

## Réflexion, réfraction et signaux lumineux

Physique-Chimie — 2nde Bac Pro — Année 2025-2026

**CONVENTION DU CHAPITRE — ANTICIPATION DU PROGRAMME DE PREMIÈRE** Le programme de **Seconde** se limite pour ce thème à la propagation rectiligne de la lumière, à la **réflexion** ( $i = r$ ) et à la **réfraction** décrite par la loi de Snell-Descartes. La **réflexion totale interne**, le calcul de l'**angle limite** et l'étude quantitative de la **fibres optique** relèvent de la classe de **Première**. Elles sont abordées ici par anticipation, car elles éclairent des applications métiers (capteurs, domotique, lasers). En évaluation certificative de Seconde, seules les notions du programme sont exigibles.

### Objectifs du chapitre :

- Connaître les caractéristiques de la propagation de la lumière
- Appliquer les lois de Descartes pour la réflexion et la réfraction
- Comprendre le principe de la réflexion totale interne et de la fibre optique
- Relier ces phénomènes aux applications dans les métiers de la menuiserie (brillance du bois, domotique, machines CNC, laser)

### Situation professionnelle — Brillance des surfaces et lasers de coupe

Un artisan menuisier utilise une machine à découpe laser pour réaliser des motifs décoratifs sur panneaux : il doit comprendre comment la lumière laser se réfléchit et se réfracte selon le type de surface (mat, brillant, vernis) pour régler la puissance et l'angle d'attaque de la machine.

## 1. La lumière et sa propagation

### DÉFINITION

La **lumière** est une **onde électromagnétique** qui se propage dans le vide et dans certains milieux transparents. Contrairement au son, elle n'a pas besoin d'un milieu matériel pour se propager.

### PROPRIÉTÉS

- Dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en **ligne droite** (principe de propagation rectiligne).
- La vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s (300 000 km/s).
- Dans un milieu matériel, la lumière se propage à une vitesse **inférieure** à  $c$ .
- Un **rayon lumineux** est une représentation géométrique du trajet de la lumière (flèche).

### OMBRE ET PÉNOMBRE

La propagation rectiligne explique la formation des ombres. Avec une source ponctuelle, on obtient une **ombre nette**. Avec une source étendue, on obtient une **ombre et une pénombre** (zone partiellement éclairée).

## 2. La réflexion de la lumière

### DÉFINITION

La **réflexion** est le renvoi d'un rayon lumineux sur une surface. Elle obéit aux **lois de Descartes**.

## LOIS DE DESCARTES — RÉFLEXION

**1<sup>ère</sup> loi :** Le rayon incident, la **normale** à la surface au point d'incidence et le rayon réfléchi sont dans le **même plan**.

**2<sup>e</sup> loi :** L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence :

$$i_r = i_i$$

Les angles se mesurent par rapport à la **normale** à la surface (et non par rapport à la surface elle-même).

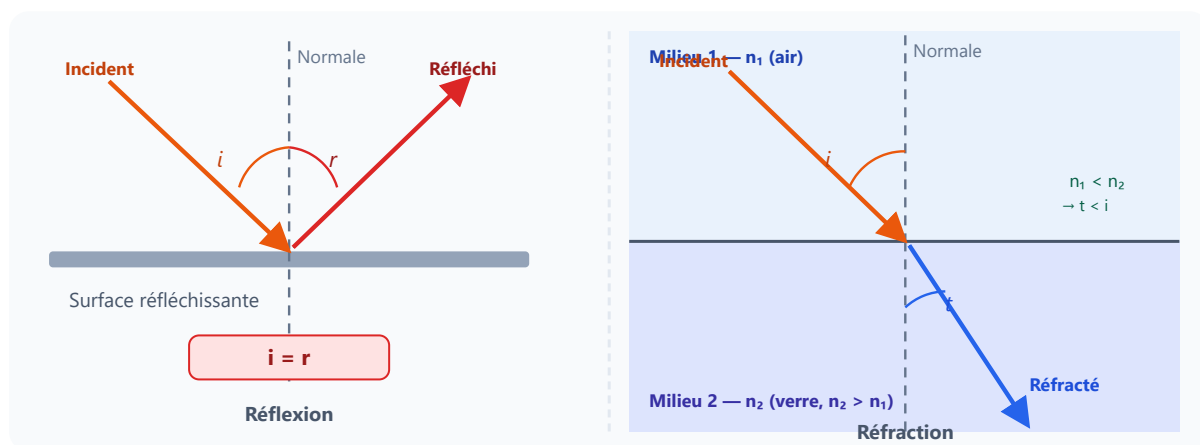


Figure 1 — À gauche : réflexion ( $i = r$ ). À droite : réfraction (rayon se rapproche de la normale si  $n_2 > n_1$ )

## APPLICATIONS EN ATELIER

- **Bois poli / verni** : la surface lisse crée une réflexion spéculaire (angle sortant = angle entrant) → aspect brillant. Plus le ponçage est fin, plus la réflexion est miroir.
- **Bois mat** : surface rugueuse → réflexion diffuse (les rayons repartent dans toutes les directions) → aspect mat sans reflet.
- **Surface vitrée** (vitrine, huisserie) : réflexion partielle et transmission simultanées.

### APPLICATION

Un rayon lumineux frappe un miroir plan avec un angle d'incidence  $i_1 = 35^\circ$  (mesuré par rapport à la normale).

- Quel est l'angle de réflexion  $i_r$  ?
- Si le miroir tourne de  $10^\circ$ , de combien tourne le rayon réfléchi ?

### APPLICATION

Dans une machine de découpe laser, un miroir à  $45^\circ$  dévie le faisceau laser. Le faisceau arrive horizontalement sur le miroir.

- Quel est l'angle d'incidence du faisceau par rapport à la normale du miroir ?
- Dans quelle direction repart le faisceau réfléchi (vers le haut, le bas, horizontalement) ?
- Pourquoi utilise-t-on des miroirs plutôt que des fibres optiques pour guider le faisceau laser CO<sub>2</sub> ?

## 3. La réfraction de la lumière

### DÉFINITION

La **réfraction** est le changement de direction d'un rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu à un autre. Ce phénomène est dû au changement de vitesse de la lumière.

### INDICE DE RÉFRACTION

L'**indice de réfraction**  $n$  d'un milieu est défini par :

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

où  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s est la vitesse dans le vide et  $v$  est la vitesse de la lumière dans le milieu. L'indice  $n \geq 1$  toujours.

Milieu	Indice de réfraction $n$	Vitesse approximative	Remarque
Vide	1,000	300 000 km/s	Référence
Air	1,0003 ( $\approx 1$ )	$\approx 299\,900$ km/s	Quasi identique au vide
Eau	1,33	$\approx 225\,000$ km/s	Piscine, vernis à base d'eau
Plexiglas (PMMA)	1,49	$\approx 201\,000$ km/s	Vitres, panneaux décoratifs
Verre ordinaire	1,50	200 000 km/s	Fenêtres, miroirs
Diamant	2,42	$\approx 124\,000$ km/s	Taille de pierre

Vitesse de la lumière selon le milieu

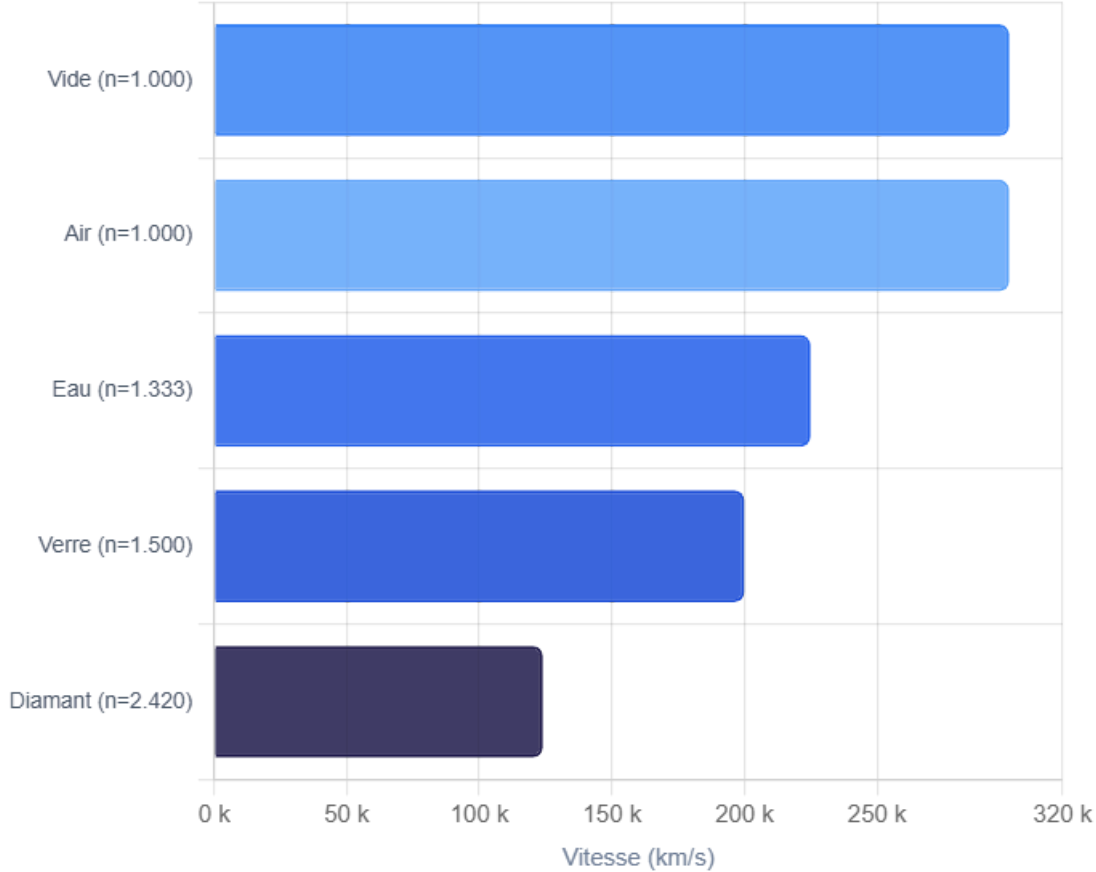


Figure 2 — Vitesse de la lumière (km/s) dans différents milieux selon leur indice de réfraction

## LOI DE SNELL-DESCARTES — RÉFRACTION

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

- Si  $n_2 > n_1$  (passage vers un milieu plus dense) :  $\sin(i_2) < \sin(i_1)$  donc  $i_2 < i_1 \rightarrow$  le rayon se **rapproche** de la normale.
- Si  $n_2 < n_1$  (passage vers un milieu moins dense) : le rayon s'**éloigne** de la normale.

## MÉTHODE — CALCULER L'ANGLE RÉFRACTÉ

Un rayon lumineux passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans le verre ( $n_2 = 1,50$ ) avec un angle d'incidence  $i_1 = 40^\circ$ . Calculer  $i_2$ .

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2) \implies \sin(i_2) = \frac{n_1 \sin(i_1)}{n_2} = \frac{1,00 \times \sin(40^\circ)}{1,50} = \frac{0,643}{1,50} = 0,429$$

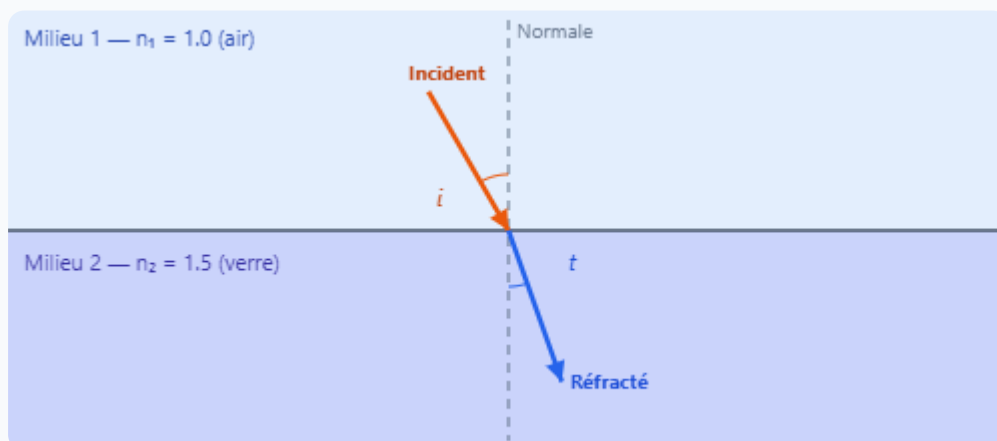
$$i_2 = \arcsin(0,429) \approx 25,4^\circ$$

Le rayon réfracté fait un angle de

**25,4°**

avec la normale, inférieur à  $40^\circ$  : il se rapproche bien de la normale.

## Animation interactive — Loi de Snell-Descartes



Angle incident  $i_1 = 30^\circ$  — Angle réfracté  $t = 19.5^\circ$

#### APPLICATION

Un rayon lumineux passe de l'eau ( $n_1 = 1,33$ ) vers l'air ( $n_2 = 1,00$ ) avec un angle d'incidence  $i_1 = 25^\circ$ .

- Calculer l'angle réfracté  $i_2$ .
- Le rayon se rapproche-t-il ou s'éloigne-t-il de la normale ? Justifier.

#### 4. La réflexion totale interne

##### DÉFINITION

Lorsqu'un rayon lumineux voyage dans un milieu dense et tente de passer vers un milieu moins dense ( $n_1 > n_2$ ), si l'angle d'incidence dépasse une valeur appelée **angle limite**  $i_\ell$ , le rayon est **totalement réfléchi** : il ne passe plus dans le deuxième milieu.

$$\sin(i_\ell) = \frac{n_2}{n_1}$$

Valable seulement si  $n_1 > n_2$  (passage d'un milieu dense vers un milieu moins dense)

##### EXEMPLE : FIBRE OPTIQUE

Dans une fibre optique en verre ( $n_1 = 1,50$ ) entourée d'une gaine ( $n_2 = 1,45$ ) :

$$\sin(i_\ell) = \frac{1,45}{1,50} = 0,967 \implies i_\ell \approx 75,2^\circ$$

Tout rayon arrivant avec un angle supérieur à  $75,2^\circ$  est totalement réfléchi et reste confiné dans le cœur : la lumière se propage sur des kilomètres avec très peu de pertes.

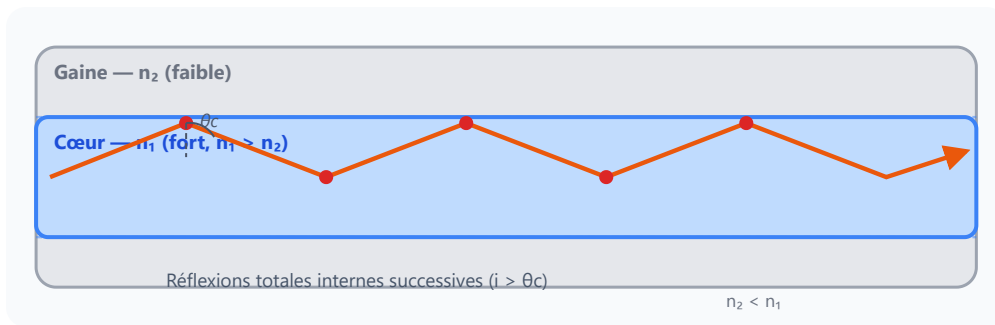


Figure 3 — Fibre optique en coupe : le rayon rebondit par réflexion totale interne dans le cœur ( $n_1 > n_2$ )

#### APPLICATION

Le cœur d'une fibre optique a un indice  $n_1 = 1,50$  et sa gaine a un indice  $n_2 = 1,42$ .

- Calculer l'angle limite de réflexion totale  $i_\ell$ .
- Un rayon arrive avec un angle  $i = 80^\circ$ . Y a-t-il réflexion totale ? Justifier.

## 5. Signaux lumineux et fibres optiques

#### PRINCIPE DE LA FIBRE OPTIQUE

Une fibre optique est composée de deux parties :

- Le **cœur** (verre ou plastique, indice élevé) : où se propage la lumière par réflexion totale interne.
- La **gaine optique** (verre ou plastique, indice plus faible) : réfléchit la lumière vers le cœur.

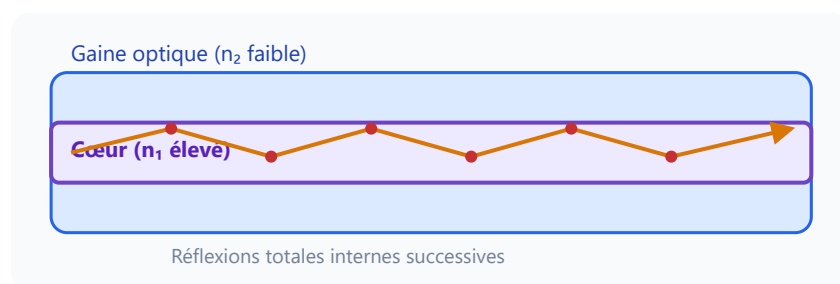


Figure 4 — Propagation de la lumière dans une fibre optique par réflexions totales internes

Avantage	Explication
Très haut débit	La lumière peut coder des milliards d'impulsions par seconde
Faibles pertes	Atténuation de 0,2 dB/km contre 3 dB/km pour le cuivre
Insensible aux perturbations électromagnétiques	Pas de signal électrique = pas de parasites
Légereté	Fibre de quelques microns de diamètre

## 6. Applications en atelier de menuiserie

### 1. VERNIS BRILLANT ET MAT — RÉFLEXION ET DIFFUSION

Un bois poli au grain 400 puis verni crée une **réflexion spéculaire** (angle sortant = angle entrant) → aspect brillant très marqué. Une surface rugueuse ou mate diffuse la lumière dans toutes les directions (« réflexion diffuse ») : pas de reflet net. Le choix du niveau de brillance (mat 5–10°, satin 20°, brillant 85°) dépend du cahier des charges client et de la classe d'usage (PEFC, NF Ameublement). En atelier, la mesure du brillant se fait au **glossmètre** (unité : GU — Gloss Unit).

### 2. CAPTEUR DE PRÉSENCE À PHOTODIODE — RÉFLEXION INFRAROUGE

Les machines à bois modernes (platines d'usinage, convoyeurs) intègrent des **capteurs à réflexion infrarouge** : une LED IR émet un faisceau qui se réfléchit sur la pièce et revient sur une photodiode. Si la pièce est absente, aucun signal n'est reçu → la machine s'arrête. Ce principe exploite directement la loi de réflexion (angle incident = angle réfléchi). Le réglage de la distance de détection dépend de l'angle d'installation du capteur.

### 3. FIBRE OPTIQUE DANS LES MACHINES CNC — RÉFLEXION TOTALE INTERNE

Les centres d'usinage CNC pour le bois et l'aluminium utilisent des **liaisons en fibre optique** pour transmettre les signaux de commande numérique entre le pupitre, le ordinateur et les servomoteurs. La réflexion totale interne garantit :

- Aucune perte de signal liée aux perturbations électromagnétiques des moteurs et variateurs.
- Une transmission à très haute vitesse pour les cycles d'interpolation (G01, G02) en temps réel.
- Une fiabilité accrue en environnement d'atelier (poussière, huile, vibrations).

### 4. LASER DE DÉCOUPE BOIS — GUIDAGE PAR RÉFLEXION SUR MIROIRS

Dans une machine de découpe ou gravure laser (CO<sub>2</sub>, fibre), le faisceau laser est produit dans un tube fixe puis guidé jusqu'au matériau par un système de **miroirs orientables**. Chaque miroir exploite la loi de réflexion pour dévier le faisceau avec précision (tolérance < 0,1 mm). Une lentille focalisante concentre ensuite la lumière sur le bois, portant la température locale à plusieurs centaines de degrés. En atelier de menuiserie, ces machines permettent la découpe de contreplaqué, MDF, acrylique, et la gravure de motifs décoratifs sans contact.

#### TABLEAU RÉCAPITULATIF — APPLICATIONS EN ATELIER

Application	Phénomène optique	Principe clé
Vernis brillant / mat	Réflexion spéculaire ou diffuse	Surface lisse → angle réfléchi = angle incident
Capteur photodiode IR	Réflexion infrarouge	Détection de pièces sur convoyeur
Commande CNC par fibre	Réflexion totale interne	Signal sans perte électromagnétique
Laser de découpe	Réflexion sur miroirs orientables	Guidage précis du faisceau

## 7. Tableau de synthèse

Phénomène	Loi / formule	Application
Réflexion	$i_r = i_1$ Angles par rapport à la normale	Miroirs, bois poli, surfaces vitrées, laser
Réfraction	$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$	Verres, lentilles, vitrages, capteurs
Indice	$n = c/v$ , air $\approx 1$ , verre = 1,5	Caractériser un milieu transparent
Réflexion totale	$\sin i_\ell = n_2/n_1$ (si $n_1 > n_2$ )	Fibre optique, CNC, domotique

## 8. À retenir

### ESSENTIEL

1. La lumière se propage en **ligne droite** dans un milieu homogène à  $c = 3 \times 10^8$  m/s dans le vide.
2. Lors d'une **réflexion**, l'angle de réflexion égale l'angle d'incidence :  $i_r = i_1$  (par rapport à la normale).
3. Lors d'une **réfraction**, la loi de Snell-Descartes donne :  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ . Le rayon se rapproche de la normale en entrant dans un milieu plus dense.
4. La **réflexion totale interne** se produit si  $i_1 > i_\ell$  avec  $\sin i_\ell = n_2/n_1$  : principe de la **fibre optique**.
5. En atelier de menuiserie : la **brillance du bois verni** résulte de la réflexion spéculaire ; la **fibre optique** est utilisée en CNC et domotique ; les **miroirs orientables** guident le laser de découpe.

## 9. Pour aller plus loin — Vocabulaire technique

Terme	Définition rapide	Contexte professionnel
Réflexion spéculaire	Toute la lumière repart dans une seule direction	Surface miroir, verre poli, métal brossé
Réflexion diffuse	Lumière répartie dans toutes les directions	Bois mat, peinture mate, plâtre
Indice de réfraction	$n = c/v$ , sans unité, toujours $\geq 1$	Choix du matériau de vitre ou de fibre
Angle critique ( $\theta_c$ )	Angle limite au-delà duquel la réflexion totale se produit	Cœur de fibre optique CNC
Glossmètre	Instrument mesurant le brillant en GU (Gloss Unit)	Contrôle qualité des finitions laquées
LED IR (infrarouge)	Diode émettant dans l'infrarouge (invisible)	Capteurs de présence sur convoyeurs
Laser CO <sub>2</sub>	Laser à gaz, $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ , puissant	Découpe bois, MDF, acrylique

### Simulation interactive

[Réflexion et réfraction de la lumière](#)

# Réflexion, réfraction et signaux lumineux

Réflexion et réfraction de la lumière | 2de Bac Pro

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

## Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)

**Objectifs :** Appliquer les lois de Snell-Descartes, distinguer réflexion et réfraction, calculer des angles réfractés, déterminer l'angle critique de réflexion totale interne, et relier ces phénomènes à des situations concrètes de la menuiserie (miroir de contrôle, fibre optique CNC, capteur laser).

### Rappel des lois de Snell-Descartes :

- **Réflexion :**  $\theta_r = \theta_i$  (l'angle réfléchi est égal à l'angle incident, tous deux mesurés par rapport à la normale).
- **Réfraction :**  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  où  $n$  est l'indice de réfraction du milieu.
- **Angle critique (réflexion totale interne) :**  $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$  avec  $n_1 > n_2$ .

**Progression :** Base → Guidé → Application → Contextualisation en atelier.

### Méthode — Appliquer Snell-Descartes en 4 étapes

1. Identifier les deux milieux (milieu 1 et milieu 2) et leurs indices  $n_1$  et  $n_2$ .
2. Repérer l'interface et tracer la normale à l'interface au point d'incidence.
3. Mesurer (ou lire) l'angle incident  $\theta_1$  entre le rayon incident et la normale.
4. Appliquer  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  pour trouver  $\theta_2 = \arcsin\left(\frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2}\right)$ .

**Attention !** Les angles de Snell-Descartes se mesurent toujours par rapport à la **normale** à l'interface, et **non** par rapport à la surface elle-même. Une erreur classique est de

prendre l'angle complémentaire.

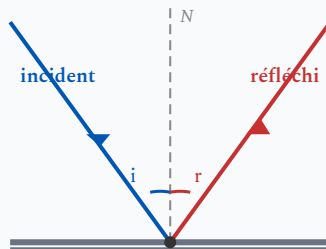
### À retenir — Formules essentielles

- Indice de réfraction :  $n = \frac{c}{v}$  ( $c = 3 \times 10^8$  m/s dans le vide)
- Loi de la réfraction :  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- Angle critique :  $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$  (avec  $n_1 > n_2$ )
- Si  $\theta_i > \theta_c$  : réflexion totale interne (aucun rayon réfracté)

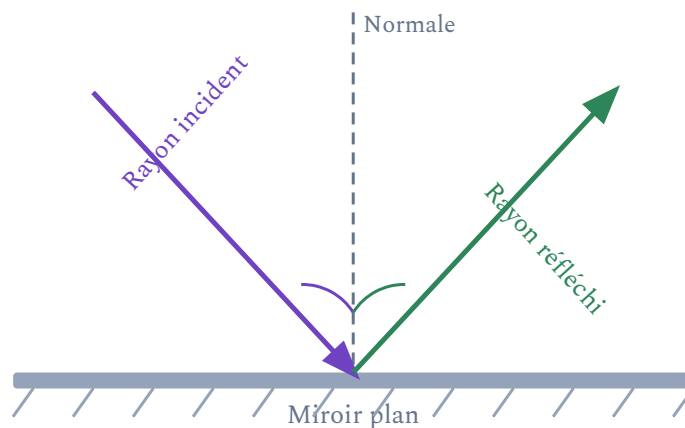
## Exercices guidés pas à pas

### EXERCICE 1 Loi de la réflexion sur un miroir plan SOCLE

Le schéma ci-dessous représente un rayon lumineux frappant un miroir plan.



Réflexion : angle incident  $i$  = angle réfléchi  $r$



Réflexion d'un rayon lumineux sur un miroir plan — angle incident  $\theta_i$  et angle réfléchi  $\theta_r$

1. En observant le schéma, que peut-on dire de la relation entre  $\theta_i$  et  $\theta_r$  ?
2. Un rayon arrive sur un miroir avec un angle incident de  $35^\circ$  par rapport à la normale. Quel est l'angle réfléchi ?
3. Un autre rayon fait un angle de  $60^\circ$  avec la *surface* du miroir. Calculer l'angle réfléchi par rapport à la normale.

Mes calculs :

---

---

EXERCICE 2 Vocabulaire optique — Interface air / verre

SOCLE

On considère un rayon lumineux passant de l'air dans une plaque de verre.

1. Définir les termes suivants : *rayon incident*, *rayon réfracté*, *normale à l'interface*, *interface*.
2. Dans quel milieu se trouve le rayon incident ? Le rayon réfracté ?
3. Lorsqu'un rayon passe de l'air ( $n_{\text{air}} = 1$ ) vers le verre ( $n_{\text{verre}} = 1,5$ ), le rayon réfracté se rapproche-t-il ou s'éloigne-t-il de la normale ? Justifier.
4. Même question pour un rayon passant du verre vers l'air.

Mes calculs :

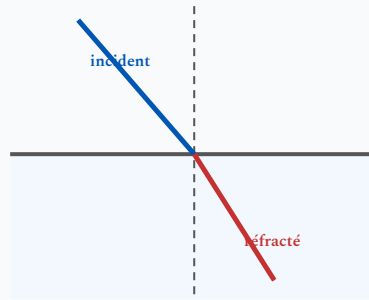
---

---

---

### EXERCICE 3 Tableau des indices de réfraction

SOCLE



Réfraction

Milieu	Indice de réfraction $n$	Vitesse de la lumière $v$ (m/s)
Vide	1,000	$3,00 \times 10^8$
Air	1,000 (approx.)	$\approx 3,00 \times 10^8$
Eau	1,33	...
Verre ordinaire	1,50	...
Verre crown	1,52	...
Diamant	2,42	...

1. Compléter le tableau en calculant la vitesse de la lumière dans chaque milieu à l'aide de la relation  $v = c/n$  avec  $c = 3,00 \times 10^8$  m/s.
2. Quel milieu ralentit le plus la lumière ? Quel milieu la ralentit le moins (hors vide) ?
3. Le diamant a un indice élevé : quelle conséquence cela a-t-il sur la réfraction de la lumière le traversant ?

*Mes calculs :*

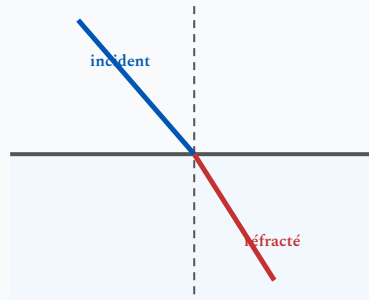
---

---

---

#### EXERCICE 4 Loi de la réflexion — calcul guidé

SOCLE



Réfraction

**Règle à retenir :** Angle réfléchi = angle incident ( $\theta_r = \theta_i$ )

Les angles se mesurent toujours par rapport à la **normale** (perpendiculaire à la surface).

#### Atelier de menuiserie

Un menuisier utilise un miroir de contrôle pour vérifier l'assemblage d'un meuble. Un rayon lumineux frappe le miroir avec un angle incident de  $40^\circ$  par rapport à la normale.

1. Quel est l'angle réfléchi ?  $\theta_r = \theta_i = \dots\dots\dots^\circ$

2. Un deuxième rayon fait un angle de  $50^\circ$  par rapport à la surface du miroir. Calculer l'angle par rapport à la normale :

Angle par rapport à la normale =  $90^\circ - 50^\circ = \dots\dots\dots^\circ$

Donc l'angle réfléchi =  $\dots\dots\dots^\circ$

*Mes calculs :*

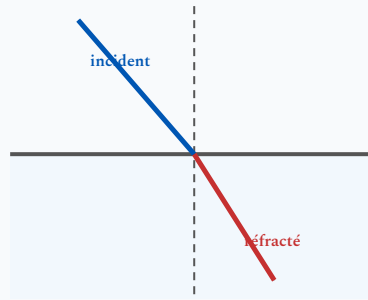
---

---

---

## EXERCICE 5 Réfraction air → verre — calcul guidé

SOCLE



Réfraction

**Formule de Snell-Descartes :**  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

Pour trouver  $\theta_2$  :  $\sin \theta_2 = \frac{n_1 \times \sin \theta_1}{n_2}$  puis  $\theta_2 = \arcsin(\dots)$

### Atelier de menuiserie

Un capteur laser CNC utilise un faisceau passant de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans une lentille en verre ( $n_2 = 1,50$ ). Angle incident  $\theta_1 = 30^\circ$ .

**Étape 1 — Identifier les milieux :**

Milieu 1 = ..... ( $n_1 = \dots\dots\dots$ ) | Milieu 2 = ..... ( $n_2 = \dots\dots\dots$ )

**Étape 2 — Calculer  $\sin \theta_2$  :**

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1 \times \sin \theta_1}{n_2} = \frac{\dots \times \sin 30^\circ}{\dots} = \frac{\dots \times 0,500}{\dots} = \dots\dots\dots$$

**Étape 3 — Calculer  $\theta_2$  :**

$$\theta_2 = \arcsin(\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots^\circ$$

(Utiliser la touche SHIFT + SIN de la calculatrice en mode DEG)

**Étape 4 — Conclure :**

Le rayon s'est-il rapproché ou éloigné de la normale en passant dans le verre ?

(Comparer  $\theta_1$  et  $\theta_2$ )

Mes calculs :

---

---

EXERCICE 6 Vitesse de la lumière — calcul guidé

SOCLE

**Formule :**  $v = \frac{c}{n}$  avec  $c = 3 \times 10^8$  m/s (vitesse dans le vide)

Plus l'indice  $n$  est grand, plus la lumière est **ralentie**.

Calculer la vitesse de la lumière dans le verre ordinaire ( $n = 1,50$ ) et dans l'eau ( $n = 1,33$ ).

Dans le verre :

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1,50} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

Dans l'eau :

$$v = \frac{3 \times 10^8}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

**Conclusion :** La lumière est plus rapide dans ..... que dans .....

*Mes calculs :*

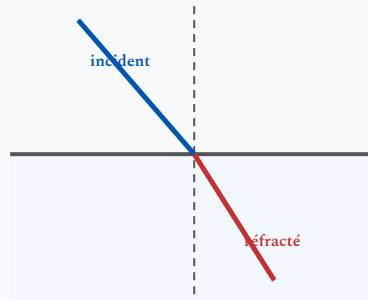
---

---

---

EXERCICE 7 Indice de réfraction — compléter les phrases

SOCLE



Réfraction

Compléter chaque phrase avec le mot qui convient.

1. La lumière se propage en ligne ..... dans un milieu homogène.
2. La vitesse de la lumière dans le vide vaut  $c = \dots\dots\dots$  m/s.
3. Plus l'indice de réfraction  $n$  d'un milieu est grand, plus la lumière y est ..... (rapide / lente).
4. L'indice de réfraction de l'air vaut environ .....
5. Les angles de Snell-Descartes se mesurent par rapport à la ..... (surface / normale).

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 8** Réflexion — angles sur un miroir de salle de bains

SOCLE

Vous êtes devant le miroir de votre salle de bains. Une lampe éclaire le miroir.

1. Un rayon lumineux arrive sur le miroir avec un angle incident de  $25^\circ$  par rapport à la normale. Quel est l'angle réfléchi ?

$$\theta_r = \theta_i = \dots\dots\dots^\circ$$

2. Un autre rayon fait un angle de  $70^\circ$  avec la *surface* du miroir. Compléter :

$$\text{Angle par rapport à la normale} = 90^\circ - \dots\dots\dots^\circ = \dots\dots\dots^\circ$$

$$\text{Angle réfléchi} = \dots\dots\dots^\circ$$

3. Si un rayon arrive perpendiculairement au miroir (angle  $0^\circ$  avec la normale), dans quelle direction repart-il ?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 9 Réfraction air → eau — calcul guidé****SOCLE****Données :**  $n_{\text{air}} = 1,00$  |  $n_{\text{eau}} = 1,33$  |  $\theta_1 = 40^\circ$  |  $\sin 40^\circ = 0,643$ 

Un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau d'une piscine.

**Étape 1 :** Écrire la loi de Snell-Descartes :

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

**Étape 2 :** Calculer  $\sin \theta_2$  :

$$\sin \theta_2 = \frac{n_1 \times \sin \theta_1}{n_2} = \frac{\dots \times 0,643}{\dots} = \dots$$

**Étape 3 :** En déduire  $\theta_2$  :

$$\theta_2 = \arcsin(\dots) = \dots^\circ$$

**Étape 4 :** Le rayon se rapproche-t-il ou s'éloigne-t-il de la normale ?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 10** Classer les milieux par indice **SOCLE**

Voici quatre milieux : air ( $n = 1,00$ ), eau ( $n = 1,33$ ), verre ( $n = 1,50$ ), diamant ( $n = 2,42$ ).

1. Classer ces milieux du plus rapide au plus lent pour la lumière.
2. Calculer la vitesse de la lumière dans le diamant :  $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\dots} = \dots\dots\dots$  m/s
3. Un menuisier vernit un panneau de bois. Le vernis a un indice  $n = 1,45$ . La lumière est-elle plus rapide dans le vernis ou dans le verre ?

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 11** Vrai ou faux — Réflexion et réfraction **SOCLE**

Pour chaque affirmation, indiquer si elle est vraie ou fausse et corriger si nécessaire.

- a. L'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. V / F
- b. La réfraction se produit quand la lumière rebondit sur une surface. V / F
- c. L'indice de réfraction d'un milieu est toujours supérieur ou égal à 1. V / F
- d. Quand la lumière passe de l'air vers le verre, le rayon s'éloigne de la normale. V / F
- e. La réflexion totale interne se produit quand on passe d'un milieu peu dense vers un milieu plus dense. V / F

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 12 Lire un schéma de réfraction****SOCLE**

Sur un schéma de réfraction, on lit :  $n_1 = 1,00$ ,  $\theta_1 = 50^\circ$  et  $\theta_2 = 31^\circ$ .

1. Le rayon s'est-il rapproché ou éloigné de la normale en passant dans le milieu 2 ?

Justifier.

2. Le milieu 2 est-il plus dense ou moins dense que le milieu 1 ?

3. Calculer l'indice  $n_2$  en utilisant la formule guidée :

$$n_2 = \frac{n_1 \times \sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{1,00 \times \sin 50^\circ}{\sin 31^\circ} = \frac{0,766}{0,515} = \dots\dots\dots$$

*Mes calculs :*

---

---

---

**EXERCICE 13** Réflexion spéculaire et réflexion diffuse

SOCLE

Un artisan menuisier ponce un panneau de chêne. Avant le ponçage, la surface est rugueuse. Après un ponçage fin et l'application d'un vernis, la surface est lisse et brillante.

1. Quand la surface est rugueuse, les rayons lumineux repartent dans toutes les directions. Comment appelle-t-on ce type de réflexion ?

Réponse : réflexion .....

2. Quand la surface est lisse et vernie, les rayons se réfléchissent tous dans la même direction. Comment appelle-t-on ce type de réflexion ?

Réponse : réflexion .....

3. Laquelle des deux donne un aspect brillant au bois ?

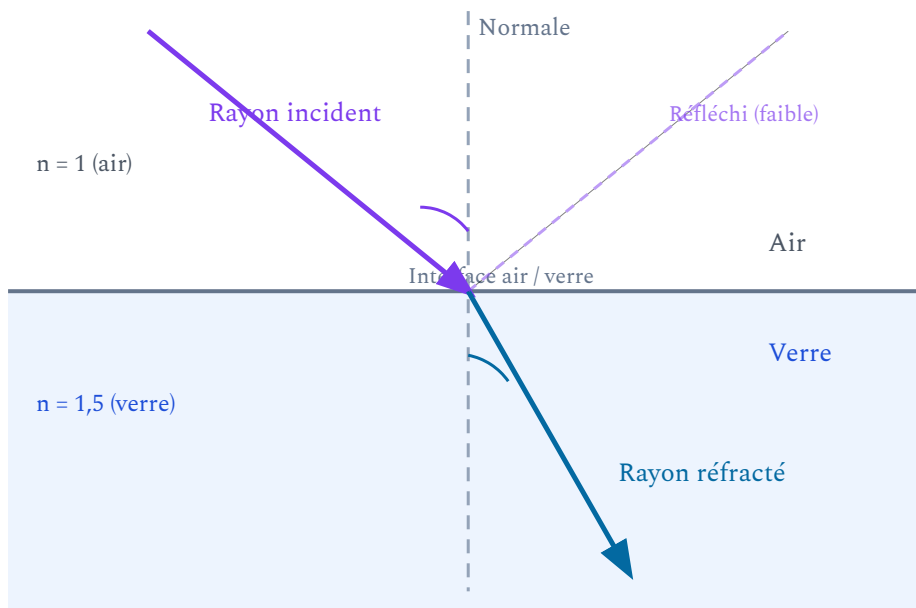
*Mes calculs :*

---

---

---

## Exercices d'application



Réfraction d'un rayon de l'air ( $n_1 = 1$ ) vers le verre ( $n_2 = 1,5$ ) :  $\theta_2 < \theta_1$ , le rayon se rapproche de la normale.

### EXERCICE 14 Calcul de l'angle réfracté — Air vers verre

STANDARD

Un rayon lumineux passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans du verre ( $n_2 = 1,50$ ). L'angle d'incidence est  $\theta_1 = 30^\circ$ .

1. Écrire la loi de Snell-Descartes pour ce passage.
2. Isoler  $\sin \theta_2$  puis calculer  $\theta_2$ .
3. Le rayon réfracté se rapproche-t-il ou s'éloigne-t-il de la normale ? Était-ce prévisible ?
4. Même calcul pour  $\theta_1 = 45^\circ$ .

Mes calculs :

---

---

---

---

---

**EXERCICE 15** Calcul de l'angle réfracté — Verre vers air

STANDARD

Un rayon lumineux passe du verre ( $n_1 = 1,50$ ) vers l'air ( $n_2 = 1,00$ ). L'angle d'incidence est  $\theta_1 = 20^\circ$ .

1. Appliquer Snell-Descartes et calculer  $\theta_2$ .
2. Comparer  $\theta_2$  et  $\theta_1$ . Que se passe-t-il physiquement ?
3. On augmente progressivement  $\theta_1$ . À quelle valeur de  $\theta_1$  le rayon réfracté rasera-t-il l'interface ( $\theta_2 = 90^\circ$ ) ?
4. Que se passe-t-il si  $\theta_1$  dépasse cette valeur ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 16** Angle critique — Verre ordinaire / Air STANDARD

On étudie l'interface entre du verre ordinaire ( $n_1 = 1,50$ ) et l'air ( $n_2 = 1,00$ ).

1. Rappeler la condition pour observer une réflexion totale interne.
2. Calculer l'angle critique  $\theta_c$  pour cette interface.
3. Un rayon interne fait un angle de  $35^\circ$  avec la normale. Sera-t-il réfracté ou totalement réfléchi ?
4. Même question pour un angle de  $50^\circ$ .
5. Calculer l'angle critique pour l'interface eau/air ( $n_{eau} = 1,33$ ). Comparer avec le verre.

Mes calculs :

---

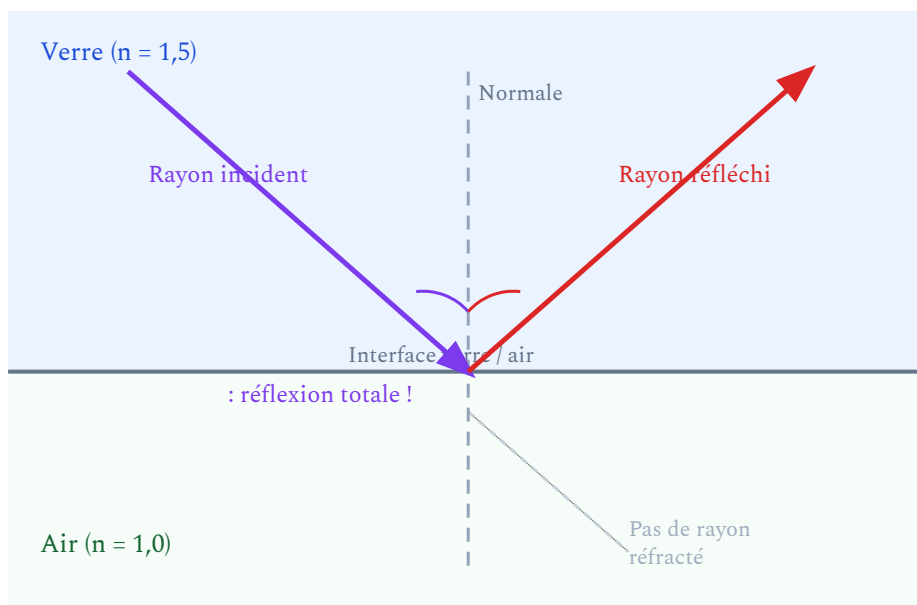
---

---

---

---

---



Réflexion totale interne : lorsque  $\theta_i > \theta_c$ , aucun rayon ne sort dans l'air — toute la lumière est réfléchie dans le verre.

## EXERCICE 17 Principe de la fibre optique

STANDARD

Une fibre optique est constituée d'un cœur en verre d'indice  $n_c = 1,52$  entouré d'une gaine en verre d'indice  $n_g = 1,42$ .

1. Pourquoi utilise-t-on une gaine d'indice *plus faible* que le cœur ?
2. Calculer l'angle critique à l'interface cœur/gaine.
3. Un rayon dans le cœur fait un angle de  $75^\circ$  avec la normale à l'interface. Est-il confiné dans la fibre ?
4. Décrire en une phrase le trajet de la lumière dans une fibre optique.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 18 Réfraction air → eau — Piscine****STANDARD**

Un maître-nageur observe un objet au fond d'une piscine. Un rayon lumineux passe de l'eau ( $n_1 = 1,33$ ) vers l'air ( $n_2 = 1,00$ ) avec un angle d'incidence de  $30^\circ$ .

1. Appliquer la loi de Snell-Descartes et calculer l'angle réfracté  $\theta_2$ .
2. Le rayon s'éloigne-t-il ou se rapproche-t-il de la normale en sortant de l'eau ?
3. Expliquer pourquoi un objet au fond de l'eau paraît plus proche de la surface qu'il ne l'est en réalité.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 19** Calculer un indice de réfraction inconnu

STANDARD

Un rayon lumineux passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans un matériau transparent inconnu. L'angle d'incidence est  $\theta_1 = 45^\circ$  et l'angle réfracté mesuré est  $\theta_2 = 28^\circ$ .

1. Écrire la loi de Snell-Descartes pour cette situation.
2. Isoler  $n_2$  et calculer sa valeur.
3. En comparant avec le tableau des indices, de quel matériau pourrait-il s'agir ?
4. Calculer la vitesse de la lumière dans ce matériau.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 20** Angle critique — Eau / Air

STANDARD

Un plongeur sous l'eau regarde vers la surface. L'indice de l'eau est  $n_1 = 1,33$  et celui de l'air est  $n_2 = 1,00$ .

1. Calculer l'angle critique  $\theta_c$  à l'interface eau/air.
2. Un rayon arrive sur la surface avec un angle de  $45^\circ$  par rapport à la normale. Sera-t-il réfracté ou totalement réfléchi ?
3. Même question pour un angle de  $50^\circ$ .
4. Le plongeur voit un « cercle lumineux » au-dessus de lui, appelé fenêtre de Snell. Expliquer ce phénomène en lien avec l'angle critique.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 21 Vitre d'un meuble vitriné — Double réfraction****STANDARD**

Un menuisier agenceur fabrique un meuble vitriné. Un rayon lumineux traverse la vitre en verre ( $n_{\text{verre}} = 1,50$ ) d'épaisseur 4 mm. Il entre par la face avant avec un angle incident de  $\theta_1 = 35^\circ$ .

1. Calculer l'angle réfracté  $\theta_2$  à l'entrée dans le verre (passage air  $\rightarrow$  verre).
2. Le rayon traverse le verre puis arrive sur la face arrière (passage verre  $\rightarrow$  air). L'angle d'incidence sur cette face est égal à  $\theta_2$ . Calculer l'angle de sortie  $\theta_3$ .
3. Comparer  $\theta_3$  et  $\theta_1$ . Que peut-on conclure sur la direction du rayon après la traversée de la vitre ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## EXERCICE 22 Réfraction dans le plexiglas — Panneau décoratif

STANDARD

Un artisan menuisier utilise une plaque de plexiglas (PMMA,  $n = 1,49$ ) pour réaliser un panneau décoratif rétro-éclairé. Un rayon lumineux issu d'une LED arrive de l'air sur le plexiglas avec un angle incident de  $60^\circ$ .

1. Calculer l'angle réfracté dans le plexiglas.
2. Calculer l'angle critique à l'interface plexiglas/air.
3. Le rayon, une fois dans le plexiglas, arrive sur le bord latéral avec un angle de  $50^\circ$  par rapport à la normale. La lumière sort-elle par le bord ou reste-t-elle confinée ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 23** Durée de parcours de la lumière

STANDARD

La lumière met 8 min 20 s pour aller du Soleil à la Terre.

1. Convertir cette durée en secondes.
2. Calculer la distance Terre-Soleil en mètres, sachant que  $c = 3,00 \times 10^8$  m/s.
3. Exprimer cette distance en kilomètres.
4. Un signal lumineux parcourt 12 m dans un câble en fibre optique dont le cœur a un indice  $n = 1,48$ . Calculer la vitesse de la lumière dans le cœur puis la durée du trajet en nanosecondes.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 24** Laser de découpe — Passage air-verre-air

STANDARD

Un technicien règle un appareil de découpe laser. Le faisceau laser traverse une lentille de protection en verre ( $n = 1,50$ ) avant d'atteindre la pièce à découper. L'angle d'incidence sur la lentille est de  $0^\circ$  (le faisceau arrive perpendiculairement).

1. Calculer l'angle réfracté quand le laser entre dans le verre avec  $\theta_1 = 0^\circ$ .
2. Que peut-on dire de la direction du faisceau ? Le laser est-il dévié ?
3. On incline légèrement la lentille : le faisceau arrive maintenant avec  $\theta_1 = 20^\circ$ . Calculer  $\theta_2$ .
4. Expliquer pourquoi il est important que la lentille soit bien perpendiculaire au faisceau pour une découpe précise.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

**EXERCICE 25** Comparaison de deux fibres optiques

STANDARD

On compare deux fibres optiques utilisées dans des installations domotiques :

Fibre	$n_{\text{c}\backslash\text{oeur}}$	$n_{\text{gaine}}$
Fibre A	1,50	1,45
Fibre B	1,62	1,52

1. Calculer l'angle critique pour chaque fibre.
2. Laquelle confine le mieux la lumière (angle critique le plus petit) ?
3. Calculer la vitesse de la lumière dans le cœur de chaque fibre.
4. Laquelle transmet le signal le plus rapidement ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

## Exercices d'approfondissement

### EXERCICE 26 Miroir de contrôle en atelier — Angle de réflexion et champ de vision

#### APPROFONDISSEMENT

Dans un atelier de menuiserie, un miroir plan de contrôle est orienté de façon à permettre à l'opérateur de vérifier l'arrière d'une pièce en cours d'usinage sans déplacer la pièce.

1. Un faisceau lumineux provenant d'une zone de la pièce située derrière arrive sur le miroir avec un angle incident de  $40^\circ$  par rapport à la normale. Dans quelle direction repart le rayon réfléchi vers les yeux de l'opérateur ?
2. L'opérateur tourne le miroir de  $5^\circ$  pour mieux voir une zone. De combien l'angle du rayon réfléchi change-t-il ? (Rappel : une rotation du miroir de  $\alpha$  fait tourner le rayon réfléchi de  $2\alpha$ .)
3. La zone invisible d'un miroir de contrôle correspond à la zone que l'opérateur ne peut pas voir. Expliquer qualitativement pourquoi orienter correctement le miroir réduit cette zone aveugle.
4. En atelier, on utilise parfois un miroir convexe (légèrement courbé). Quel avantage cela présente-t-il par rapport à un miroir plan pour élargir le champ de vision ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 27 Fibre optique en atelier de menuiserie — Commande de machine CNC

### APPROFONDISSEMENT

Dans un atelier de menuiserie équipé d'une machine CNC à commande numérique, les signaux de commande et de retour d'état sont transmis via un câble à fibre optique reliant le pupitre de commande à la machine. La fibre optique utilisée possède les caractéristiques suivantes :

- Cœur : verre de silice,  $n_c = 1,46$
- Gaine : polymère,  $n_g = 1,40$
- Longueur du câble : 3 m

1. Expliquer brièvement pourquoi la fibre optique est préférable à un fil électrique en cuivre pour transmettre des données de commande dans un atelier (penser aux interférences électromagnétiques des moteurs et outils électriques).

2. Calculer l'angle critique  $\theta_c$  à l'interface cœur/gaine de cette fibre.

3. Un rayon lumineux entre dans la fibre avec un angle de  $80^\circ$  par rapport à la normale à l'interface cœur/gaine. La lumière est-elle confinée ? Justifier.

4. La vitesse de la lumière dans le cœur vaut  $v = c/n_c$ . Calculer le temps mis par un signal lumineux pour parcourir les 3 m du câble (en nanosecondes). ( $c = 3,00 \times 10^8$  m/s ;  $1 \text{ ns} = 10^{-9}$  s)

5. Comparer avec un signal électrique dans un câble en cuivre où la vitesse de propagation est d'environ  $2 \times 10^8$  m/s. Quelle technologie est la plus rapide ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 28 Prisme optique en atelier — Déviation d'un rayon et contrôle de teinte

### APPROFONDISSEMENT

Un prisme triangulaire en verre ( $n = 1,50$ ) à angle au sommet  $A = 30^\circ$  est utilisé dans un capteur optique pour contrôler la teinte des lasure et peintures bois appliquées en atelier. Un rayon lumineux pénètre dans la première face du prisme avec un angle d'incidence  $\theta_1 = 45^\circ$ .

1. Calculer l'angle de réfraction  $\theta_2$  à l'entrée du prisme (passage air  $\rightarrow$  verre).
2. Dans le prisme, le rayon frappe la deuxième face avec un angle d'incidence  $\theta_3 = A - \theta_2$ . Calculer  $\theta_3$ .
3. Calculer l'angle  $\theta_4$  de sortie du prisme (passage verre  $\rightarrow$  air) à la deuxième face.
4. L'angle de déviation total est  $D = (\theta_1 - \theta_2) + (\theta_4 - \theta_3)$ . Calculer  $D$ .
5. Application concrète : un capteur colorimétrique en atelier utilise un prisme pour séparer les couleurs et mesurer précisément la teinte d'une lasure avant de valider le lot. Quel phénomène permet cette séparation des couleurs ?

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 29** Capteur laser de distance — Temps de vol

APPROFONDISSEMENT

Un télémètre laser utilisé par un métreur en bâtiment envoie une impulsion lumineuse sur un mur situé à une distance  $d$  inconnue. Le faisceau voyage dans l'air ( $n_{\text{air}} \approx 1,00$ ). Le temps aller-retour mesuré est  $\Delta t = 66,7$  ns.

1. Calculer la distance totale parcourue par la lumière pendant  $\Delta t$ .
2. En déduire la distance  $d$  entre le télémètre et le mur.
3. Le métreur utilise ensuite le télémètre à travers une vitre en verre ( $n = 1,50$ ) d'épaisseur  $e = 6$  mm. Calculer le temps supplémentaire mis par la lumière pour traverser la vitre (aller-retour, soit 2 traversées).
4. Ce temps supplémentaire introduit-il une erreur de mesure significative ? Justifier.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 30 Réfraction multiple — lame à faces parallèles****APPROFONDISSEMENT**

Un rayon lumineux traverse une lame de verre ( $n = 1,50$ ) à faces parallèles d'épaisseur  $e = 10$  mm. L'angle d'incidence est  $\theta_1 = 50^\circ$ .

1. Calculer l'angle réfracté  $\theta_2$  à l'entrée dans le verre.
2. Montrer que le rayon sort de la lame avec un angle  $\theta_3 = \theta_1$ .
3. Calculer le décalage latéral  $\delta$  du rayon à la sortie de la lame. On admet la formule :

$$\delta = e \times \frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\cos \theta_2}$$

4. Un architecte d'intérieur conçoit une cloison en double vitrage (deux lames de verre de 4 mm séparées par 12 mm d'air). Le décalage total sera-t-il le double de celui d'une seule lame de 4 mm ? Justifier.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

## EXERCICE 31 Fibre optique et débit Internet — Installation domotique

### APPROFONDISSEMENT

Un installateur de systèmes domotiques tire un câble à fibre optique de 80 m pour relier un tableau électrique à un boîtier réseau. Le cœur de la fibre a un indice  $n_c = 1,46$  et la gaine un indice  $n_g = 1,41$ .

1. Calculer l'angle critique  $\theta_c$  à l'interface cœur/gaine.
2. Calculer la vitesse de la lumière dans le cœur.
3. Calculer le temps mis par un signal lumineux pour parcourir les 80 m (en microsecondes).
4. On compare avec un câble Ethernet en cuivre de même longueur où le signal se propage à  $2,0 \times 10^8$  m/s. Calculer le temps de parcours.
5. En pratique, l'avantage principal de la fibre sur le cuivre n'est pas la vitesse de propagation mais la bande passante. Expliquer brièvement la différence.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

---

**EXERCICE 32** Arc-en-ciel — Dispersion dans une goutte d'eau**APPROFONDISSEMENT**

L'arc-en-ciel se forme quand la lumière du soleil pénètre dans une goutte d'eau sphérique, subit une réflexion totale interne, puis ressort. L'indice de l'eau dépend de la couleur de la lumière :

Couleur	Indice $n$
Rouge	1,331
Jaune	1,333
Bleu	1,337
Violet	1,342

1. Un rayon de lumière blanche arrive de l'air sur la goutte avec un angle d'incidence de  $60^\circ$ . Calculer l'angle réfracté pour le rouge et pour le violet.
2. Quelle couleur est la plus déviée (angle réfracté le plus petit) ? Pourquoi ?
3. Calculer l'angle critique pour le rouge et pour le violet dans l'eau.
4. Expliquer en 2-3 phrases pourquoi on voit des couleurs séparées dans un arc-en-ciel.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

---

---

### EXERCICE 33 Problème ouvert — Choisir un matériau pour un guide de lumière

#### APPROFONDISSEMENT

Un fabricant de mobilier design souhaite intégrer un guide de lumière dans le chant d'une étagère pour créer un éclairage décoratif. Le guide est une baguette de matériau transparent entourée d'air ( $n_{air} = 1,00$ ). Trois matériaux sont disponibles :

Matériau	Indice $n$	Coût relatif
Polycarbonate	1,59	1
Plexiglas (PMMA)	1,49	0,8
Résine époxy	1,55	1,2

1. Calculer l'angle critique à l'interface matériau/air pour chacun des trois matériaux.
2. Quel matériau confine le mieux la lumière ? Lequel la confine le moins bien ?
3. La LED injectée dans le guide émet un cône de lumière dont les rayons font des angles allant de  $55^\circ$  à  $85^\circ$  avec la normale aux parois du guide. Pour quel(s) matériau(x) **tous** ces rayons seront-ils confinés ?
4. En tenant compte du coût et des performances, quel matériau recommanderiez-vous ? Justifier votre choix.

*Mes calculs :*

---

---

---

---

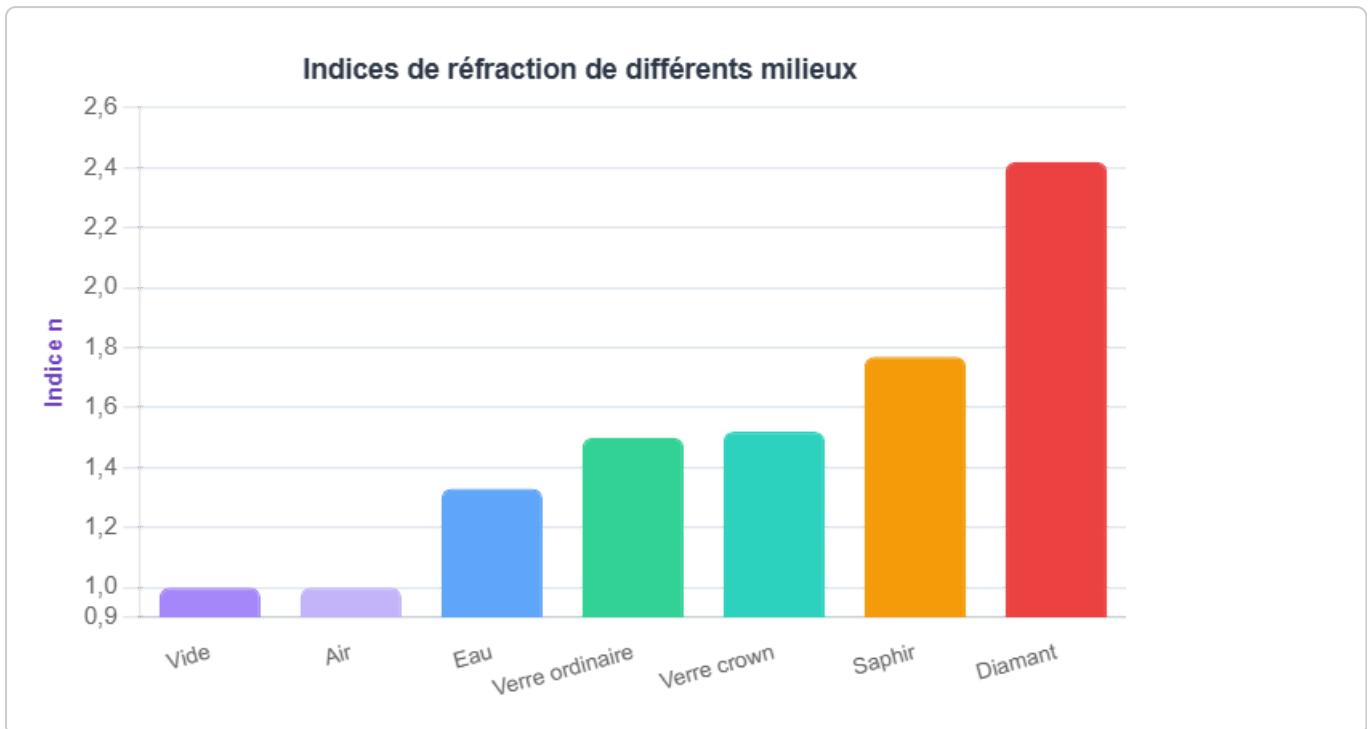
---

---

---

Le graphique suivant permet de comparer visuellement les indices de réfraction de plusieurs milieux courants. Plus l'indice est élevé, plus la lumière est ralentie et réfractée fortement. On

remarque que l'indice du vide (et de l'air) vaut exactement 1 par définition, et que le diamant, avec  $n = 2,42$ , est un des milieux les plus réfractants rencontrés dans la vie courante.



### Erreurs fréquentes à éviter

- **Angle par rapport à la surface** : toujours mesurer  $\theta$  par rapport à la *normale*, jamais par rapport à la surface. Si l'énoncé donne un angle par rapport à la surface, soustraire à  $90^\circ$  avant de calculer.
- **Sens du passage** : bien identifier le milieu 1 (où est le rayon incident) et le milieu 2 (où va le rayon réfracté) avant d'écrire Snell-Descartes.
- **Réflexion totale interne** : n'est possible que si on va d'un milieu *plus dense* vers un milieu *moins dense* ( $n_1 > n_2$ ).
- **Utilisation de la calculatrice** : vérifier que la calculatrice est en mode degrés (DEG) et non en radians (RAD) quand on calcule arcsin.
- **Indice de l'air** : on prend  $n_{air} \approx 1,00$  sauf indication contraire (l'indice exact est 1,0003, négligeable en 2nde Pro).

### Récap complet — Ce qu'il faut savoir faire

- Appliquer  $\theta_r = \theta_i$  pour la réflexion sur un miroir.
- Appliquer  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  pour calculer un angle réfracté.
- Déterminer dans quel sens le rayon dévie selon  $n_1$  et  $n_2$ .
- Calculer  $\theta_c = \arcsin(n_2/n_1)$  et conclure sur la réflexion totale interne.
- Relier le principe de la fibre optique à la réflexion totale interne.
- Calculer  $v = c/n$  et une durée de trajet.
- Lire et interpréter un schéma avec rayons, normale et angles.

**Formules à retenir :**  $n = c/v$  |  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  |  $\sin \theta_c = n_2/n_1$  (avec  $n_1 > n_2$ ) |  $\theta_r = \theta_i$  (réflexion)

### Aide mémoire — Utiliser sa calculatrice scientifique

1. Vérifier : mode DEG (degrés).
2. Calculer  $\sin 30^\circ$  : touche SIN puis 30 puis =  $\rightarrow 0,5$ .
3. Calculer  $\arcsin(0,667)$  : touche SHIFT (ou 2nd) puis SIN puis 0.667 puis =  $\rightarrow 41,8^\circ$ .
4. Si le résultat de arcsin semble en radians (ex : 0,73 rad au lieu de  $41,8^\circ$ ), changer le mode de la calculatrice.

## Réflexion, réfraction et signaux lumineux

Réflexion, réfraction et signaux lumineux | 2de Bac Pro

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

## Objectifs du chapitre

cliquer pour développer

🕒 **Durée** : 1 heure 📊 **Calculatrice** : autorisée 📝 **Barème** : 20 points

📄 **Documents** : non autorisés

APP - S'Approprier

ANA - Analyser

REA - Réaliser

VAL - Valider

COM - Communiquer

## SOCLE

## DS Socle — Réflexion et réfraction

Les formules sont rappelées. Les calculs sont détaillés étape par étape.

## Partie A – Lois de la lumière

10 pts

2 pts/question.

1. **APP** La loi de la réflexion dit que l'angle réfléchi  $\theta_r$  est égal à .....

Ces angles se mesurent par rapport à la ..... (normale / surface ?).

2. **APP** Compléter : la formule de Snell-Descartes pour la réfraction est :

$$n_1 \times \sin \dots = n_2 \times \sin \dots$$

où  $n_1$  et  $n_2$  sont les ..... des deux milieux.

3. **REA** **Atelier de menuiserie** Un rayon passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans du verre ( $n_2 = 1,50$ ) avec  $\theta_1 = 30^\circ$ .

Étape 1 :  $\sin \theta_2 = \frac{n_1 \times \sin \theta_1}{n_2} = \frac{1,00 \times \sin 30^\circ}{1,50} = \frac{1,00 \times 0,500}{1,50} = \dots\dots\dots$

Étape 2 :  $\theta_2 = \arcsin(\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots^\circ$

---

---

4. **APP** Calculer la vitesse de la lumière dans le verre ( $n = 1,50$ ) :

Formule :  $v = c/n = \dots\dots\dots$  m/s (avec  $c = 3 \times 10^8$  m/s)

---

5. **COM** Un miroir de contrôle en atelier de menuiserie est utilisé pour vérifier l'angle de coupe d'une pièce. Si un rayon lumineux arrive avec  $\theta_i = 45^\circ$ , quel est l'angle de réflexion ? Répondre et justifier en une phrase.

---

## Partie B – Fibre optique — questions guidées

10 pts

**Rappels :** La fibre optique guide la lumière par **réflexion totale interne**.

Angle critique :  $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$  (avec  $n_1 > n_2$ )

Si  $\theta > \theta_c$  : la lumière est totalement réfléchie dans le cœur.

1. **COM** (3 pts) Compléter : dans une fibre optique, la lumière reste confinée dans le cœur (indice ..... = élevé) grâce à la ..... interne.

---

2. **REA** (4 pts) Fibre optique : cœur  $n_1 = 1,50$ , gaine  $n_2 = 1,40$ .

Étape 1 :  $\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,40}{1,50} = \dots\dots\dots$

Étape 2 :  $\theta_c = \arcsin(\dots\dots\dots) = \dots\dots\dots^\circ$

---

---

3. **ANA** (3 pts) Un rayon frappe l'interface cœur/gaine avec un angle de  $80^\circ$ . Y a-t-il réflexion totale interne ?

(Comparer  $80^\circ$  avec l'angle critique calculé en question 2 : si  $80^\circ > \theta_c \rightarrow$  OUI)

---

STANDARD

DS Standard — Réflexion et réfraction

Contextes professionnels — rédaction et justification attendues.

Partie A – Réflexion et réfraction

10 pts

2 pts/question.

1. **APP** Énoncer la loi de la réflexion : quelle relation existe-t-il entre l'angle d'incidence  $i_1$  et l'angle de réflexion  $i_r$  ?

---

2. **APP** Énoncer la loi de Snell-Descartes pour la réfraction :  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ . Que représentent  $n_1$  et  $n_2$  ?

---

3. **REA** Un rayon lumineux passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans le verre ( $n_2 = 1,50$ ) avec un angle d'incidence  $i_1 = 30^\circ$ . Calculer l'angle de réfraction  $i_2$ .

---

---

4. **ANA** Qu'est-ce que la réflexion totale interne ? Dans quelles conditions se produit-elle ?

---

5. **COM** Citer une application concrète de la réflexion totale interne en atelier ou dans l'industrie.

---

## Partie B – Fibres optiques et signaux lumineux

10 pts

1. **COM** (4 pts) Expliquer le principe de guidage de la lumière dans une fibre optique. Quel phénomène physique en est responsable ?

---

---

2. **ANA** (3 pts) Citer deux avantages des fibres optiques par rapport aux câbles électriques pour la transmission d'information.

---

3. **REA** (3 pts) Un laser envoie un rayon dans une fibre de verre d'indice  $n = 1,48$ . Quelle est la vitesse de la lumière dans cette fibre ? (Vitesse de la lumière dans le vide :

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.)$$

---

---

### APPROFONDISSEMENT

#### DS Approfondissement — Réflexion, réfraction et optique appliquée

Problèmes ouverts, plusieurs étapes, calculs combinés, analyse critique type BTS.

## Partie A – Optique en atelier de menuiserie

10 pts

2 pts/question.

1. **APP** **Atelier de menuiserie** Un système CNC de découpe laser utilise un miroir galvanométrique orienté à  $45^\circ$  par rapport au rayon incident. a) Calculer l'angle de réflexion. b) Si le miroir est tourné de  $10^\circ$ , de combien l'angle réfléchi varie-t-il ? Justifier géométriquement.

---

---

2. **REA** Un rayon laser passe de l'air ( $n_1 = 1,00$ ) dans un bloc de verre acrylique ( $n_2 = 1,49$ ) avec  $\theta_1 = 55^\circ$ .

a) Calculer  $\theta_2$ . b) Si le rayon repasse dans l'air depuis le verre avec le même angle de  $55^\circ$ , que se passe-t-il ? (Comparer  $55^\circ$  à  $\theta_c$  avec  $n_1 = 1,49$ ,  $n_2 = 1,00$ .)

---

---

3. **ANA** Un géomètre en atelier d'agencement utilise un télémètre laser pour mesurer des distances. Le faisceau passe à travers une vitre de protection en verre ( $n = 1,52$ ) d'épaisseur 5 mm. a) La lumière est-elle déviée après avoir traversé la vitre ? Justifier qualitativement (en nommant le phénomène).

b) Calculer la vitesse de la lumière dans le verre. En déduire le retard de temps par rapport à un trajet dans l'air ( $c = 3 \times 10^8$  m/s).

---

---

4. **COM** Expliquer le principe d'un capteur à fibre optique utilisé en machine CNC (centre d'usinage bois) pour détecter la présence d'une pièce en bout de course. Quel phénomène optique est exploité ? Pourquoi utiliser une fibre plutôt qu'un câble électrique ?

---

---

5. **VAL** Un rayon lumineux passe du verre crown ( $n_1 = 1,52$ ) dans l'eau ( $n_2 = 1,33$ ). a) Y a-t-il possibilité de réflexion totale interne (justifier) ? b) Calculer l'angle critique si c'est possible.

---

## Partie B – Fibre optique CNC — problème complet

10 pts

1. **COM** (3 pts) Expliquer le principe de guidage de la lumière dans une fibre optique en faisant apparaître les notions d'indice de réfraction, de cœur, de gaine et d'angle critique. Votre explication doit être rédigée en 4 à 6 phrases.

---

---

---

2. **REA** (4 pts) **Atelier de menuiserie** Une fibre de capteur CNC a : cœur  $n_c = 1,46$ , gaine  $n_g = 1,40$ .

- a) Calculer l'angle critique  $\theta_c$ .
  - b) Un rayon frappe l'interface à  $75^\circ$ . Y a-t-il réflexion totale interne ? Justifier.
  - c) Calculer la vitesse de la lumière dans le cœur.
  - d) La fibre mesure 2 m. Calculer le temps de parcours.
- 
- 
- 

3. **VAL** (3 pts) Dans la fibre ci-dessus, un fil de cuivre transmet le même signal sur 2 m avec une vitesse de propagation de  $2 \times 10^8$  m/s.

- a) Calculer le temps de trajet dans chaque cas.
  - b) Comparer les deux valeurs. Quel est le vrai avantage de la fibre optique dans ce contexte industriel (atelier CNC) ?
- 
-