}.$$

**2.** Calculons le grandissement à partir de A'B' et AB. D'après le graphique, on a :

$$A'B' = 1{,}4 \text{ cm et } AB = 1{,}4 \text{ cm d'où } |\gamma| = \frac{A'B'}{AB} = 1{,}0.$$

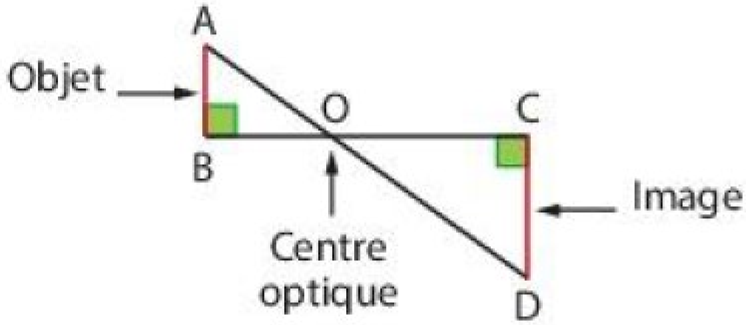
Calculons le grandissement à partir de OA' et OA. D'après le graphique, on a :

$$OA' = 6{,}0 \text{ cm et } OA = 6{,}0 \text{ cm d'où } |\gamma| = \frac{OA'}{OA} = 1{,}0.$$

---

## (16) Côté maths

**1.**




**2.** On donne OC = 10,0 cm ; OB = 5,0 cm et AB = 3,0 cm.

Calculons la longueur CD :

D'après le théorème de Thalès : $\frac{OC}{OB} = \frac{CD}{AB}$.

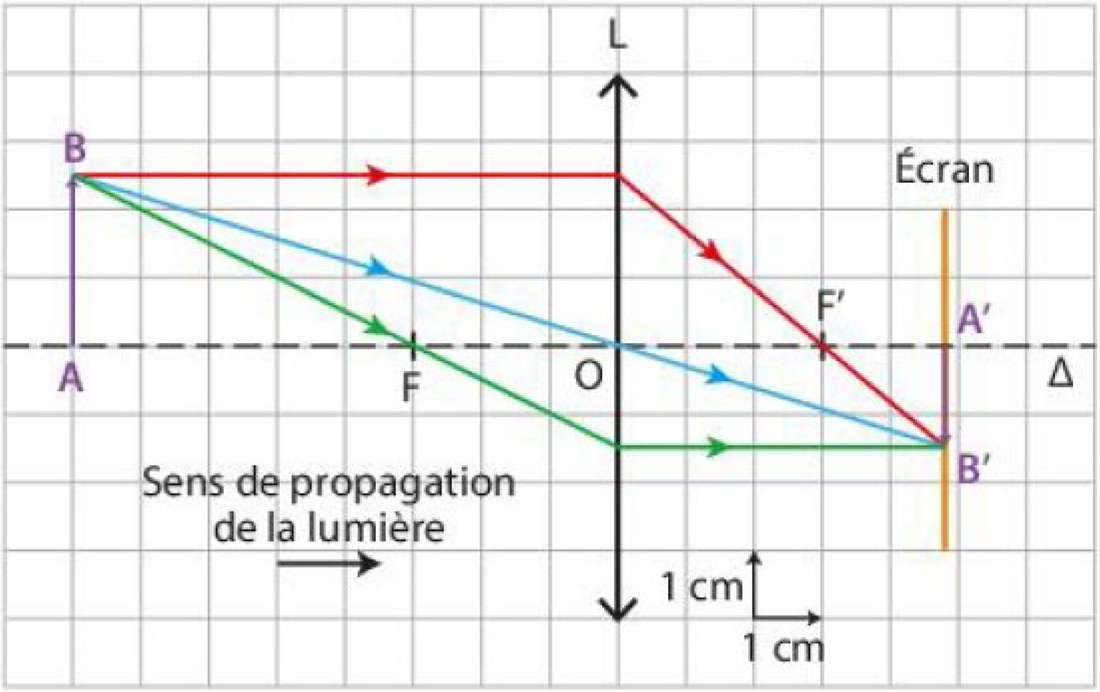
Ainsi, $OC \times AB = CD \times OB$, donc $CD = \frac{OC \times AB}{OB}$,

$CD = \frac{10 \text{ cm} \times 3{,}0 \text{ cm}}{5{,}0 \text{ cm}}$ soit CD = 6,0 cm.

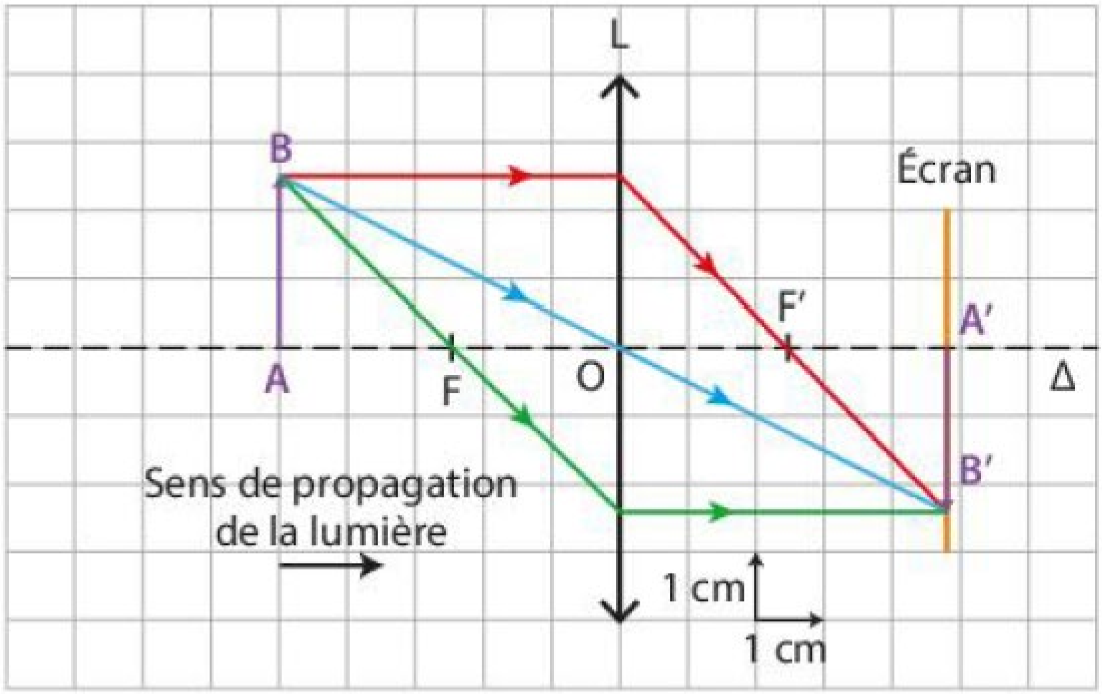
---

## 17 Accommodation de l'œil

1.




2.




**3.** Pour que l'image reste toujours sur l'écran (rétine), il faut que la distance focale de la lentille mince convergente varie. L'œil accommode.