ERPI SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Marielle Champagne
Marc Séguin
Michel Charette
Mario Cossette

# OPTION science

3e ÉDITION

**Cahier de savoirs et d'activités**

## Physique

**L'OPTIQUE**

CONFORME À LA PROGRESSION DES APPRENTISSAGES

# OPTION science
## en un coup d'œil

Ce cahier ne comporte qu'une partie, **L'OPTIQUE**.

Le **titre** du chapitre et un **sommaire** de la partie théorique sont présentés sur la page d'ouverture de chaque chapitre.

Des photos accompagnées de courts textes servent d'**introduction** au chapitre.

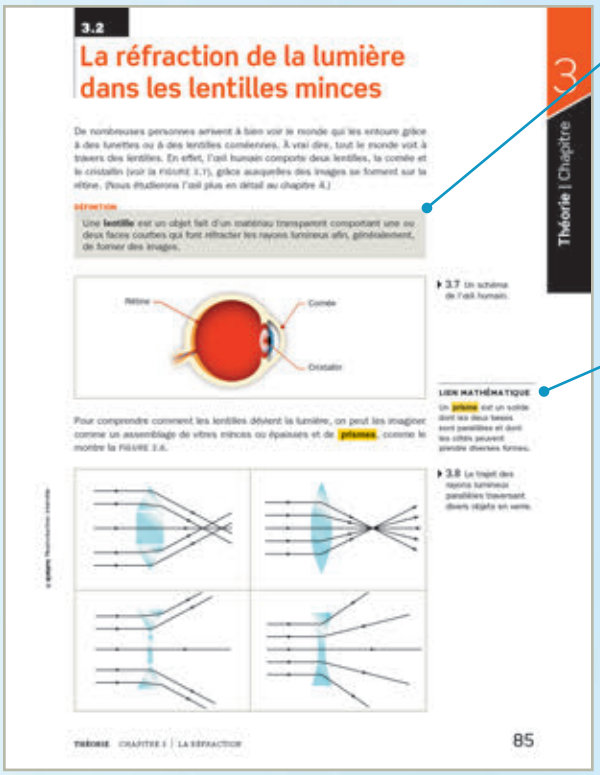
Les **formules mathématiques** essentielles sont systématiquement mises en évidence.

L'application des formules est clairement exposée à l'aide d'**exemples** concrets, souvent structurés selon une démarche. Cette démarche est détaillée dans la section *Métho* à la fin de l'ouvrage.

La rubrique **La physique au quotidien** établit un lien entre un concept touché dans le chapitre et une application de la vie de tous les jours ou un phénomène naturel.

**Note**

Dans ce cahier, les réponses tiennent compte des chiffres significatifs (*voir la section Métho, à la page 149*).


3.2

La réfraction de la lumière dans les lentilles minces

Théorie | Chapitre 3

De nombreuses personnes arrivent à bien voir le monde qui les entoure grâce à des lunettes ou à des lentilles cornéennes. À vrai dire, tout le monde voit à travers des lentilles. En effet, l'œil humain comporte deux lentilles, la cornée et le cristallin (voir la FIGURE 3.7), grâce auxquelles des images se forment sur la rétine. (Nous étudierons l'œil plus en détail au chapitre 4.)

DÉFINITION

Une **lentille** est un objet fait d'un matériau transparent comportant une ou deux faces courbes qui font réfracter les rayons lumineux afin, généralement, de former des images.

Rétine
Cornée
Cristallin

3.7 Un schéma de l'œil humain.

LIEN MATHÉMATIQUE

Un **prisme** est un solide dont les deux bases sont parallèles et dont les côtés peuvent prendre diverses formes.

Pour comprendre comment les lentilles dévient la lumière, on peut les imaginer comme un assemblage de vitres minces ou épaisses et de **prismes**, comme le montre la FIGURE 3.8.

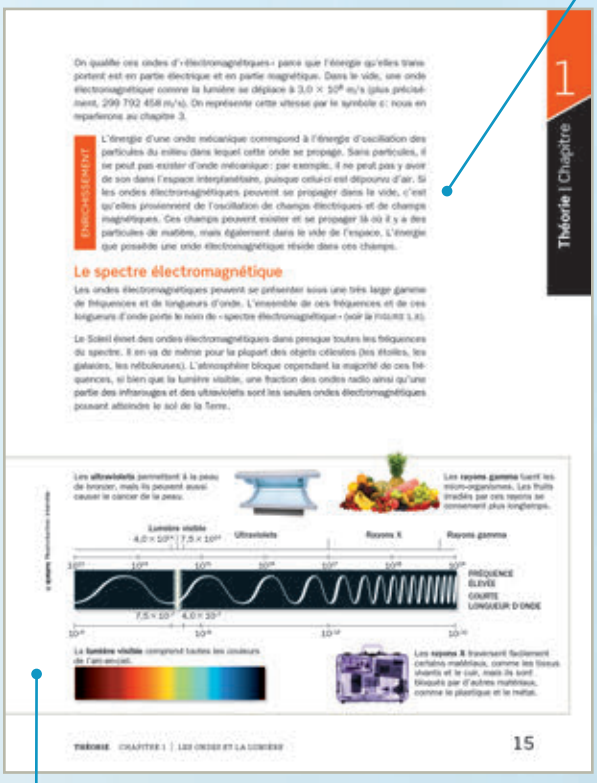
3.8 Le trajet des rayons lumineux parallèles traversant divers objets en verre.

THÉORIE CHAPITRE 3 | LA RÉFRACTION 85

Une **définition** est insérée lorsqu'une notion fondamentale doit être expliquée.

Des capsules **Lien mathématique** relient des mots du texte à leur signification dans le domaine mathématique.

Des capsules **Étymologie** facilitent la compréhension de mots abstraits ou difficiles.


On qualifie ces ondes d'« électromagnétiques » parce que l'énergie qu'elles transportent est en partie électrique et en partie magnétique. Dans le vide, une onde électromagnétique comme la lumière se déplace à $3,0 \times 10^8$ m/s (plus précisément, 299 792 458 m/s). On représente cette vitesse par le symbole c : nous en reparlerons au chapitre 3.

ENRICHISSEMENT

L'énergie d'une onde mécanique correspond à l'énergie d'oscillation des particules du milieu dans lequel cette onde se propage. Sans particules, il ne peut pas exister d'onde mécanique : par exemple, il ne peut pas y avoir de son dans l'espace interplanétaire, puisque celui-ci est dépourvu d'air. Si les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide, c'est qu'elles proviennent de l'oscillation de champs électriques et de champs magnétiques. Ces champs peuvent exister et se propager là où il y a des particules de matière, mais également dans le vide de l'espace. L'énergie que possède une onde électromagnétique réside dans ces champs.

Théorie | Chapitre 1

Le spectre électromagnétique

Les ondes électromagnétiques peuvent se présenter sous une très large gamme de fréquences et de longueurs d'onde. L'ensemble de ces fréquences et de ces longueurs d'onde porte le nom de « spectre électromagnétique » (voir la FIGURE 1.11).

Le Soleil émet des ondes électromagnétiques dans presque toutes les fréquences du spectre. Il en va de même pour la plupart des objets célestes (les étoiles, les galaxies, les nébuleuses). L'atmosphère bloque cependant la majorité de ces fréquences, si bien que la lumière visible, une fraction des ondes radio ainsi qu'une partie des infrarouges et des ultraviolets sont les seules ondes électromagnétiques pouvant atteindre le sol de la Terre.

Les **ultraviolets** permettent à la peau de bronzer, mais ils peuvent aussi causer le cancer de la peau.

Les **rayons gamma** tuent les micro-organismes. Les fruits irradiés par ces rayons se conservent plus longtemps.

Lumière visible
$4,0 \times 10^{14}$ | $7,5 \times 10^{14}$
Ultraviolets
Rayons X
Rayons gamma

FRÉQUENCE ÉLEVÉE
COURTE LONGUEUR D'ONDE

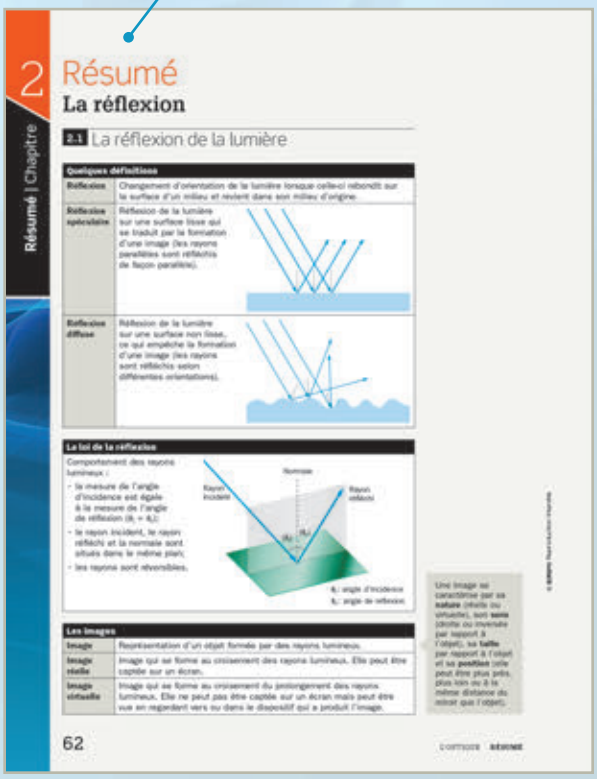
La **lumière visible** comprend toutes les couleurs de l'arc-en-ciel.

Les **rayons X** traversent facilement certains matériaux, comme les tissus vivants et le cuir, mais ils sont bloqués par d'autres matériaux, comme le plastique et le métal.

THÉORIE CHAPITRE 1 | LES ONDES ET LA LUMIÈRE 15

La rubrique **Enrichissement** couvre des connaissances supplémentaires à celles prescrites dans le programme.

De nombreuses photos et illustrations accompagnent la théorie.


2 Résumé

La réflexion

Résumé | Chapitre 2

2.1 La réflexion de la lumière

Quelques définitions

| | |
|---|---|
| Réflexion | Changement d'orientation de la lumière lorsque celle-ci rebondit sur la surface d'un milieu et revient dans son milieu d'origine. |
| Réflexion spéculaire | Réflexion de la lumière sur une surface lisse qui se traduit par la formation d'une image (les rayons parallèles sont réfléchis de façon parallèle). |
| Réflexion diffuse | Réflexion de la lumière sur une surface non lisse, ce qui empêche la formation d'une image (les rayons sont réfléchis selon différentes orientations). |

La loi de la réflexion

Comportement des rayons lumineux :

- la mesure de l'angle d'incidence est égale à la mesure de l'angle de réflexion ($\theta_i = \theta_r$) ;
- le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont situés dans le même plan ;
- les rayons sont réversibles.

Normale
Rayon incident
Rayon réfléchi
$\theta_i$
$\theta_r$
$\theta_i$ : angle d'incidence
$\theta_r$ : angle de réflexion

Les images

| | |
|---|---|
| Image | Représentation d'un objet formée par des rayons lumineux. |
| Image réelle | Image qui se forme au croisement des rayons lumineux. Elle peut être captée sur un écran. |
| Image virtuelle | Image qui se forme au croisement du prolongement des rayons lumineux. Elle ne peut pas être captée sur un écran mais peut être vue en regardant vers ou dans le dispositif qui a produit l'image. |

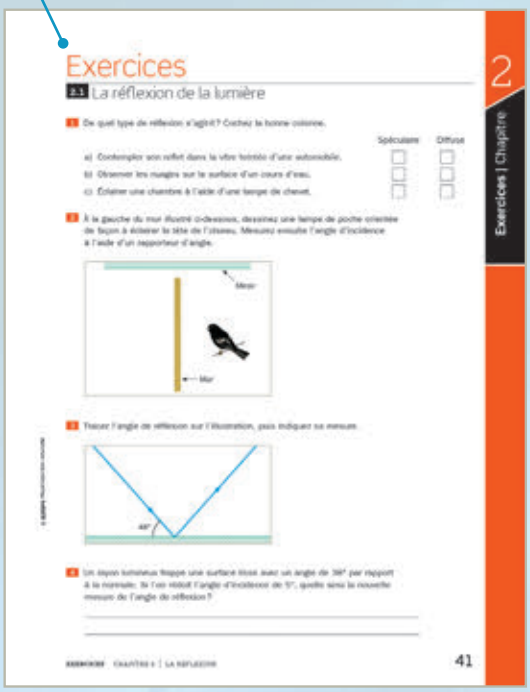
Une image se caractérise par sa **nature** (réelle ou virtuelle), son **sens** (droite ou inversée par rapport à l'objet), sa **taille** par rapport à l'objet et sa **position** (elle peut être plus près, plus loin ou à la même distance du miroir que l'objet).

62 CHAPITRE 2 RÉSUMÉ

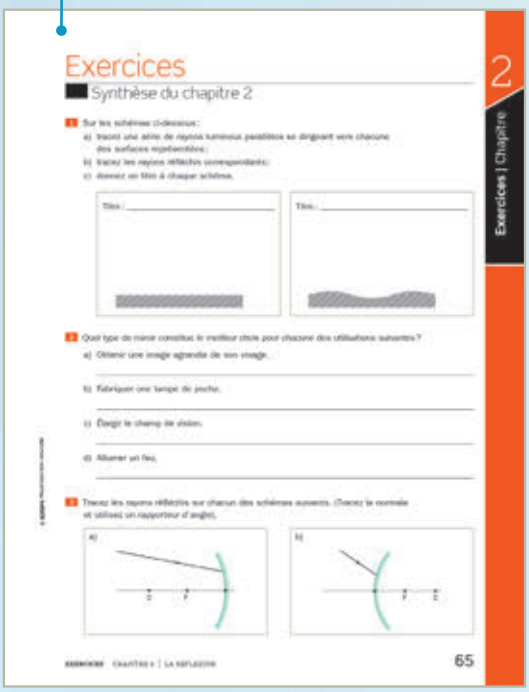
Un **résumé** reprend l'essentiel des notions abordées dans le chapitre.

© ERPI Reproduction interdite

Chaque section théorique est suivie d'une section **Exercices**, qui contribue à une intégration progressive des notions étudiées.


Exercices
2.1 La réflexion de la lumière
2
Exercices | Chapitre
41

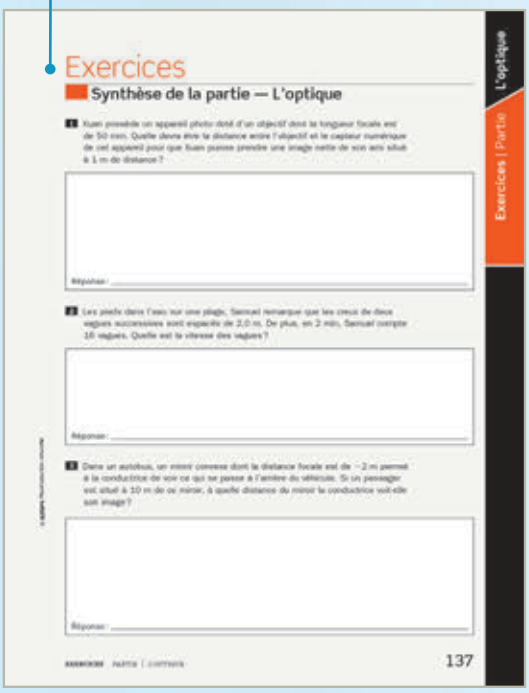
Des exercices de **Synthèse du chapitre** permettent de mettre en pratique de façon plus poussée les connaissances acquises tout au long du chapitre.


Exercices
Synthèse du chapitre 2
2
Exercices | Chapitre
65

Des questions **Défis** sont proposées pour renforcer la compréhension des notions apprises.

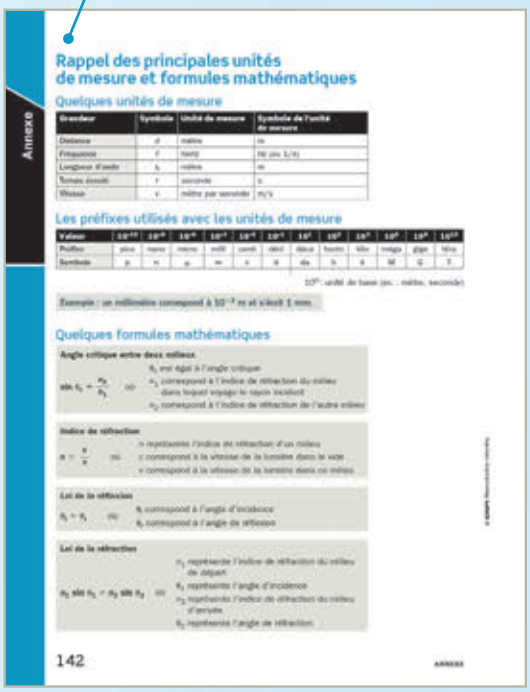
Défis du chapitre 2
2
Exercices | Chapitre
72

Des exercices de **Synthèse de la partie** permettent de réviser les connaissances acquises en optique.


Exercices
Synthèse de la partie — L'optique
L'optique
Exercices | Partie
137

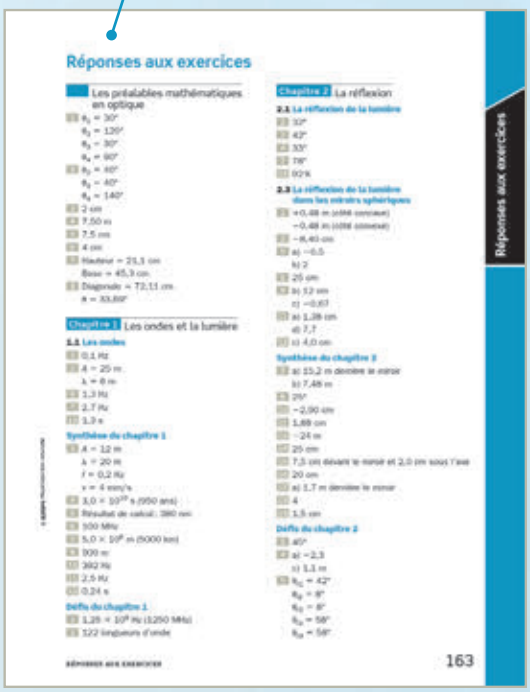
© ERPI Reproduction interdite

L'**annexe** contient un résumé des principales formules et unités de mesure contenues dans l'ouvrage.




La section **Métho** donne du soutien pour la résolution de problèmes mathématiques.

Les **réponses aux exercices** comportant des calculs sont regroupées à la fin de l'ouvrage.




L'**index** présente les mots clés accompagnés de renvois aux pages où ces mots apparaissent.

© ERPI Reproduction interdite

# CHAPITRE 2
# La réflexion


2.1 La réflexion de la lumière 36

2.2 La réflexion de la lumière dans les miroirs plans 43

2.3 La réflexion de la lumière dans les miroirs sphériques 48

Résumé 62

Certains miroirs courbes offrent un plus grand champ de vision que les miroirs plans de même taille.

En présence d'une source lumineuse et d'une surface réfléchissante, on peut voir à la fois les objets et leurs images.

Les télescopes sont équipés d'au moins un miroir courbe qui permet de former l'image d'un objet lointain.

Nous verrons au cours de ce chapitre que la loi de la réflexion est à l'origine de nombreux phénomènes, notamment ceux qui nous permettent de voir les objets qui nous entourent ou d'observer notre image dans un miroir. À l'aide de cette loi, nous décrirons le comportement des rayons lumineux dans les miroirs plans et dans les miroirs sphériques. Nous découvrirons alors que, dans bien des cas, les rayons forment des images. Nous examinerons ensuite une méthode graphique et une méthode mathématique qui permettent de déterminer les caractéristiques des images ainsi créées.

## 2.1 La réflexion de la lumière

La lumière ne se propage pas de n'importe quelle façon. Son comportement est plutôt prévisible et on peut apprendre à le manipuler pour obtenir un effet désiré, comme on le fait couramment au cinéma (*voir la* **FIGURE 2.1**).

La lumière qui émane d'une source lumineuse, comme une ampoule, la flamme d'une bougie ou le Soleil, se propage généralement en ligne droite jusqu'à ce qu'elle rencontre la surface d'un milieu différent de celui où elle se trouve. À ce moment, la lumière peut être absorbée, réfléchie ou transmise. Lorsqu'elle est réfléchie, elle rebondit sur la surface du nouveau milieu et revient dans son milieu d'origine.

**DÉFINITION**

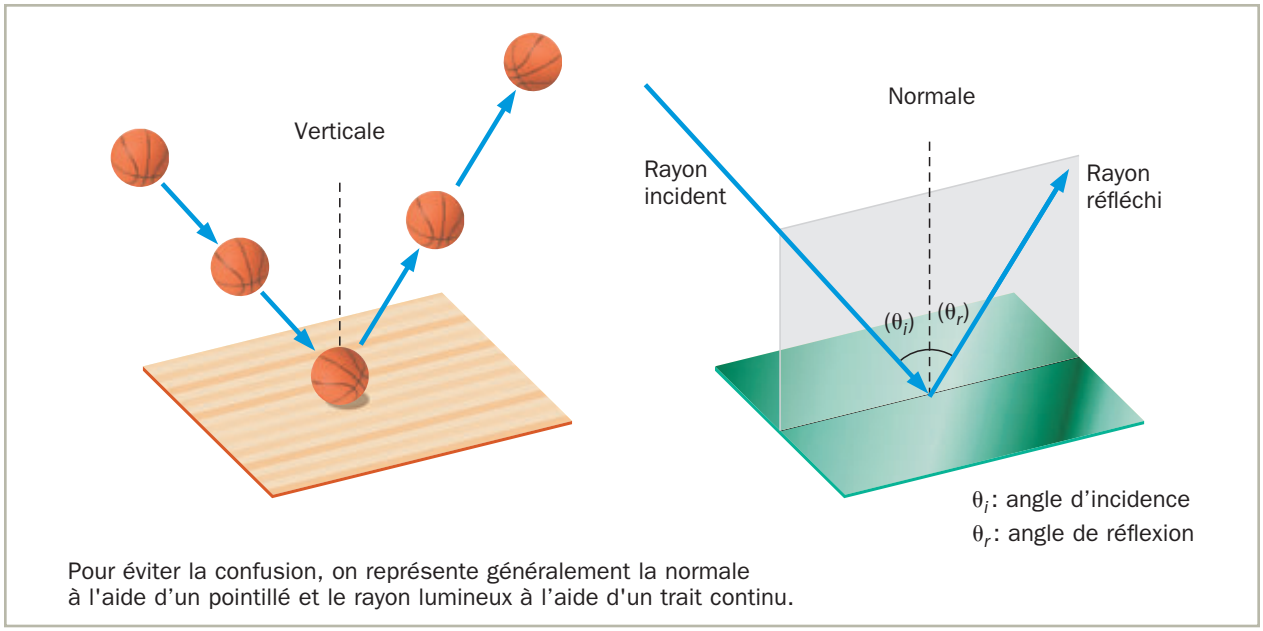
La **réflexion** est le changement d'orientation de la lumière lorsque celle-ci rebondit sur la surface d'un milieu et revient dans son milieu d'origine.

**2.1** Au cinéma, on utilise des panneaux réflecteurs pour tamiser, réduire ou augmenter l'éclairage d'une scène afin de créer une variété d'ambiances.

© ERPI Reproduction interdite

# La loi de la réflexion

Pour comprendre le comportement de la lumière réfléchie, on peut le comparer à celui d'un ballon. Un ballon lancé directement au sol, c'est-à-dire de façon parfaitement verticale, inversera le sens de son mouvement au contact du sol et reviendra vers le haut. Si le ballon est lâché suivant un certain angle par rapport à la verticale, son rebond s'éloignera de la verticale selon ce même angle (en l'absence de rotation du ballon ou de frottement avec le sol). La lumière se comporte exactement de la même façon que le ballon.




**2.2** Les mêmes paramètres de la réflexion s'appliquent au ballon et au rayon lumineux.

### 2.3 La terminologie de la réflexion

| Terme | Définition |
|---|---|
| Rayon incident | Rayon lumineux qui se dirige vers la surface d'un milieu réfléchissant. |
| Rayon réfléchi | Rayon lumineux qui s'éloigne de la surface d'un milieu réfléchissant. |
| Normale | Droite tracée perpendiculairement à une surface, au point de rencontre du rayon incident. |
| Angle d'incidence ($\theta_i$) | Angle formé par le rayon incident et la normale. |
| Angle de réflexion ($\theta_r$) | Angle formé par le rayon réfléchi et la normale. |

Comme le montre la FIGURE 2.2, pour connaître l'angle de réflexion, il suffit de tracer une normale et de mesurer l'angle d'incidence. On constate alors que l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. En plus de former le même angle, le rayon incident et le rayon réfléchi se trouvent dans le même **plan** que la normale.

**LIEN MATHÉMATIQUE**

Un **plan** est un espace géométrique à deux dimensions (la longueur et la largeur).

**DÉFINITION**

La **loi de la réflexion** stipule que la mesure de l'angle d'incidence est toujours égale à la mesure de l'angle de réflexion.

© ERPI Reproduction interdite

Voici la formule mathématique qui relie l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.

**FORMULE**

**Loi de la réflexion**

$\theta_i = \theta_r$ où $\theta_i$ correspond à l'angle d'incidence
$\theta_r$ correspond à l'angle de réflexion

# La réflexion spéculaire et la réflexion diffuse

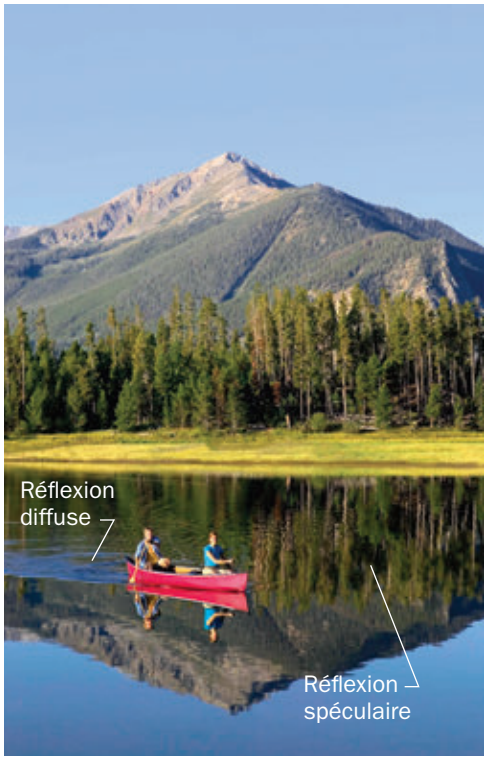
Par temps calme, on peut voir la réflexion du ciel et du rivage sur la surface d'un lac. En effet, lorsque la surface de l'eau est parfaitement lisse, elle agit comme un miroir. Par contre, lorsque le temps est venteux ou lorsque le déplacement d'une embarcation ou d'un animal perturbe la surface de l'eau, celle-ci se couvre de vagues et on ne voit plus que le lac lui-même.

La réflexion **spéculaire** se produit lorsqu'une surface est suffisamment lisse pour qu'un groupe de rayons lumineux parallèles soient réfléchis de façon parallèle, ce qui permet la formation d'une image (*voir la* **FIGURE 2.5**). Par exemple, la lumière provenant d'un arbre aux abords d'un lac très calme peut rebondir sur la surface de l'eau et nous parvenir de la même manière que si elle provenait d'un endroit situé là où on perçoit l'image, c'est-à-dire sous l'eau.

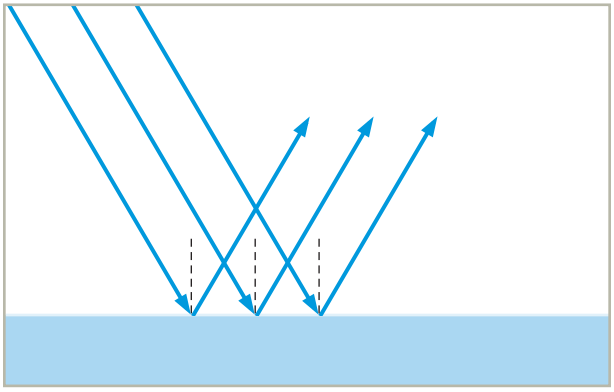
**ÉTYMOLOGIE**

**Spéculaire** vient du mot latin *specularis*, qui signifie « relatif au miroir, transparent ».

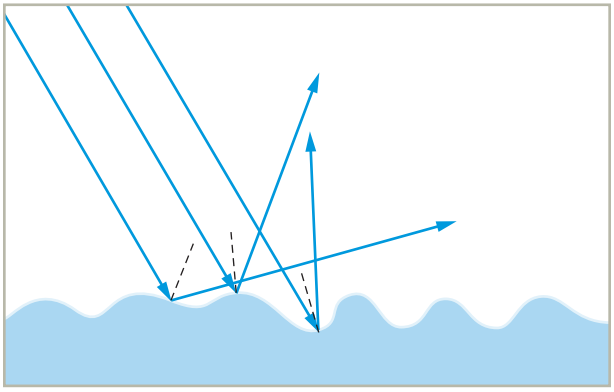
Lorsqu'une surface n'est pas lisse, comme c'est le cas d'un lac couvert de vagues, les rayons lumineux incidents sont réfléchis selon différentes orientations. En effet, chaque rayon obéit à la loi de la réflexion. Cependant, puisque la surface n'est pas lisse, la direction de la normale change d'un point à l'autre. Comme le montre la **FIGURE 2.6**, les rayons réfléchis sont donc dispersés et le résultat est une réflexion diffuse.




**2.4** La réflexion spéculaire permet de voir la surface de l'eau, mais également le ciel et le rivage. La réflexion diffuse ne permet de voir que la surface de l'eau.



**2.5** Une réflexion spéculaire se produit lorsque la lumière se réfléchit sur une surface lisse.

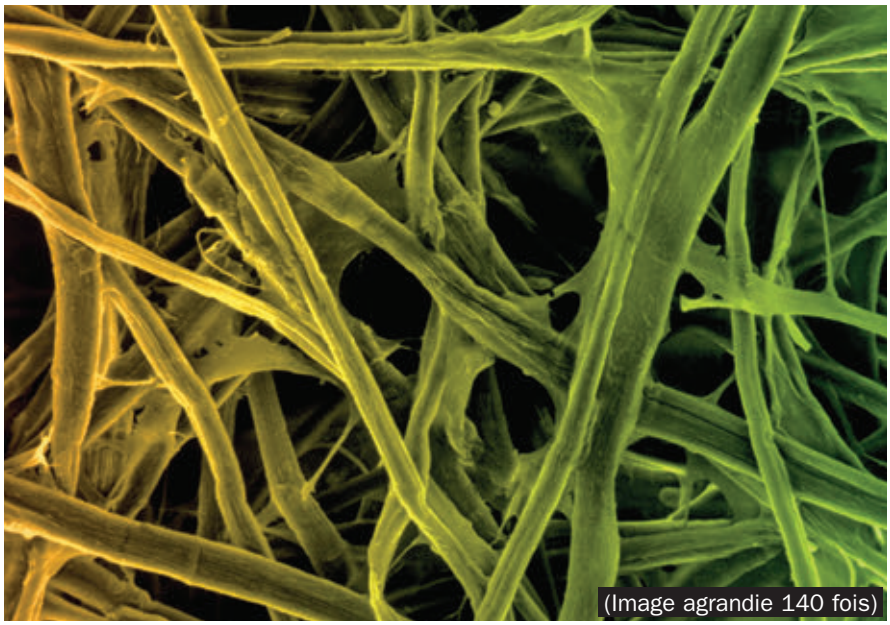


**2.6** Une réflexion diffuse se produit lorsque la lumière se réfléchit sur une surface non lisse.

© ERPI Reproduction interdite

ENRICHISSEMENT

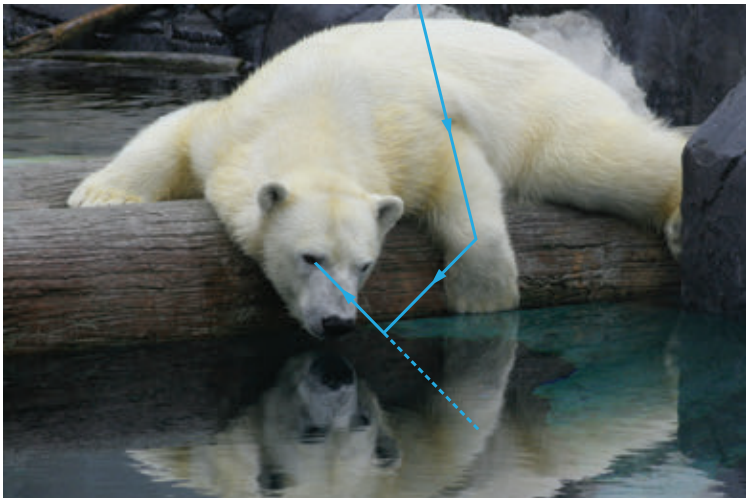
Pourquoi une feuille de papier qui, à première vue, semble bien lisse, réfléchit-elle la lumière de façon diffuse alors qu'un miroir de poche la réfléchit de façon spéculaire ? La différence est liée à la taille des irrégularités de chaque surface par rapport à la longueur d'onde de la lumière, qui est de l'ordre de $10^{-7}$ m. Une feuille de papier possède des irrégularités d'environ $10^{-5}$ m (*voir la microphotographie, à la* **FIGURE 2.7**), ce qui équivaut à 100 fois la longueur d'onde de la lumière visible. Elle est loin d'être lisse à l'échelle de la lumière ; c'est pourquoi les rayons lumineux sont réfléchis dans toutes les directions sans former d'image. Heureusement d'ailleurs, car c'est ce qui nous permet de lire les caractères qui y sont imprimés sans être gênés par l'image réfléchie de la pièce dans laquelle nous nous trouvons. Par contre, les irrégularités d'un miroir de poche sont plus petites que la longueur d'onde de la lumière, ce qui produit une réflexion spéculaire.




**2.7** Au microscope, la surface d'une feuille de papier apparaît comme un enchevêtrement irrégulier de fibres.

## La formation des images

Comment la réflexion des rayons lumineux nous permet-elle de voir des images ? Tout d'abord, il faut savoir que l'œil ne voit pas les objets eux-mêmes, mais seulement les rayons lumineux qui s'y réfléchissent et qui atteignent la rétine. En fait, qu'il s'agisse d'un objet ou de l'image d'un objet, le cerveau construit une image mentale qu'il situe dans le prolongement des rayons qui pénètrent dans l'œil, c'est-à-dire à l'endroit d'où semble venir la lumière. En effet, l'œil ne sait pas si ces rayons proviennent directement d'un objet ou s'ils se réfléchissent sur une surface quelconque avant de lui parvenir.



**2.8** L'ours voit l'image de sa patte dans le prolongement des rayons de lumière qui proviennent du Soleil et qui sont réfléchis par la surface de l'eau.

© ERPI Reproduction interdite

**DÉFINITION**

Une **image** est une représentation d'un objet formée par des rayons lumineux.

## Les caractéristiques des images

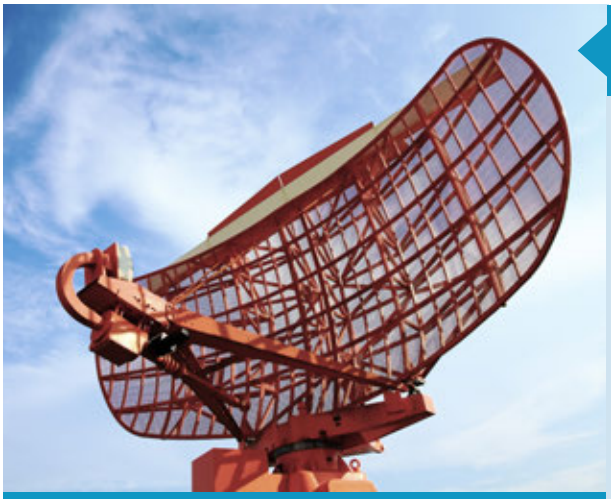
Il existe quatre caractéristiques permettant de décrire une image.

- **La nature :** une image peut être réelle ou virtuelle. On dit qu'une image est virtuelle (comme le reflet de l'ours dans l'eau de la **FIGURE 2.8**) lorsqu'elle se forme au prolongement des rayons qui sont déviés par un miroir (ou une lentille). Lorsque les rayons déviés se croisent réellement, une image réelle se forme au point de croisement. Nous verrons à la section 2.3 et au chapitre 3 comment on peut créer de telles images avec des miroirs sphériques ou des lentilles convergentes. Nous verrons également qu'une image réelle peut être captée sur un écran (sur une feuille de papier par exemple), alors que ce n'est pas possible pour une image virtuelle.

- **Le sens :** le sens permet de distinguer une image droite d'une image inversée. Une image est droite lorsqu'elle est du même sens que l'objet ; elle est inversée lorsqu'elle apparaît à l'envers par rapport à l'objet.

- **La taille :** une image peut être plus petite, plus grande ou de la même taille que l'objet.

- **La position :** la position permet de préciser si une image se trouve plus près, plus loin ou à la même distance du miroir que l'objet.



### **La physique** au quotidien

#### LA RÉFLEXION SPÉCULAIRE DES ONDES RADIO ET DES MICRO-ONDES

Pour produire une réflexion spéculaire de la lumière visible, il faut une surface très lisse, comme celle d'un miroir de salle de bains ou d'un lac très calme. En revanche, dans le cas des ondes radio et des micro-ondes, la réflexion spéculaire est possible même si la surface possède des irrégularités importantes ou des trous !

Par exemple, la plaque de métal ajourée qu'on trouve dans la « fenêtre » d'un four à micro-ondes empêche ces ondes de sortir du four tout en laissant passer la lumière visible, ce qui permet de surveiller les aliments qui cuisent. De même, les surfaces réfléchissantes de certaines antennes radio paraboliques et des gros radiotélescopes sont de simples grilles métalliques, ce qui permet de construire des structures plus légères.

La réflexion spéculaire se produit tant que la taille des irrégularités ou des trous est beaucoup plus petite que la longueur d'onde des ondes électromagnétiques. Comme les ondes radio et les micro-ondes ont des longueurs d'onde beaucoup plus grandes que celles de la lumière visible, il est plus facile de les réfléchir de façon spéculaire.

© ERPI Reproduction interdite

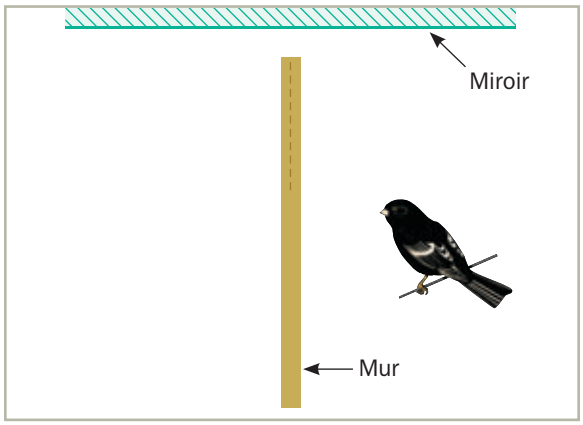
# Exercices

## 2.1 La réflexion de la lumière

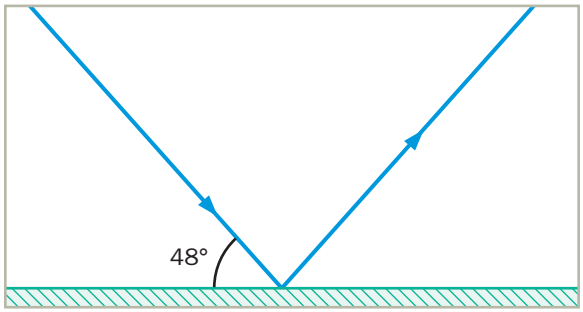
**1** De quel type de réflexion s'agit-il ? Cochez la bonne colonne.

| | Spéculaire | Diffuse |
|---|---|---|
| a) Contempler son reflet dans la vitre teintée d'une automobile. | ☐ | ☐ |
| b) Observer les nuages sur la surface d'un cours d'eau. | ☐ | ☐ |
| c) Éclairer une chambre à l'aide d'une lampe de chevet. | ☐ | ☐ |

**2** À la gauche du mur illustré ci-dessous, dessinez une lampe de poche orientée de façon à éclairer la tête de l'oiseau. Mesurez ensuite l'angle d'incidence à l'aide d'un rapporteur d'angle.




**3** Tracez l'angle de réflexion sur l'illustration, puis indiquez sa mesure.



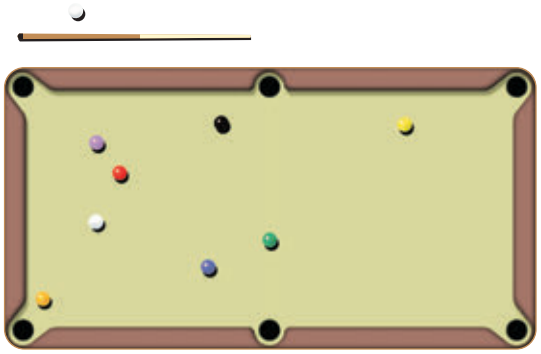

**4** Un rayon lumineux frappe une surface lisse avec un angle de 38° par rapport à la normale. Si l'on réduit l'angle d'incidence de 5°, quelle sera la nouvelle mesure de l'angle de réflexion ?

_____

_____

© ERPI Reproduction interdite

**5** L'illustration ci-contre montre une table de billard. Avec la queue de billard, on frappe d'abord la boule blanche. Celle-ci percute la boule rouge, qui se dirige dans l'un des six trous de la table. Sur l'illustration, dessinez la queue de billard et tracez la trajectoire suivie par la boule rouge après son contact avec la boule blanche. La réflexion de la boule rouge sur la bande doit obéir à la loi de la réflexion.



**6** Quel type de réflexion sur une surface ne produit aucune image ?

**7** Une élève dirige un rayon lumineux vers une surface lisse selon un angle de 12° par rapport à la surface. Quelle est la mesure de l'angle de réflexion ?

**8** Est-il plus facile de lire un texte imprimé sur du papier glacé ou sur du papier mat ? Expliquez votre réponse.

**9** L'énoncé suivant est-il vrai ou faux ? S'il est faux, corrigez-le.

La loi de la réflexion ne s'applique pas dans le cas d'une réflexion diffuse.

**10** Lorsque la lumière passe perpendiculairement de l'air au verre (ou du verre à l'air), seulement 4 % des rayons sont réfléchis, le reste est transmis. Quel pourcentage d'un faisceau lumineux atteignant perpendiculairement une fenêtre ressort de l'autre côté de la vitre ?

© ERPI Reproduction interdite

# La réflexion de la lumière dans les miroirs plans



Lorsqu'on veut voir son propre visage, le plus simple est de se regarder dans un miroir. En effet, un miroir a habituellement pour fonction de former des images par réflexion spéculaire.

**DÉFINITION**

Un **miroir** est un objet qui réfléchit les rayons lumineux de façon spéculaire, ce qui permet généralement la formation d'images.

Un miroir se compose le plus souvent d'une couche métallique (faite d'aluminium ou d'argent) qu'on recouvre d'un matériau transparent pour protéger le métal contre l'oxydation. Les plus communs sont les miroirs plans.

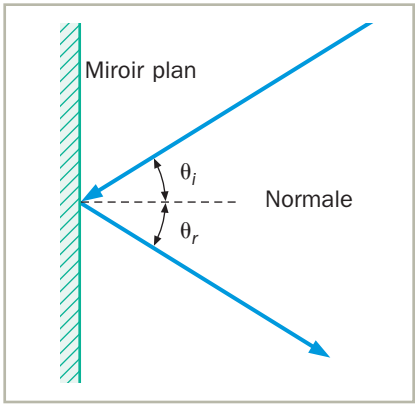
**DÉFINITION**

Un **miroir plan** est un miroir dont la surface est plane.

## Le comportement des rayons lumineux dans les miroirs plans

La **FIGURE 2.9** montre le comportement des rayons lumineux dans un miroir plan. Elle conduit aux trois constats suivants :

- les rayons lumineux obéissent à la loi de la réflexion, soit $\theta_i = \theta_r$ ;
- le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale se trouvent dans le même plan ;
- les rayons lumineux sont réversibles, c'est-à-dire que leur sens peut être inversé, ce qui revient à interchanger la position de l'objet et celle de l'observateur.



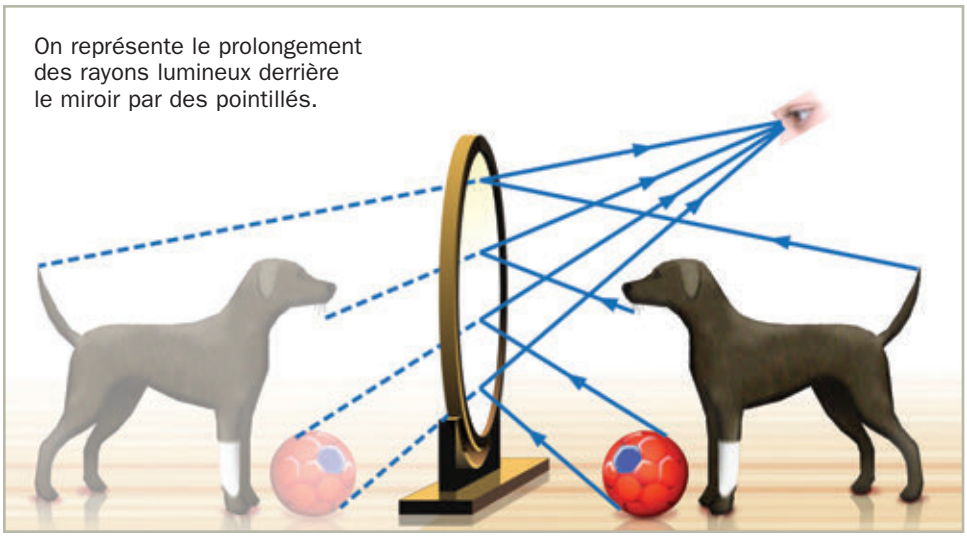

**2.9** Le trajet d'un rayon lumineux dans un miroir plan.

## Les images dans les miroirs plans

Dans un miroir plan, l'image est virtuelle. Cela signifie que la lumière ne vient pas de l'arrière du miroir ; elle semble seulement en provenir (*voir la* **FIGURE 2.10**, *à la page suivante*). En réalité, la lumière émane des objets situés devant le miroir et elle rebondit sur le miroir : c'est le prolongement des rayons réfléchis (en pointillés sur la figure) qui permet de situer l'image.

L'image dans un miroir plan est droite, c'est-à-dire qu'elle est du même sens que l'objet, et non inversée. De plus, elle a la même taille que l'objet et est située derrière le miroir, à la même distance du miroir que l'objet. On peut donc se laisser méprendre et penser, à tort, que l'image d'un objet dans le miroir plan est un objet réel.

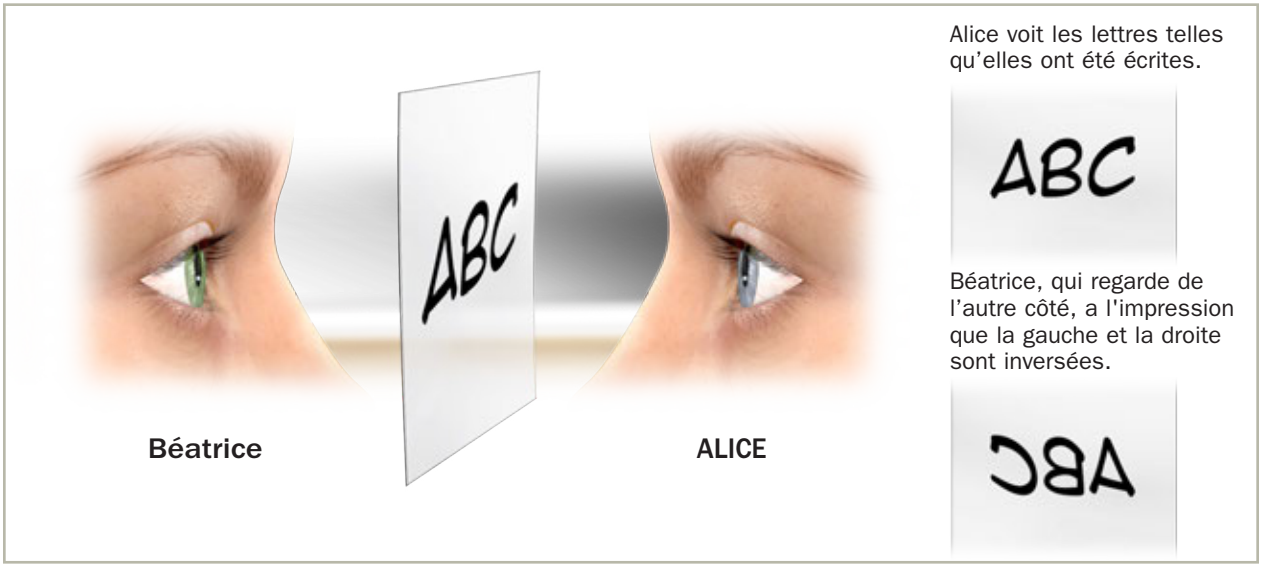
© ERPI Reproduction interdite




**2.10** Dans un miroir plan, la lumière réfléchie parvient à nos yeux exactement de la même façon qu'elle le ferait si l'objet était situé derrière le miroir.

Lorsqu'on regarde un objet dans un miroir plan, on a l'impression que la gauche et la droite sont inversées. Par exemple, il peut être difficile de lire les mots inscrits sur un objet, car ils semblent inversés (*voir la* **FIGURE 2.11**). Pourtant, le miroir n'inverse pas le haut et le bas : le haut des lettres continue d'être en haut et le bas des lettres continue d'être en bas. L'inversion apparente de la gauche et de la droite s'explique par l'inversion de la profondeur. Autrement dit, c'est l'avant et l'arrière qui sont inversés, comme on peut le constater en comparant le chien et son image sur la **FIGURE 2.10**. On obtient le même effet, sans miroir, lorsqu'on compare ce qu'on voit d'un côté ou de l'autre d'une feuille de papier calque sur laquelle est imprimé un texte (*voir la* **FIGURE 2.12**).

**2.11** Lorsqu'on regarde un objet dans un miroir plan, la gauche et la droite nous paraissent inversées, mais pas le haut ni le bas.




**2.12** Si l'on écrit les lettres ABC sur une feuille de papier calque, l'inversion de la profondeur se traduit par une inversion apparente de la gauche et de la droite selon le côté de la feuille qu'on regarde.

© ERPI Reproduction interdite

# Exercices

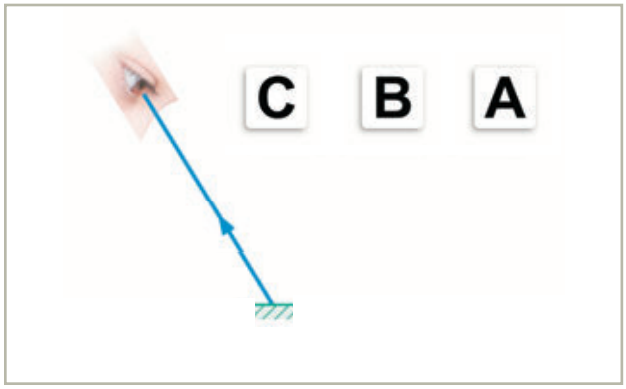
## 2.2 La réflexion de la lumière dans les miroirs plans

**1** Quel type de réflexion la lumière subit-elle lorsqu'elle touche la surface d'un miroir plan ? Expliquez votre réponse.

**2** Pourquoi l'avis suivant apparaît-il à l'arrière de certains gros camions : « Si vous ne voyez pas mes rétroviseurs, je ne vous vois pas non plus » ?

**3** Où se forme l'image d'un objet dans un miroir plan ?

**4** Laquelle de ces trois lettres la personne voit-elle dans le miroir ? Tracez le trajet du rayon lumineux qui frappe l'œil de l'observateur.




**5** Indiquez les caractéristiques d'une image formée dans un miroir plan en remplissant le tableau suivant.

| Nature | Sens | Taille | Position |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

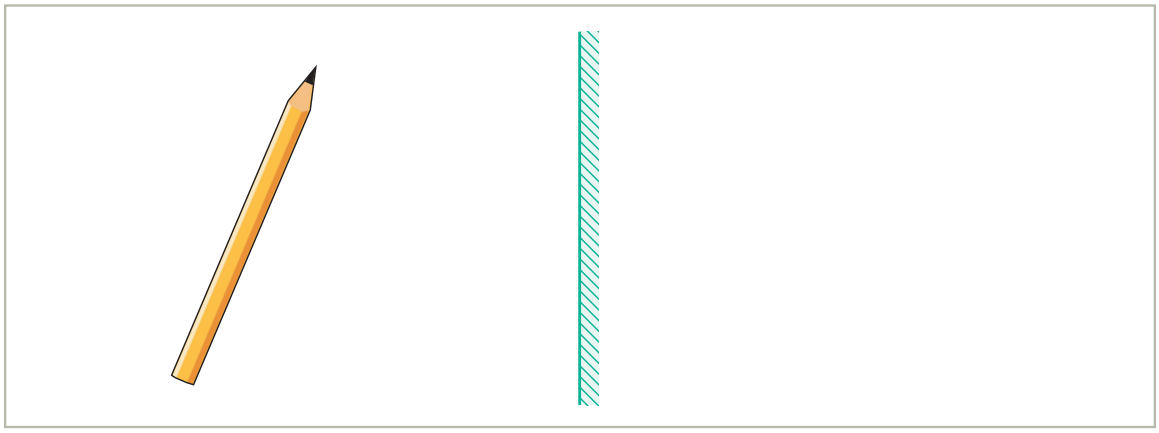
© ERPI Reproduction interdite

**6** Est-ce que, dans un miroir, les aiguilles d'une horloge tournent dans le sens horaire ou dans le sens antihoraire ?

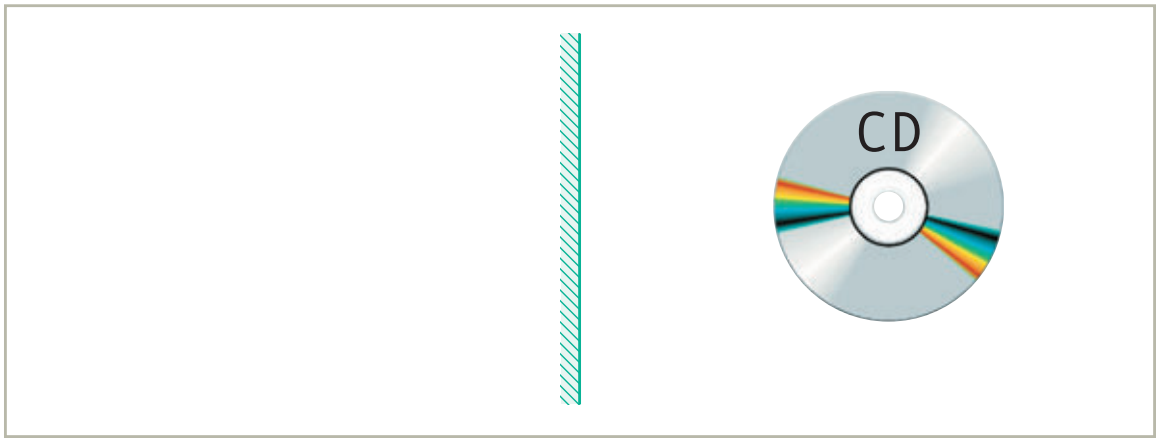
**7** Pourquoi le mot « ambulance » est-il écrit à l'envers sur le devant de ces véhicules d'urgence ?

**8** Tracez l'image que produit chacun de ces objets dans un miroir plan.

a)



b)




© ERPI Reproduction interdite

**9** Certains appareils photo munis d'une mise au point automatique sont équipés d'un sonar qui mesure la distance entre l'appareil et un objet situé directement devant lui. Pourquoi ces appareils ne conviennent-ils pas pour photographier une image dans un miroir ?

**10** Le tertre de départ d'un terrain de golf se trouve au bas d'une petite colline, comme le montre l'illustration ci-dessous. On y a installé un dispositif à deux miroirs plans qui agit à la manière d'un périscope : il permet au joueur, avant de frapper sa balle, de vérifier si l'allée est libre, en haut de la colline. Tracez le trajet d'un rayon lumineux qui permet au golfeur de voir si l'allée est dégagée.

**11** Pour chacun des énoncés, indiquez si l'image décrite est réelle ou virtuelle. Cochez la case correspondant à la bonne réponse.

| | Virtuelle | Réelle |
|---|---|---|
| a) Une image formée sur le capteur d'un appareil photo. | ☐ | ☐ |
| b) Un chat vu par réflexion dans un miroir. | ☐ | ☐ |

**12** Pourquoi la vitre d'une fenêtre agit-elle comme un miroir la nuit et non le jour ?

© ERPI Reproduction interdite

2.3

# La réflexion de la lumière dans les miroirs sphériques

Un miroir courbe est un miroir dont la surface n'est pas plane. La surface d'une cuillère métallique en est un bon exemple. L'image d'un objet produite par un miroir courbe est généralement différente de l'objet lui-même (voir la FIGURE 2.13) : selon la position de l'objet et la courbure du miroir, elle peut être réduite, agrandie, rapprochée, éloignée, droite ou inversée. Il est donc plus difficile de la confondre avec son objet.

Cette section porte principalement sur les miroirs sphériques, un type de miroirs courbes, dont on peut voir une illustration sur la FIGURE 2.14.

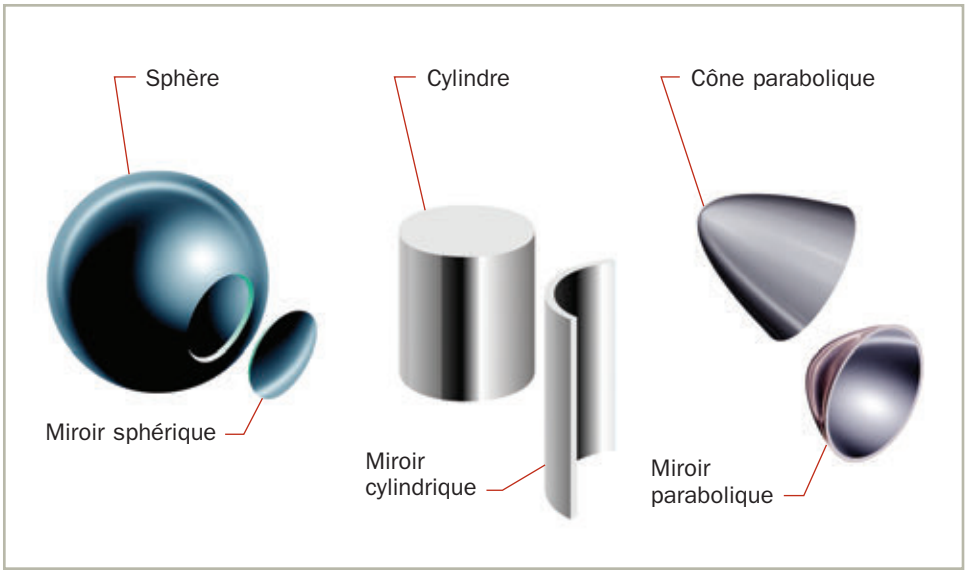
**2.13** Les miroirs courbes qu'on trouve dans les palais des miroirs déforment de façon amusante les objets qu'ils réfléchissent.

**DÉFINITION**

Un **miroir sphérique** est un miroir dont la surface est une portion de sphère.

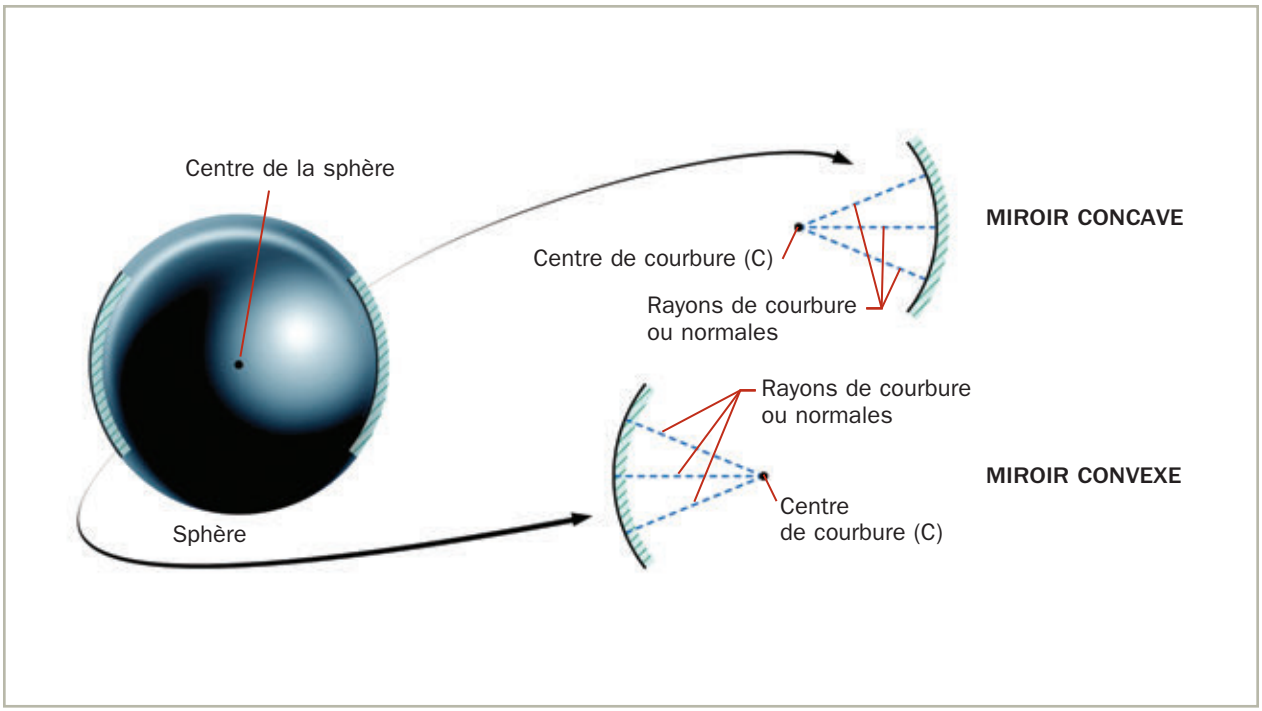
Lorsque la surface réfléchissante d'un miroir sphérique est creuse, il s'agit d'un miroir concave. Lorsque sa surface réfléchissante est bombée, on parle plutôt de miroir convexe (*voir la* FIGURE 2.15, *à la page suivante*).

Les miroirs sphériques possèdent un « centre de courbure (C) », c'est-à-dire un point indiquant l'emplacement du centre de la sphère dont ils sont issus. Tout segment de droite reliant le centre de courbure à la surface du miroir porte le nom de « rayon de courbure ». Puisque, dans un miroir sphérique, tous les rayons de courbure touchent la surface de façon perpendiculaire, les rayons de courbure sont également des normales *(voir la définition de ce mot à la page 37)*.




**2.14** Quelques exemples de miroirs courbes et des solides dont ils proviennent.

© ERPI Reproduction interdite



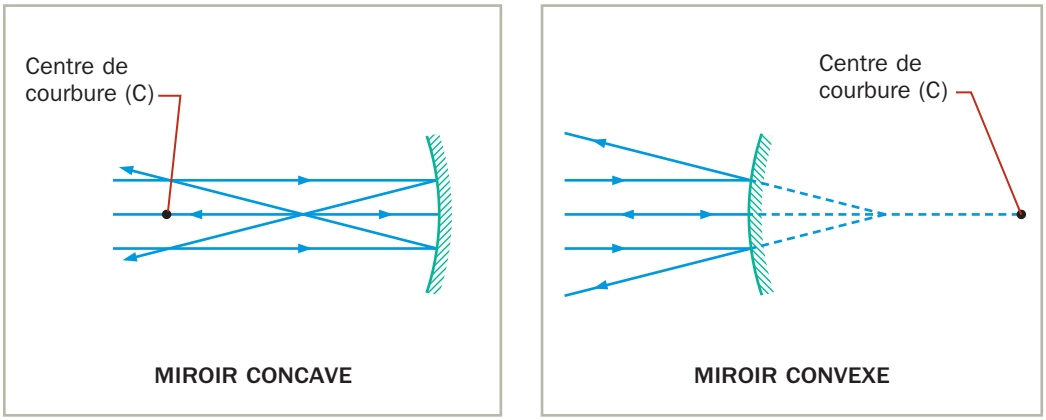

**2.15** Pour trouver la normale à n'importe quel point d'un miroir sphérique, il suffit de relier ce point au centre de courbure.

# Le comportement des rayons lumineux dans les miroirs sphériques

La **FIGURE 2.16** montre le trajet suivi par quelques rayons lumineux parallèles entre eux lorsqu'ils sont réfléchis par un miroir concave et par un miroir convexe.

L'observation des rayons lumineux dans un miroir sphérique permet de faire les mêmes constats que dans le cas des miroirs plans. En effet, tout rayon réfléchi dans un miroir sphérique :

- obéit à la loi de la réflexion ;
- est situé dans le même plan que son rayon incident et sa normale ;
- est réversible.

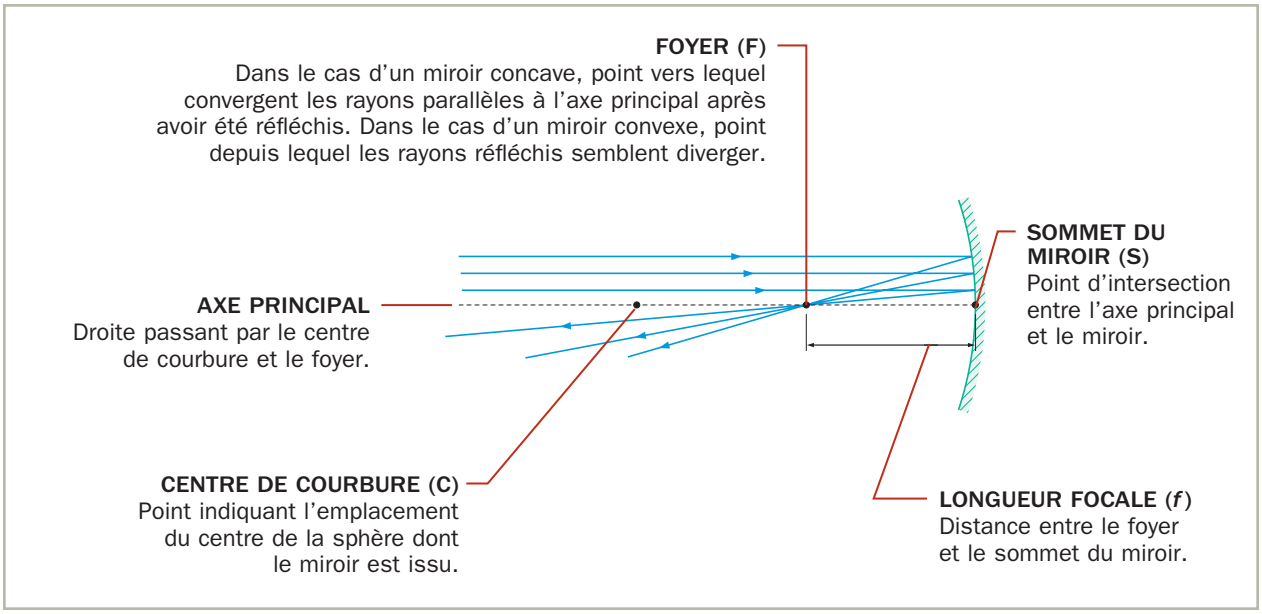



**2.16** Le comportement des rayons lumineux parallèles dans un miroir sphérique.

© ERPI Reproduction interdite

Dans le cas des miroirs concaves, tous les rayons lumineux parallèles situés près de l'axe principal convergent vers un même point. Dans le cas des miroirs convexes, ils semblent tous diverger depuis un même point. Ce point s'appelle le « foyer » et il est toujours situé à mi-chemin entre le centre de courbure et la surface d'un miroir sphérique.

La localisation du foyer donne l'occasion de définir quelques termes présentés à la **FIGURE 2.17**. Ces termes seront utiles pour décrire les images formées par les miroirs sphériques, au cours de la prochaine section.




**2.17** Quelques termes associés aux miroirs sphériques.

## Les images dans les miroirs sphériques : une représentation graphique

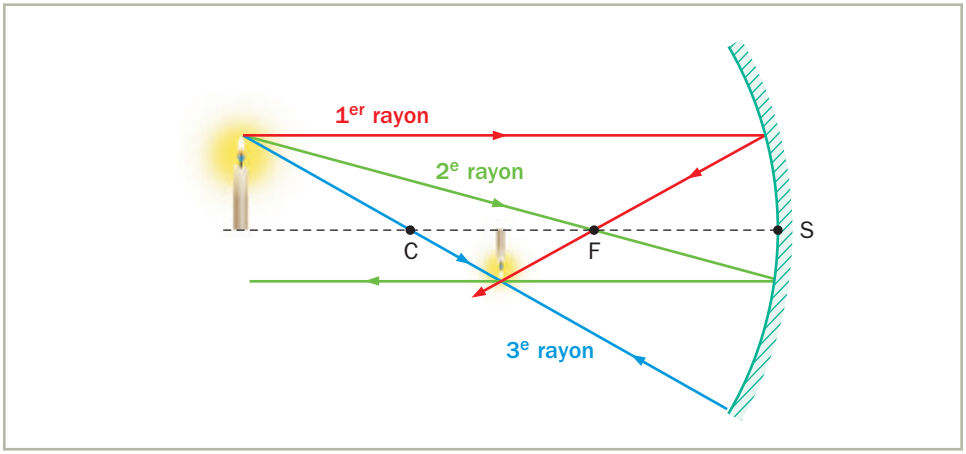
Il est possible de déterminer où se forme l'image d'un objet réfléchi par un miroir sphérique si on connaît la trajectoire de deux rayons qui partent du même point de l'objet et qui sont réfléchis par le miroir. Si les rayons réfléchis se croisent, l'image se trouve à cet endroit. Si les rayons réfléchis ne se croisent pas, on peut les prolonger (en pointillé) pour déterminer la position de l'image.

Tracer ces deux rayons peut être ardu. Heureusement, il existe une méthode simple, appelée le « tracé des rayons principaux ». Pour pouvoir utiliser cette méthode, il faut connaître la taille de l'objet et sa position par rapport au miroir. Il faut aussi savoir que le foyer est situé sur l'axe principal, à mi-chemin entre le centre de courbure et le sommet du miroir. Enfin, il faut choisir un point de l'objet et tracer les rayons principaux à partir de ce point. L'image du point choisi, par exemple le sommet de la flamme d'une bougie, se trouvera au croisement des rayons réfléchis (*voir la* **FIGURE 2.18**) ou au croisement du prolongement des rayons réfléchis (*voir la* **FIGURE 2.19**). En fait, comme tous les rayons réfléchis se croisent au même endroit, il suffit de tracer deux des trois rayons principaux pour déterminer l'emplacement de l'image.

© ERPI Reproduction interdite

Les trois rayons principaux dans un miroir concave suivent les règles suivantes :

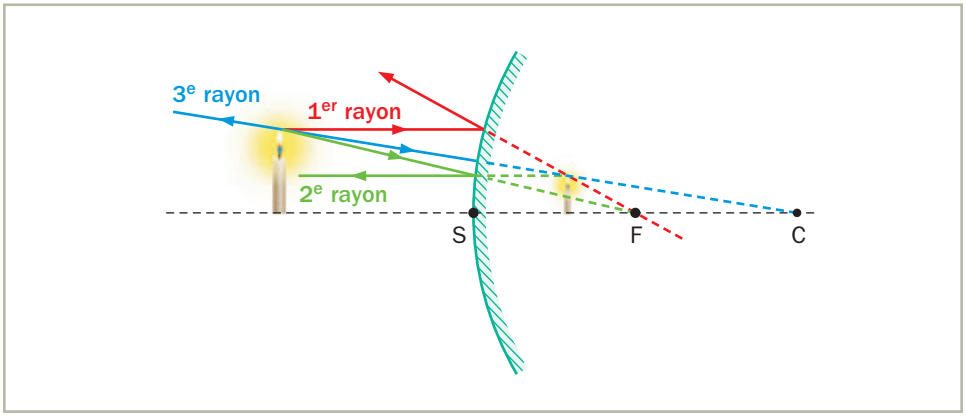
- **1er rayon :** un rayon parallèle à l'axe principal est réfléchi vers le foyer du miroir, conformément à la définition du foyer ;
- **2e rayon :** un rayon passant par le foyer est réfléchi parallèlement à l'axe principal, puisque les rayons sont réversibles ;
- **3e rayon :** un rayon passant par le centre de courbure est réfléchi sur lui-même (son sens est inversé), puisqu'il frappe la surface du miroir perpendiculairement, c'est-à-dire selon la normale.




**2.18** Les trois rayons principaux dans un miroir concave.

Les trois rayons principaux dans un miroir convexe suivent les règles suivantes :

- **1er rayon :** un rayon parallèle à l'axe principal est réfléchi de sorte qu'il semble provenir du foyer du miroir, conformément à la définition du foyer ;
- **2e rayon :** un rayon se dirigeant vers le foyer est réfléchi parallèlement à l'axe principal, puisque les rayons sont réversibles ;
- **3e rayon :** un rayon se dirigeant vers le centre de courbure est réfléchi sur lui-même (son sens est inversé), puisqu'il frappe la surface du miroir perpendiculairement, c'est-à-dire selon la normale.




**2.19** Les trois rayons principaux dans un miroir convexe.

© ERPI Reproduction interdite

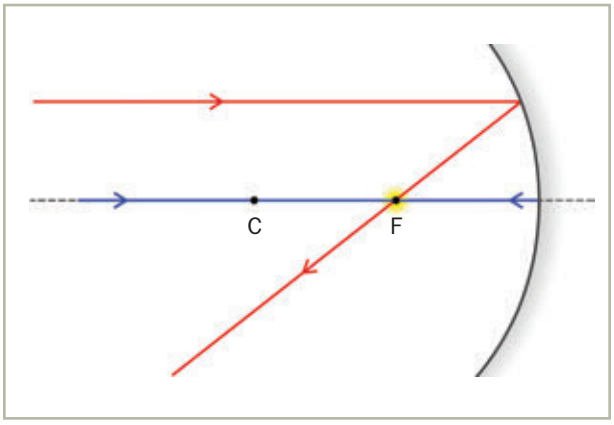
## Les images dans les miroirs concaves

Les FIGURES 2.20 à 2.25 montrent des images formées dans un miroir concave ainsi que le tracé des rayons principaux. On constate que les caractéristiques des images varient selon la position de l'objet par rapport au miroir.

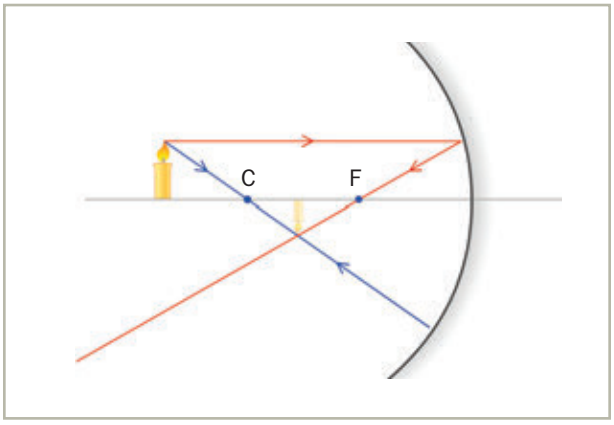
La FIGURE 2.20 montre un objet situé à l'infini, ce qui signifie que l'objet, par exemple le Soleil, se trouve suffisamment loin pour qu'on puisse considérer les rayons incidents comme étant parallèles entre eux. Tous les rayons lumineux se concentrent alors au foyer. C'est ainsi que fonctionnent les télescopes réflecteurs, comme le télescope spatial Hubble.

C'est également le principe de fonctionnement des lampes de poche, mais à l'envers. On peut en effet placer une source de lumière au foyer : puisque les rayons sont réversibles, les rayons lumineux réfléchis par le miroir sortent de la lampe de poche parallèlement à l'axe principal.

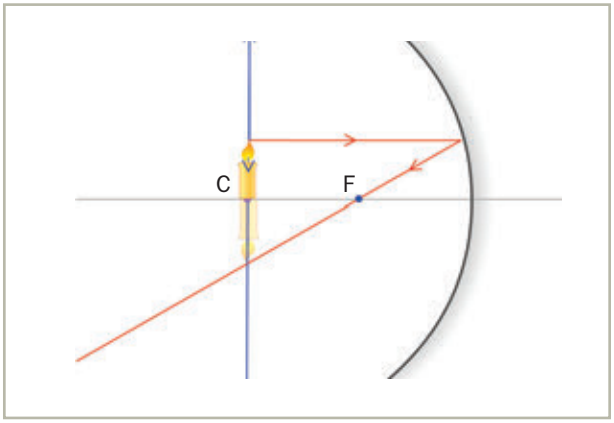
Les FIGURES 2.21, 2.22 et 2.23 présentent des images réelles. Puisque les rayons lumineux convergent réellement là où se trouvent les images, il est possible de les capter sur un écran, par exemple sur une feuille de papier ou sur un mur. Les images peuvent être vues par tous les observateurs qui regardent l'écran.



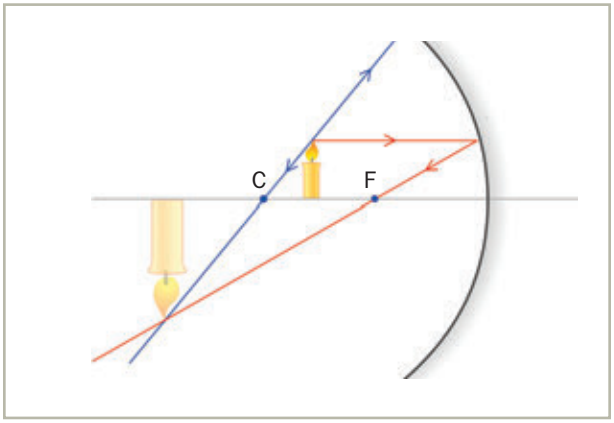

**2.20** L'objet est situé très loin du centre de courbure. L'image est située au foyer.




**2.21** L'objet est situé un peu plus loin que le centre de courbure. L'image est réelle, inversée, de taille réduite et plus près du miroir que l'objet.




**2.22** L'objet est situé au centre de courbure. L'image est réelle, inversée, de la même taille que l'objet et à la même distance du miroir que l'objet.

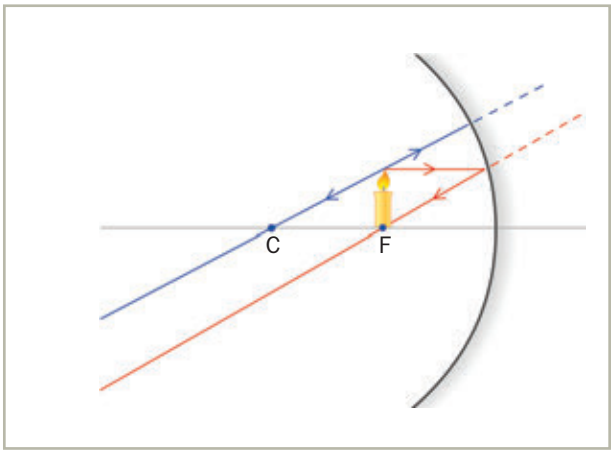



**2.23** L'objet est situé entre le centre de courbure et le foyer. L'image est réelle, inversée, plus grande que l'objet et plus loin du miroir que l'objet.

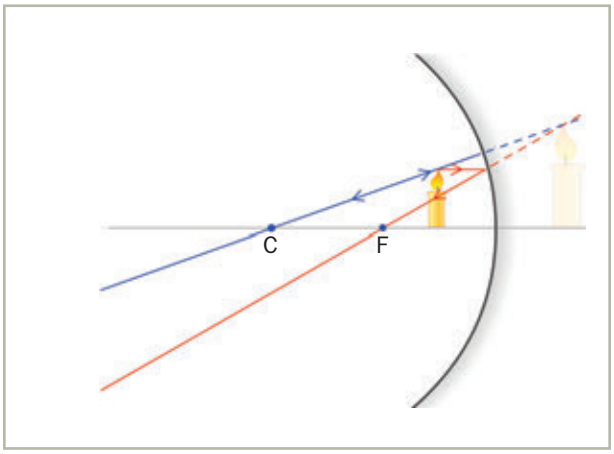
© ERPI Reproduction interdite

La **FIGURE 2.24** montre une image qui se forme « à l'infini ». Les rayons étant parallèles, ils ne se croiseront jamais.

La **FIGURE 2.25** présente une image à la fois virtuelle, droite et agrandie. Puisque l'image est virtuelle, il faut se placer directement devant le miroir pour la voir. Les miroirs qu'on utilise pour se maquiller ou se raser sont des miroirs concaves dotés d'un grand rayon de courbure. Ils agrandissent les images, ce qui permet de bien voir les détails.



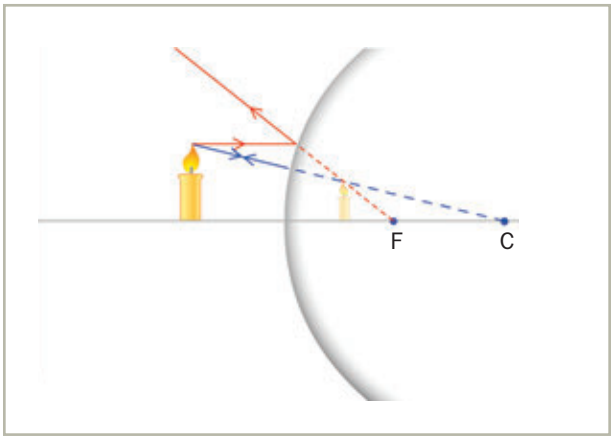

**2.24** L'objet est situé au foyer. Les rayons réfléchis ne se croiseront jamais. On dit alors que l'image se trouve « à l'infini ».



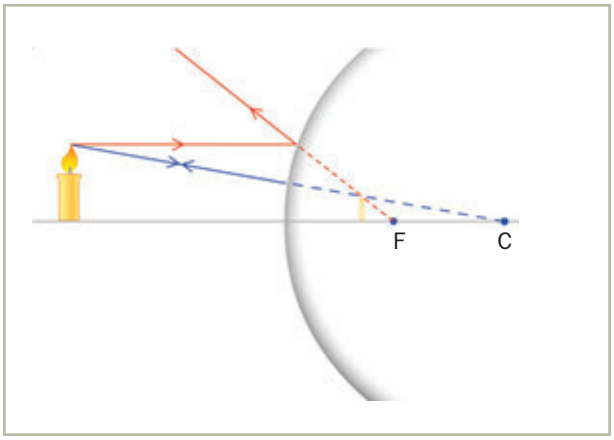

**2.25** L'objet est situé entre le foyer et le miroir. L'image est virtuelle, droite, plus grande que l'objet et plus loin du miroir que l'objet.

## Les images dans les miroirs convexes

Les **FIGURES 2.26** et **2.27** montrent des images formées dans un miroir convexe ainsi que le tracé des rayons principaux. Contrairement à ce qu'on observe dans un miroir concave, les principales caractéristiques des images ne varient pas selon la position de l'objet par rapport au miroir : toutes les images sont virtuelles, droites, plus petites que l'objet et plus près du miroir que l'objet.




**2.26** L'objet est situé relativement près du miroir.

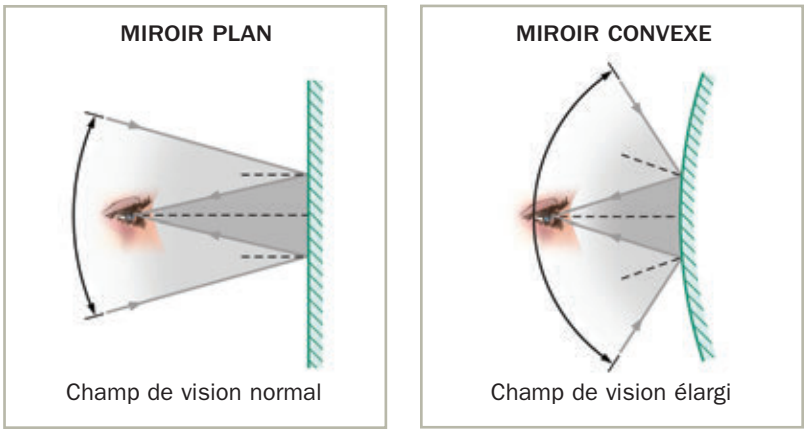



**2.27** L'objet est situé relativement loin du miroir.

La **FIGURE 2.28**, à la page suivante, compare le champ de vision dans un miroir convexe à celui dans un miroir plan. Par « champ de vision », on entend la zone de l'espace qu'un œil placé à une certaine position peut percevoir.

© ERPI Reproduction interdite

Les miroirs convexes présentent l'avantage d'élargir le champ de vision : les images qui s'y forment étant plus petites et plus rapprochées de l'axe principal que celles produites dans un miroir plan, un plus grand nombre d'objets peuvent s'y réfléchir. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on installe parfois des miroirs convexes dans des dépanneurs, à l'angle des rues, à l'avant des autobus scolaires et dans des escaliers en colimaçon. Ces miroirs ont cependant l'inconvénient de faire paraître les objets plus loin qu'ils ne le sont en réalité, car leur image est plus petite que celle qui aurait été formée par un miroir plan. D'où l'avertissement inscrit sur les rétroviseurs latéraux convexes des automobiles : « Les objets dans le miroir sont plus près qu'ils ne paraissent. »




**2.28** Le champ de vision selon le type de miroir.

## Les images dans les miroirs sphériques : une représentation mathématique

Voici comment trouver de façon mathématique la position et la taille d'une image dans un miroir sphérique. Cette méthode permet d'obtenir des résultats très précis sans avoir à tracer de schémas à l'échelle. Les calculs reposent sur différentes mesures, présentées à la **FIGURE 2.29**.

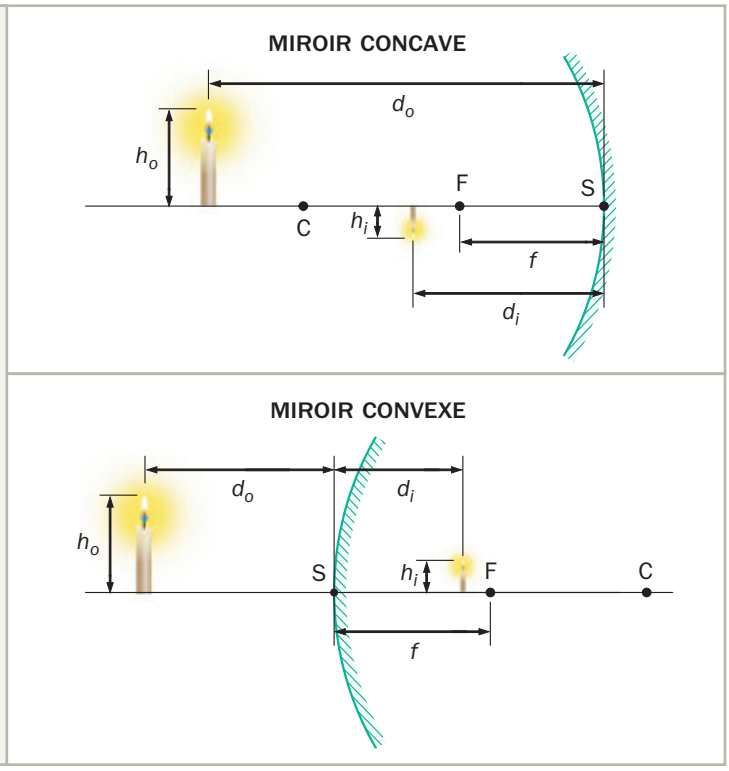
$d_o$ : distance entre l'objet et le miroir

$d_i$ : distance entre l'image et le miroir

$f$ : longueur focale

$h_o$ : hauteur de l'objet

$h_i$ : hauteur de l'image




**2.29** Les mesures servant au calcul de la position et de la taille d'une image dans un miroir sphérique.

© ERPI Reproduction interdite

Voici comment déterminer la position d'une image dans un miroir sphérique.

**FORMULE**

**Position d'une image dans un miroir sphérique**

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

où $d_o$ est la distance entre l'objet et le miroir
$d_i$ est la distance entre l'image et le miroir
$f$ est la longueur focale

Cette relation porte aussi le nom de «formule des miroirs».

**EXEMPLE**

La face interne d'une cuillère en argent poli de forme sphérique a une longueur focale de 5,0 cm. À quelle distance de la cuillère l'image d'un pépin de citron placé à 2,0 cm de l'intérieur de la cuillère se formera-t-elle ?

**1** ***Quelle est l'information recherchée ?***

$d_i = ?$

**2** ***Quelles sont les données du problème ?***

$f = 5{,}0$ cm
$d_o = 2{,}0$ cm

**3** ***Quelle formule contient les variables dont j'ai besoin ?***

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

D'où $d_i = \dfrac{1}{\dfrac{1}{f} - \dfrac{1}{d_o}}$

**4** ***J'effectue les calculs.***

$$d_i = \frac{1}{\dfrac{1}{5{,}0\text{ cm}} - \dfrac{1}{2{,}0\text{ cm}}}$$

$$= -3{,}3\text{ cm}$$

**5** ***Je réponds à la question.***

L'image du pépin de citron se formera à −3,3 cm de la cuillère.

La valeur négative de la réponse de l'exemple ci-dessus donne l'occasion de préciser ce qu'est une convention de signes. En science, chaque variable d'une formule mathématique correspond à une mesure concrète. Lorsqu'une variable porte un signe négatif, cette information a un sens.

Dans l'étude des images formées par un miroir, le signe positif signifie que l'image se trouve devant le miroir (l'image est réelle) ; le signe négatif indique que l'image se trouve derrière le miroir (l'image est virtuelle).

Le **TABLEAU 2.30** montre comment interpréter cette convention de signes.

**2.30 L'interprétation de la convention des signes dans le cas des miroirs**

| Mesure | Signe positif | Signe négatif |
|---|---|---|
| Distance entre l'image et le miroir ($d_i$) | L'image est réelle (elle se trouve devant le miroir). | L'image est virtuelle (elle se trouve derrière le miroir). |
| Longueur focale ($f$) | Le miroir est concave. | Le miroir est convexe. |
| ▸ Hauteur de l'image ($h_i$)<br>▸ Grandissement ($G$) | L'image est droite (du même sens que l'objet). | L'image est inversée. |

© ERPI Reproduction interdite

L'équation mathématique utilisée pour calculer la taille d'une image dans un miroir sphérique permet également de déterminer le grandissement de l'image, c'est-à-dire le nombre de fois que l'image est agrandie ou réduite par rapport à l'objet qu'elle réfléchit.

Voici comment calculer la taille et le grandissement d'une image dans un miroir sphérique.

FORMULE

**Taille et grandissement d'une image dans un miroir sphérique**

$$G = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

où
$G$ est le grandissement
$h_i$ est la hauteur de l'image
$h_o$ est la hauteur de l'objet
$d_i$ est la distance entre l'image et le miroir
$d_o$ est la distance entre l'objet et le miroir

**EXEMPLE**

Si le pépin de citron de l'exemple précédent mesure 2,4 cm, quelle est la taille de son image ?

**1** ***Quelle est l'information recherchée ?***
$h_i = ?$

**2** ***Quelles sont les données du problème ?***
$h_o = 2{,}4$ cm
$d_i = -3{,}3$ cm
$d_o = 2{,}0$ cm

**3** ***Quelle formule contient les variables dont j'ai besoin ?***
$$G = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$
D'où $h_i = G \times h_o$

**4** ***J'effectue les calculs.***
$$G = \frac{-d_i}{d_o} = \frac{3{,}3 \text{ cm}}{2{,}0 \text{ cm}}$$
$= 1{,}7$
$h_i = 1{,}7 \times 2{,}4$ cm
$= 4{,}1$ cm

**5** ***Je réponds à la question.***
La taille de l'image du pépin de citron est de 4,1 cm.

Selon la convention de signes, lorsque le grandissement est positif, l'image est droite ; lorsqu'il est négatif, l'image est inversée. De plus, si la valeur de $G$ est supérieure à 1, l'image est agrandie ; si elle est inférieure à 1, l'image est réduite.

L'image du pépin de citron dans l'exemple ci-dessus est donc virtuelle, droite, agrandie (1,7 fois plus grande) et plus loin de la cuillère que l'objet.

La FIGURE 2.31 montre l'image formée dans cette même cuillère lorsque l'objet se trouve plus loin que le centre de courbure. Dans ce cas, la valeur de $G$ est négative.

**2.31** La partie creuse d'une cuillère en argent poli de forme sphérique est un miroir concave.

© ERPI Reproduction interdite

# Exercices

## 2.3 La réflexion de la lumière dans les miroirs sphériques

**1** On recouvre d'une couche métallique l'intérieur et l'extérieur d'une portion de sphère de façon à créer deux miroirs sphériques. Si le rayon de courbure est de 0,96 m, déterminez la longueur focale (et son signe) de chacun de ces deux miroirs.

**2** Quelle est la longueur focale d'une sphère recouverte d'une substance réfléchissante dont le diamètre est de 33,6 cm ?

**3** Dans un miroir sphérique, les rayons parallèles ne sont pas réfléchis de façon parallèle. Obéissent-ils à la loi de la réflexion ? Expliquez votre réponse.

**4** Observez la photo ci-contre.

a) À quel type de miroir associez-vous cette boule de Noël ?

b) Quelles sont les caractéristiques des images formées dans cette boule ?

**5** Dans chacun des cas suivants, indiquez le grandissement.

a) L'image est inversée et deux fois plus petite que l'objet.

b) L'image est droite et deux fois plus grande que l'objet.

**6** Un miroir concave a un rayon de courbure de 50 cm. Quelle est sa longueur focale ?

© ERPI Reproduction interdite

**7** Remplissez les deux tableaux suivants. Indiquez la mention « Ne s'applique pas », s'il y a lieu.

a) Les caractéristiques des images formées par un miroir concave.

| Position de l'objet | Caractéristiques de l'image | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Nature | Sens | Taille | Position |
| À l'infini | | | | |
| Entre l'infini et C | | | | |
| En C | | | | |
| Entre C et F | | | | |
| En F | | | | |
| Entre F et S | | | | |

b) Les caractéristiques des images formées par un miroir convexe.

| Position de l'objet | Caractéristiques de l'image | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Nature | Sens | Taille | Position |
| Relativement loin du miroir | | | | |
| Relativement près du miroir | | | | |

**8** À quelle distance d'un miroir concave faut-il placer un objet pour obtenir une image réelle de la même taille que l'objet ?

_____

© ERPI Reproduction interdite

**9** Au cours d'une séance de laboratoire, Monique place un objet à 30 cm d'un miroir et obtient une image réelle à 20 cm du miroir.

a) Quel type de miroir a-t-elle utilisé ? Expliquez votre réponse.

_____

_____

b) Quelle est la longueur focale de ce miroir ?

Réponse : _____

c) Quel est le grandissement de l'image ?

Réponse : _____

**10** Représentez la situation de l'exercice précédent en dessinant l'axe principal, le miroir, le centre de courbure, le foyer, l'objet (une bougie allumée), au moins deux rayons principaux et l'image. Comme on ne spécifie pas la taille de l'objet, donnez-lui une taille raisonnable par rapport au reste de votre dessin.

© ERPI Reproduction interdite

**11** Un dentiste utilise un miroir pour examiner la molaire d'une de ses patientes. Lorsque le miroir se trouve à 1,20 cm de la dent, l'image se forme à 9,25 cm derrière le miroir.

a) Quelle est la longueur focale de ce miroir ?

Réponse : _____

b) S'agit-il d'un miroir concave ou convexe ?

_____

c) S'agit-il d'une image virtuelle ou réelle ?

_____

d) Quel est le grandissement de l'image ? Que signifie cette donnée ?

Réponse : _____

e) Si le dentiste approche le miroir de la dent, la taille de l'image va-t-elle augmenter ou diminuer ?

_____

© ERPI Reproduction interdite

**12** On place une bougie de 1,5 cm de hauteur devant un miroir convexe dont le rayon de courbure est de −8,0 cm. L'image de l'objet est située à 2,0 cm du miroir et mesure 0,75 cm de hauteur.

a) L'image est-elle réelle ou virtuelle ?

_____

b) L'image est-elle droite ou inversée ?

_____

_____

c) À quelle distance du miroir l'objet se trouve-t-il ?

Réponse : _____

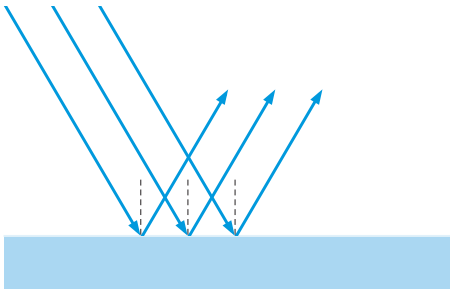
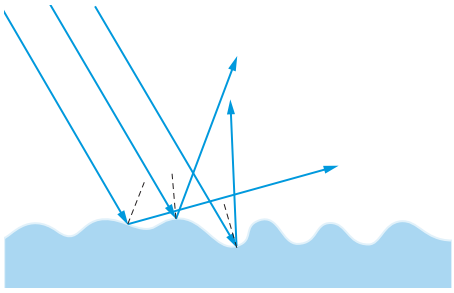
**13** Représentez la situation de l'exercice précédent en dessinant l'axe principal, le miroir, le centre de courbure, le foyer, l'objet, au moins deux rayons principaux et l'image.

© ERPI Reproduction interdite

# Résumé

# La réflexion

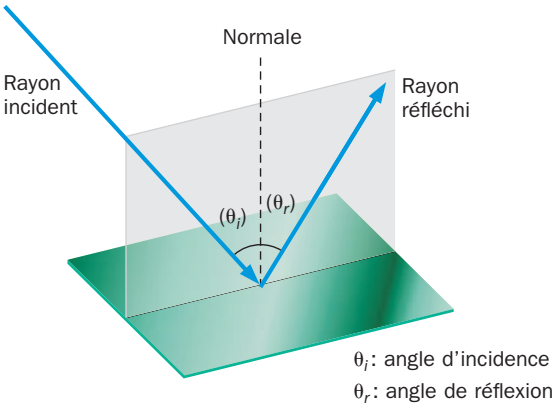
## 2.1 La réflexion de la lumière

| Quelques définitions | |
|---|---|
| **Réflexion** | Changement d'orientation de la lumière lorsque celle-ci rebondit sur la surface d'un milieu et revient dans son milieu d'origine. |
| **Réflexion spéculaire** | Réflexion de la lumière sur une surface lisse qui se traduit par la formation d'une image (les rayons parallèles sont réfléchis de façon parallèle).  |
| **Réflexion diffuse** | Réflexion de la lumière sur une surface non lisse, ce qui empêche la formation d'une image (les rayons sont réfléchis selon différentes orientations).  |

**La loi de la réflexion**

Comportement des rayons lumineux :

- la mesure de l'angle d'incidence est égale à la mesure de l'angle de réflexion ($\theta_i = \theta_r$);
- le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sont situés dans le même plan;
- les rayons sont réversibles.

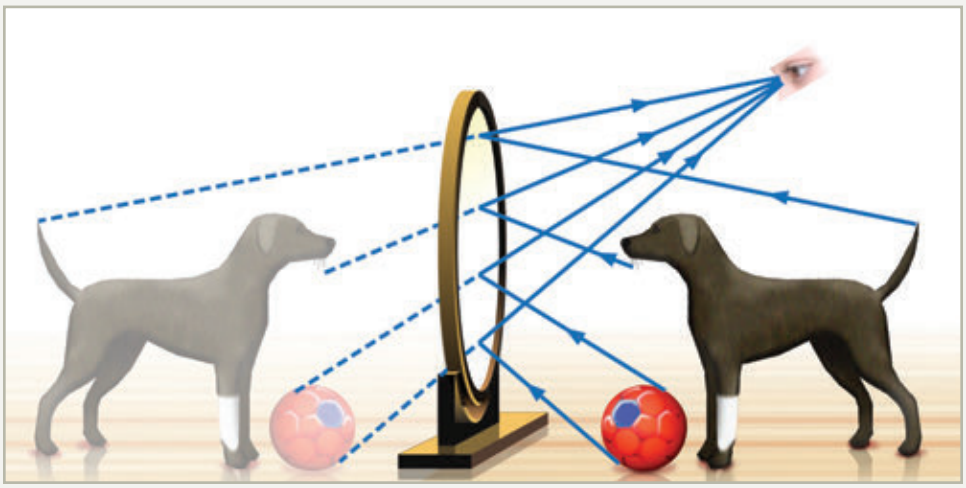



| Les images | |
|---|---|
| **Image** | Représentation d'un objet formée par des rayons lumineux. |
| **Image réelle** | Image qui se forme au croisement des rayons lumineux. Elle peut être captée sur un écran. |
| **Image virtuelle** | Image qui se forme au croisement du prolongement des rayons lumineux. Elle ne peut pas être captée sur un écran mais peut être vue en regardant vers ou dans le dispositif qui a produit l'image. |

Une image se caractérise par sa **nature** (réelle ou virtuelle), son **sens** (droite ou inversée par rapport à l'objet), sa **taille** par rapport à l'objet et sa **position** (elle peut être plus près, plus loin ou à la même distance du miroir que l'objet).

© ERPI Reproduction interdite

## 2.2 La réflexion de la lumière dans les miroirs plans

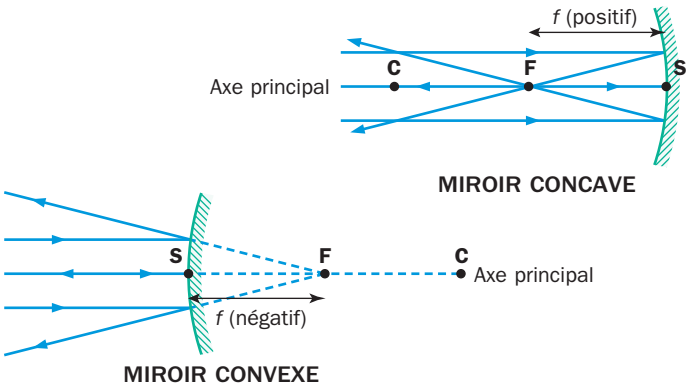


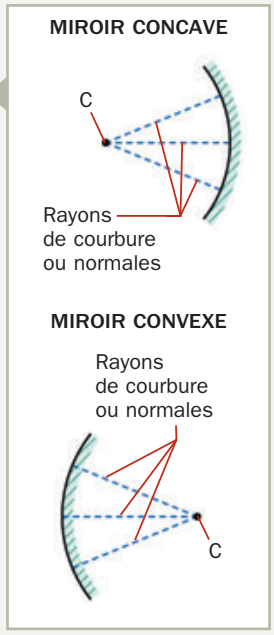
Un miroir forme une image en réfléchissant les rayons lumineux de façon spéculaire, selon la loi de la réflexion.

L'image formée par un miroir plan est **virtuelle**, **droite**, de la **même taille** que l'objet et située **derrière** le miroir, à la **même distance** du miroir que l'objet.

## 2.3 La réflexion de la lumière dans les miroirs sphériques

| Quelques définitions | |
|---|---|
| **Centre de courbure (C)** | Centre de la sphère dont le miroir est issu. Les normales en chaque point du miroir sont des rayons de la sphère, aussi appelés **rayons de courbure**. |
| **Axe principal** | Droite passant par le centre de courbure (C), le foyer (F) et le **sommet (S)** (centre du miroir). |
| **Foyer (F)** | Dans le cas d'un miroir concave, point vers lequel convergent les rayons parallèles à l'axe principal après avoir été réfléchis. Dans le cas d'un miroir convexe, point de convergence du prolongement des rayons réfléchis. Le foyer est situé à mi-chemin entre le centre de courbure et le sommet du miroir. |
| **Longueur focale (*f*)** | Distance entre le foyer et le sommet du miroir. Par convention, la valeur de *f* est positive lorsque le miroir est concave et négative lorsque le miroir est convexe. Sa grandeur correspond à la moitié du rayon de courbure du miroir. |

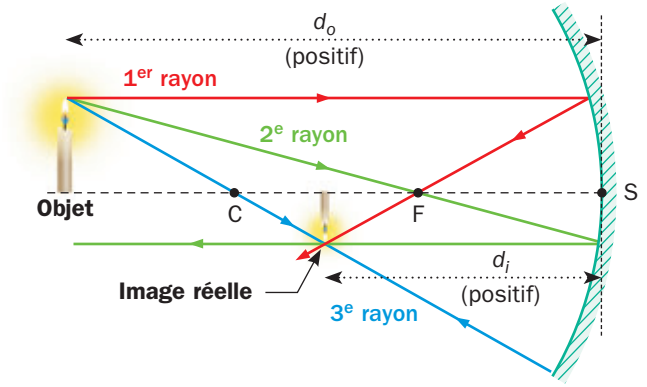



© ERPI Reproduction interdite

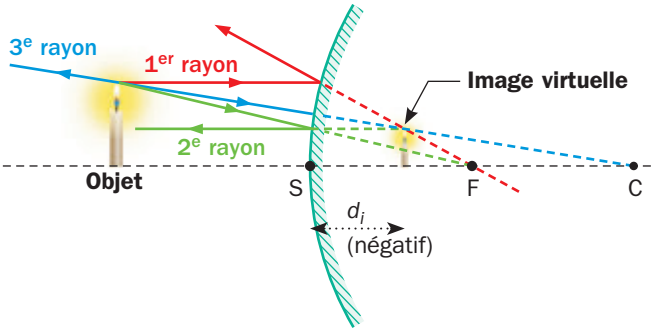
## Le tracé des rayons dans les miroirs sphériques

### MIROIR CONCAVE




Selon la position de l'objet, l'image de celui-ci réfléchie dans un miroir concave peut être réelle et inversée (cas illustré) ou virtuelle et droite. Sa distance au miroir et sa hauteur peuvent être plus grandes, égales ou plus petites que celles de l'objet.

### MIROIR CONVEXE




L'image d'un objet dans un miroir convexe est toujours virtuelle, droite, plus petite que l'objet et plus près du miroir que l'objet.

## L'interprétation de la convention de signes dans le cas des miroirs

| Mesure | Signe positif | Signe négatif |
|---|---|---|
| Distance entre l'image et le miroir ($d_i$) | L'image est réelle (elle se trouve devant le miroir). | L'image est virtuelle (elle se trouve derrière le miroir). |
| Longueur focale ($f$) | Le miroir est concave. | Le miroir est convexe. |
| ▶ Hauteur de l'image ($h_i$)<br>▶ Grandissement ($G$) : rapport de la taille de l'image sur la taille de l'objet | L'image est droite (du même sens que l'objet). | L'image est inversée. |

Position d'une image dans un miroir sphérique :

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

Taille et grandissement d'une image dans un miroir sphérique :

$$G = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_o}{d_i}$$

© ERPI Reproduction interdite

# Exercices

## Synthèse du chapitre 2

**1** Sur les schémas ci-dessous :

a) tracez une série de rayons lumineux parallèles se dirigeant vers chacune des surfaces représentées ;

b) tracez les rayons réfléchis correspondants ;

c) donnez un titre à chaque schéma.

Titre : _____

Titre : _____

**2** Quel type de miroir constitue le meilleur choix pour chacune des utilisations suivantes ?

a) Obtenir une image agrandie de son visage.

_____

b) Fabriquer une lampe de poche.

_____

c) Élargir le champ de vision.

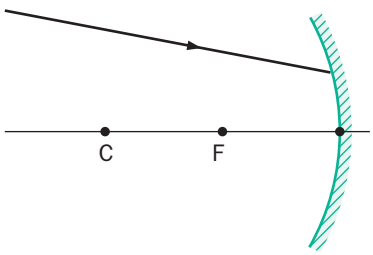
_____

d) Allumer un feu.

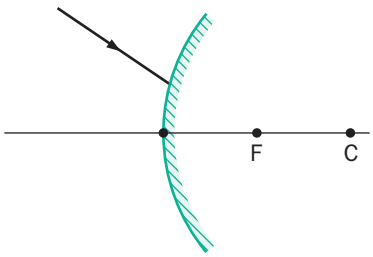
_____

**3** Tracez les rayons réfléchis sur chacun des schémas suivants. (Tracez la normale et utilisez un rapporteur d'angle).

a)

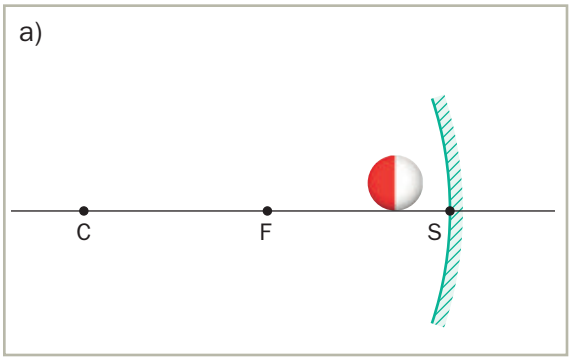


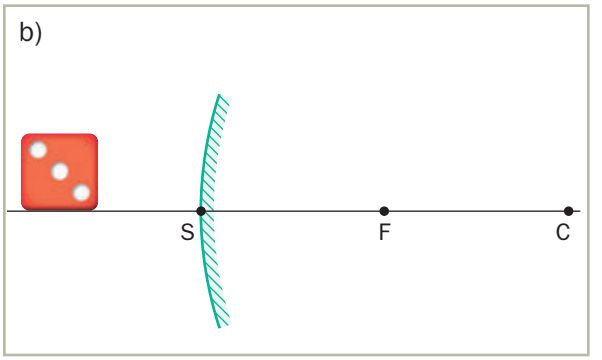

b)




© ERPI Reproduction interdite

**4** À l'aide du tracé des rayons principaux, dessinez l'image de chacun des objets suivants.




**5** Une illusionniste veut faire apparaître sur scène l'image virtuelle d'un dragon de 2,54 m de hauteur. Pour ce faire, elle souhaite utiliser un miroir concave et un modèle de dragon de 50,0 cm de hauteur, qu'elle placera à 3,00 m du miroir.

a) À quelle distance du miroir l'image se formera-t-elle ?

Réponse : _____

b) Quel devra être le rayon de courbure du miroir ?

Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite

**6** Un rayon lumineux frappe un miroir plan selon un angle d'incidence de 10°. Si le miroir subit une rotation de 15°, quelle sera la mesure du nouvel angle d'incidence ? (L'orientation du rayon incident reste la même.)

Réponse : _____

**7** Galilée s'est servi de la distinction entre réflexion diffuse et réflexion spéculaire pour prouver que, contrairement à ce qu'on croyait à l'époque, la surface de la Lune n'est pas aussi lisse que celle d'un miroir. Formulez cette preuve en vos propres mots.

_____

_____

_____

_____

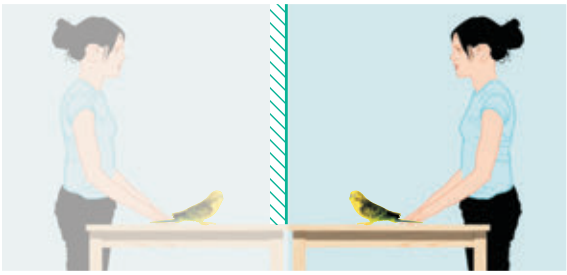
_____

**8** Observez l'illustration et répondez aux questions suivantes. Pour vous aider, on a reproduit à l'encre pâle l'image dans le miroir.

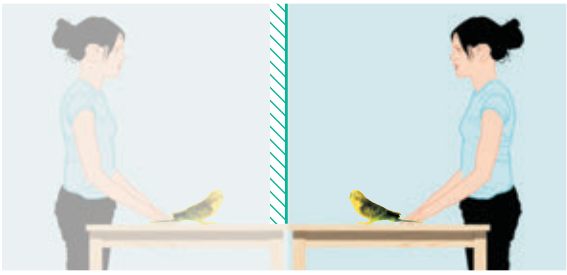
a) Dessinez le tracé de deux rayons lumineux qui permettent à la jeune fille de voir l'oiseau dans le miroir. (Considérez deux points de l'oiseau et tracez un rayon partant de chacun de ces points.)

b) Dessinez le tracé de deux rayons lumineux qui permettent à l'oiseau de voir le visage de la jeune fille dans le miroir. (Considérez deux points du visage de la jeune fille et tracez un rayon partant de chacun de ces points.)

a)



b)



**9** L'énoncé suivant est-il vrai ou faux ? S'il est faux, corrigez-le.

La normale sépare l'angle d'incidence et l'angle de réflexion en deux parties égales.

_____

_____

© ERPI Reproduction interdite

**10** La Lune a un diamètre de 3476 km et se trouve à 384 000 km de la Terre. Quel est le diamètre de l'image de la Lune qui se forme dans le miroir sphérique d'un télescope dont la longueur focale est de 3,20 m ?

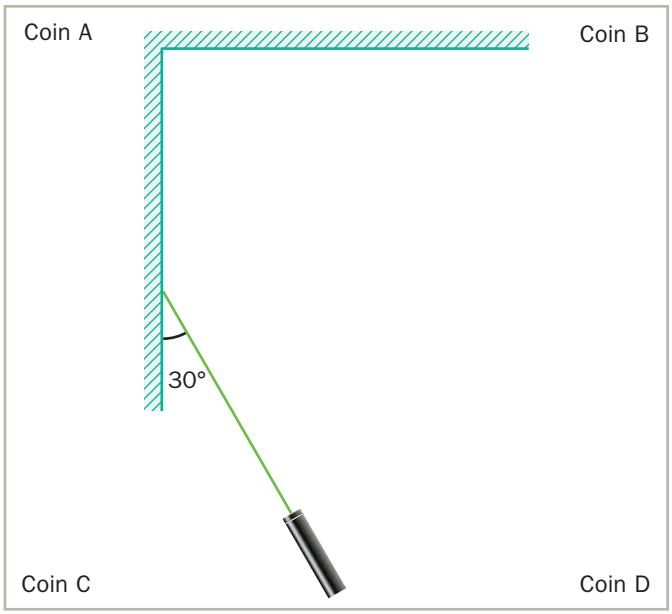
Réponse : _____

**11** Vincent aperçoit dans le rétroviseur latéral droit de sa camionnette la voiture de Virginie, qui mesure 1,50 m de largeur. Celle-ci se trouve à 8,00 m du rétroviseur de Vincent, dont le miroir convexe a un rayon de courbure de 20,0 cm. Quelle est la largeur de l'image de la voiture de Virginie dans le rétroviseur ?

Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite

**12** Deux miroirs plans sont placés à angle droit et parallèlement aux murs d'une pièce, tel qu'il est illustré ci-contre. Un pointeur laser émet un faisceau en direction d'un des miroirs selon un angle de 30°. Sur quel mur de la pièce le faisceau réfléchi frappera-t-il ? Près de quel coin ? Illustrez votre réponse.




**13** Dans un magasin, on peut voir à 8 m d'un miroir convexe l'image des clients se tenant à 12 m de ce miroir. Quelle est la longueur focale du miroir ?

Réponse : _____

**14** Lorsqu'un objet se trouve à 20 cm devant un miroir concave, son image est droite et agrandie 2,5 fois. À quelle distance du miroir doit-on placer ce même objet pour obtenir une image agrandie 4,0 fois ?

Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite

**15** Un petit objet est placé à 15,0 cm d'un miroir sphérique et à 4,0 cm au-dessus de l'axe principal de ce miroir. Le rayon de courbure du miroir est de 10,0 cm. Où est située l'image de cet objet ?

Réponse : _____

**16** Un jeune homme se rase le visage à l'aide d'un miroir de poche. Lorsqu'il se trouve à 10 cm du miroir, son image est agrandie deux fois. Quelle est la longueur focale du miroir ?

Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite

**17** Dans un autobus, un miroir convexe dont la longueur focale est de −2,0 m permet à la conductrice de voir ce qui se passe à l'arrière du véhicule.

a) À quelle distance du miroir la conductrice voit-elle l'image d'un passager se trouvant à 10,0 m du miroir ?

Réponse : _____

b) Quelles sont les caractéristiques de l'image du passager ?

_____

_____

**18** Si l'on place son visage à 15 cm d'un miroir concave dont la longueur focale est de 20 cm, quel grandissement obtient-on ?

Réponse : _____

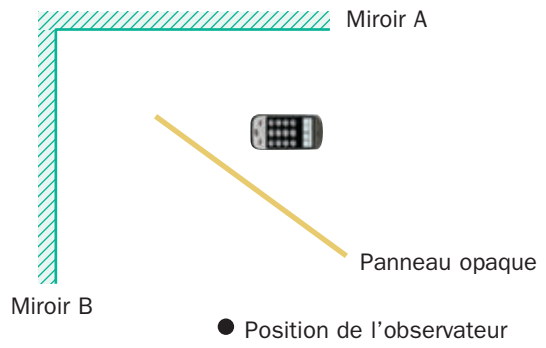
**19** Pour bien voir les dents de ses patients, une dentiste utilise un miroir dont la longueur focale est de 3,0 cm. À quelle distance de la dent doit-elle placer le miroir pour obtenir une image agrandie deux fois ?

Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite

# Défis du chapitre 2

**1** On place un téléphone portable derrière un panneau opaque, près de deux miroirs plans disposés à angle droit, tel qu'il est illustré ci-dessous. Selon cette disposition, l'observateur dans la pièce peut-il voir l'image du téléphone dans l'un des deux miroirs ? Si oui, où l'image se situe-t-elle ? Dessinez les images formées dans les miroirs et expliquez votre réponse.



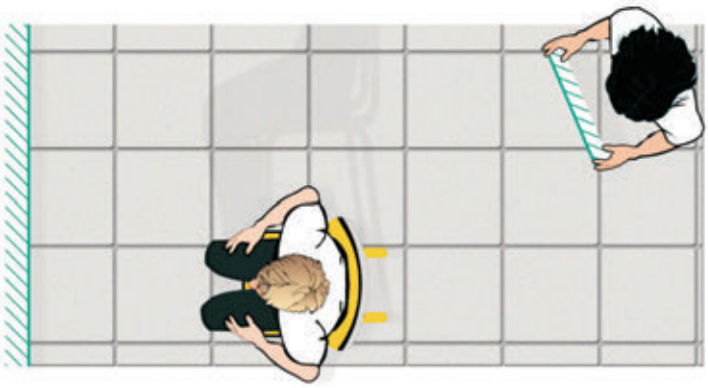

**2** Un miroir plan accroché au mur réfléchit la lumière du Soleil en produisant une tache lumineuse sur le plancher à 1,5 m du mur. Le rayon lumineux frappe le miroir à 1,5 m du sol.

a) Représentez graphiquement cette situation.

© ERPI Reproduction interdite

b) Quelle est la mesure de l'angle de réflexion de la lumière ?
Expliquez votre réponse.

3 Assis devant le grand miroir du salon de coiffure, Antoine admire sa nouvelle coupe de cheveux. La coiffeuse se tient derrière lui, un petit miroir à la main, afin qu'il puisse voir l'arrière de sa tête. Dessinez le tracé d'un rayon lumineux qui permet à Antoine de voir l'arrière de sa tête.



4 Bruno utilise un miroir grossissant pour projeter sur le mur l'image de l'ampoule de sa salle de bain. Il tient le miroir à 1,5 m de l'ampoule et à 3,5 m du mur.

a) Quel est le grandissement de l'image obtenue par Bruno ?

Réponse :

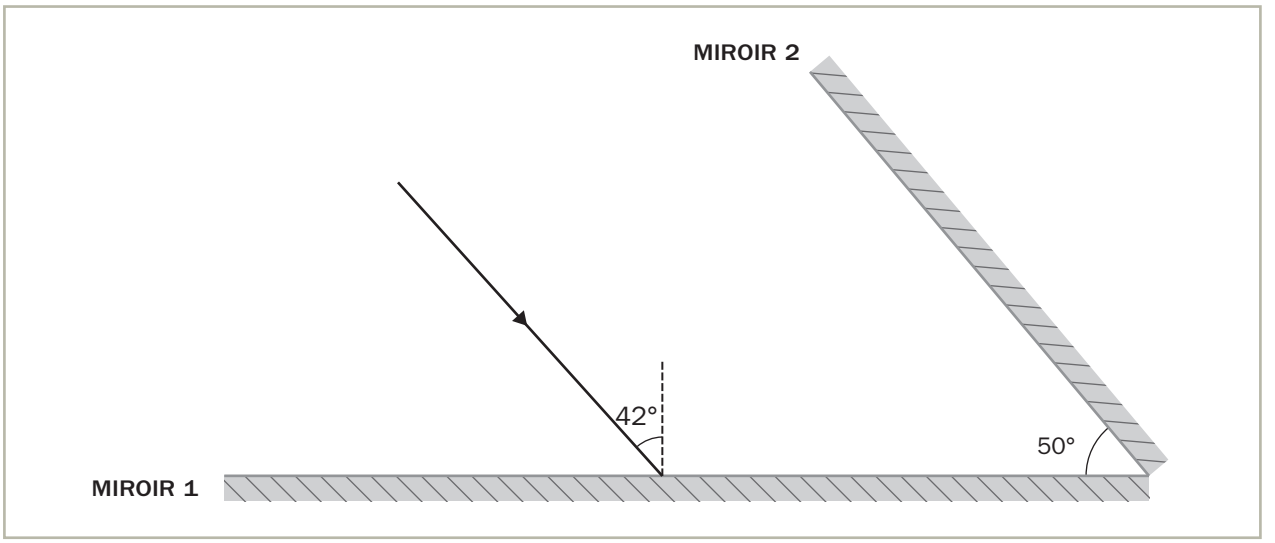
b) L'image est-elle droite ou inversée ?

c) Quelle est la longueur focale du miroir ?

Réponse :

© ERPI Reproduction interdite

**5** Deux miroirs plans forment un angle de 50°, comme le montre l'illustration. Un rayon lumineux touche l'un des miroirs avec un angle d'incidence de 42°. Tracez le trajet du rayon lumineux en déterminant la valeur de tous les angles pertinents et en les indiquant sur le schéma.




Réponse : _____

© ERPI Reproduction interdite