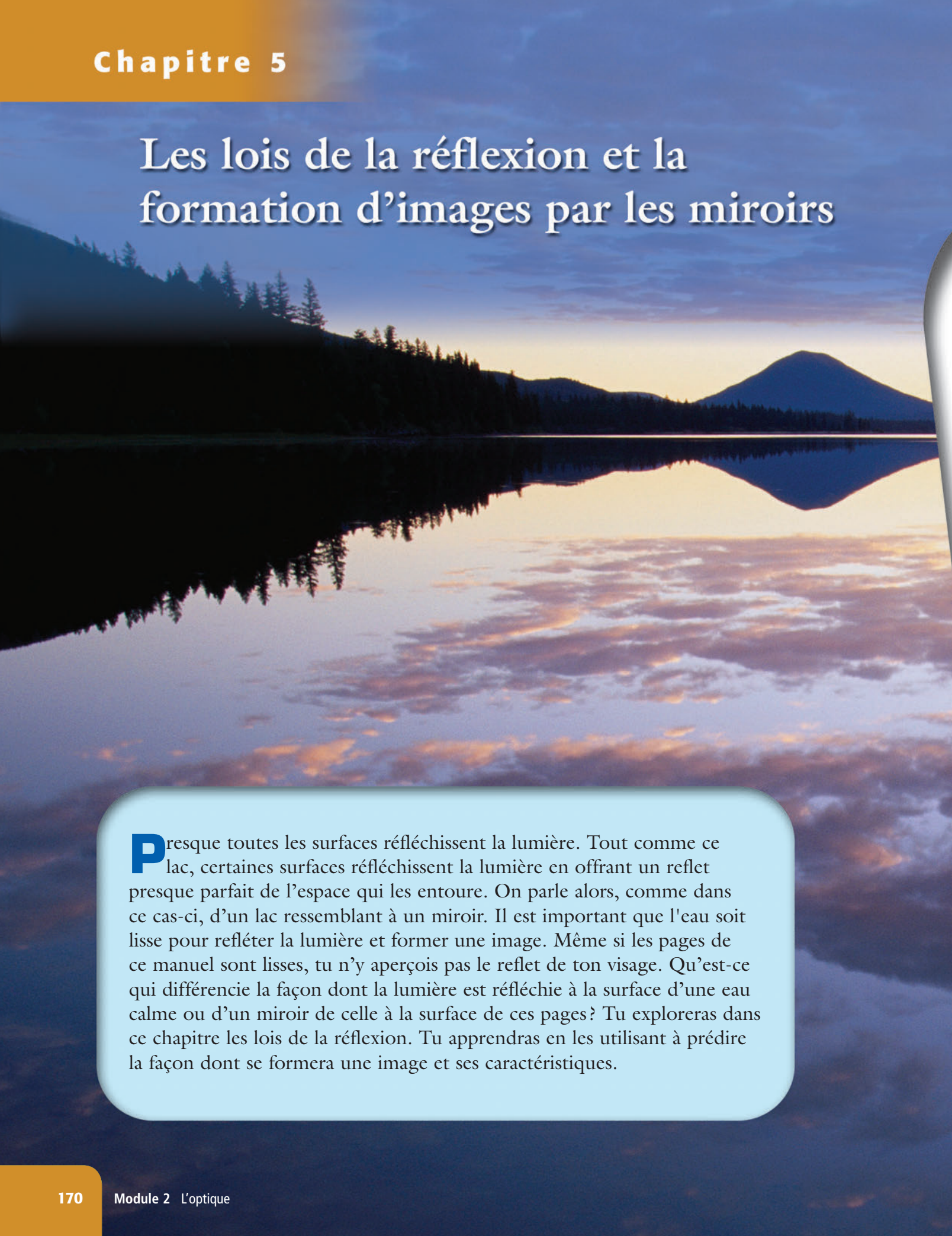


Les lois de la réflexion et la formation d'images par les miroirs



Presque toutes les surfaces réfléchissent la lumière. Tout comme ce lac, certaines surfaces réfléchissent la lumière en offrant un reflet presque parfait de l'espace qui les entoure. On parle alors, comme dans ce cas-ci, d'un lac ressemblant à un miroir. Il est important que l'eau soit lisse pour refléter la lumière et former une image. Même si les pages de ce manuel sont lisses, tu n'y aperçois pas le reflet de ton visage. Qu'est-ce qui différencie la façon dont la lumière est réfléchie à la surface d'une eau calme ou d'un miroir de celle à la surface de ces pages? Tu exploreras dans ce chapitre les lois de la réflexion. Tu apprendras en les utilisant à prédire la façon dont se formera une image et ses caractéristiques.

Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **expliquer** les lois de la réflexion ;
- **expliquer** la différence entre la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse ;
- **définir** le vocabulaire associé aux schémas de miroirs concaves, convexes et plans ;
- **décrire** les caractéristiques des images, notamment la grandeur et le sens, et préciser si elles sont réelles ou virtuelles.

Pourquoi est-ce important ?

Nous nous servons de miroirs tous les jours. Dans la conduite automobile, il est vital de saisir la signification des images que renvoient les rétroviseurs. Plusieurs instruments sont dotés de miroirs. Les lois de la réflexion s'appliquent à bien d'autres processus que la formation d'images.

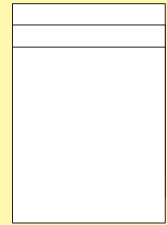
Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

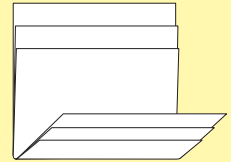
- **tracer** les schémas de miroirs concaves, convexes et plans ;
- les **interpréter** pour prévoir les caractéristiques des images réfléchies ;
- **te servir** de façon compétente de miroirs pour explorer les caractéristiques des images formées.

Prépare ton aide-mémoire repliable comme ci-dessous pour prendre des notes sur les notions de ce chapitre.

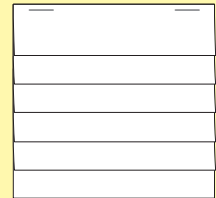
- ÉTAPE 1** Prends trois feuilles de papier de format lettre et superpose-les en décalant le haut des feuilles de 2,5 cm. (Astuce : La distance entre le bout de ton index et ta première jointure équivaut à environ 2,5 cm.) Assure-toi de bien aligner les côtés.



- ÉTAPE 2** Replie le bas des feuilles vers le haut de manière à former six onglets.



- ÉTAPE 3** Appuie bien sur chaque pli pour maintenir les onglets en place. **Agrafe** les plis.



- ÉTAPE 4** Écris les titres ci-dessous dans cet ordre sur les onglets. (Remarque : Le premier onglet sera plus grand que celui ci-dessous.)

La réflexion : spéculaire, diffuse, les lois
L'image : grandeur, position, forme, sens
Les miroirs plans
Les miroirs concaves
Les miroirs convexes
L'utilisation des miroirs

Montre ce que tu connais Résume sous les onglets appropriés les connaissances acquises pendant la lecture de ce chapitre.

* Tiré et adapté de *Dinah Zike's Teaching Mathematics with Foldables*, Glencoe/McGraw-Hill, 2003.

5.1 Le modèle du rayon de lumière

Le modèle du rayon de lumière sert à comprendre que la lumière se déplace en ligne droite, qu'elle est réfléchi par les miroirs et qu'elle est réfractée lorsqu'elle voyage d'un médium à un autre. Les matériaux peuvent être classés ainsi : opaque, translucide et transparent, selon leur capacité à bloquer, obscurcir ou transmettre la lumière. Les miroirs reflètent les rayons de lumière conformément aux lois de la réflexion selon lesquelles l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion. Lorsque les rayons de lumière passent d'un matériau à un autre dont la densité est différente, il y a réfraction. Dans ce cas, la direction et la vitesse du rayon lumineux changent de manière prévisible.

Mots clés

angle d'incidence
angle de réflexion
angle de réfraction
lois de la réflexion
modèle du rayon
de lumière
modèle particulière
de la lumière
normale
opaque
propagation rectiligne
rayon incident
rayon réfléchi
rayon réfracté
réflexion diffuse
réflexion spéculaire
translucide
transparent



Figure 5.1 Un rayon est une droite imaginaire qui indique dans quelle direction se déplace la lumière.

Sir Isaac Newton définissait la lumière comme un courant de minuscules particules se déplaçant à grande vitesse. Par exemple, il croyait que la flamme d'une lanterne émettait de minuscules particules qui se déplaçaient en ligne droite. En pénétrant dans l'œil, elles formaient une image. Ce modèle est devenu le **modèle particulaire de la lumière**, dont certains éléments sont encore utilisés aujourd'hui.

Or, la lumière possède d'autres propriétés qui se décrivent mieux avec des ondes. Par exemple, la longueur d'onde et la fréquence permettent d'expliquer les différentes couleurs de la lumière. Dans le chapitre 4, tu as vu le modèle ondulatoire de la lumière. Le modèle particulaire et le modèle ondulatoire décrivent correctement certaines propriétés de la lumière, même si aucun ne les décrit toutes.

Lorsqu'on étudie l'optique, et en particulier le comportement de la lumière lorsqu'elle est réfléchi par les miroirs (voir la figure 5.2) ou passe à travers des lentilles, l'utilisation d'un modèle simplifié, appelé le **modèle du rayon de lumière**, s'avère très utile. Dans ce modèle, le trajet de la lumière est simplement représenté par une ligne droite qui indique dans quelle direction se déplace l'onde lumineuse (voir la figure 5.1).



Figure 5.2 Pour voir une image aussi claire dans un miroir, la lumière réfléchi doit suivre une trajectoire très précise.

Quand la lumière frappe un objet, elle peut être absorbée, réfléchi ou transmise. Dans cette activité, tu classeras une variété d'objets en fonction de leur capacité à transmettre la lumière.

Matériel

- une variété d'objets : un bloc en bois ; des blocs minces et épais en cire ; du verre transparent ou du plexiglas ; des boîtes de Petri contenant de l'eau ou du lait

Ce que tu dois faire

1. Dans un tableau, énumère des matériaux qui :
 - a) absorbent principalement la lumière (opaques) ;

- b) transmettent principalement la lumière, mais obscurcissent l'image (translucides) ;
- c) transmettent principalement la lumière et permettent à l'image de passer au travers (transparents).

2. Place différents objets sur un rétroprojecteur. Classe ces objets selon tes observations.

Qu'as-tu découvert ?

1. En fonction des objets classés « absorbent principalement la lumière », comment définirais-tu le mot « opaque » ?
2. Quelle est la différence entre « translucide » et « transparent » ?

La lumière et le type de matériau

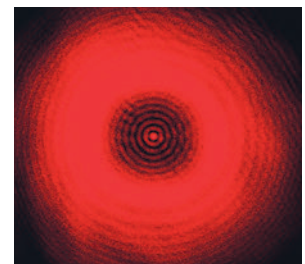
Le modèle du rayon peut être utilisé pour comprendre ce qui se produit lorsque l'énergie lumineuse entre en contact avec différents matériaux. Imagine que tu te trouves dans une pièce sombre (voir la figure 5.3). Une fois tes yeux acclimatés à l'obscurité, tu commences à reconnaître certains objets familiers. Tu sais que certains d'entre eux sont de couleurs vives, mais ils apparaissent ici gris ou noirs. Tu ne peux faire la différence entre une chemise orange et une chemise verte. Ce que tu vois varie en fonction de la quantité de lumière dans la pièce et de la couleur de l'objet. Le type de matériau dont un objet est fait détermine la quantité de lumière qui sera absorbée, réfléchi ou transmise.



Figure 5.3 Pour que tu puisses voir un objet, celui-ci doit réfléchir une partie de la lumière vers tes yeux.

Le savais-tu ?

La lumière peut bifurquer au coin d'un objet ! Lorsqu'une vague heurte l'extrémité d'un brise-lames, certaines parties de la vague s'enroulent autour. Toutes les ondes contournent légèrement les arêtes, y compris la lumière. Pour cette raison, aucune ombre n'est totalement nette. Par exemple, si un rayon laser éclaire une pièce de monnaie, l'ombre de la pièce sera floue, comme dans l'image ci-dessous.





A. Transparent



B. Translucide



C. Opaque

Figure 5.4 Ces chandeliers illustrent différentes propriétés de la transmission de la lumière.

Transparent

Certains matériaux transmettent la lumière, ce qui signifie qu'elle peut passer à travers sans être complètement absorbée. Lorsque la lumière passe à travers un matériau clair, les rayons continuent leur trajectoire en ligne droite. Nous disons alors que ces matériaux sont transparents. Un matériau **transparent** permet à la lumière de passer librement à travers lui. Seule une petite quantité de lumière est absorbée et réfléchiée. Les objets peuvent être vus clairement à travers un matériau transparent comme la bougie dans le chandelier transparent présenté à la figure 5.4A. L'air, l'eau et le verre sont des exemples de matériaux transparents.

Translucide

Un schéma des rayons montre la différence entre un matériau transparent et un matériau translucide (voir la figure 5.5). Avec un matériau **translucide**, comme le verre givré ou un abat-jour, la plupart des rayons de lumière passent au travers mais sont ensuite éparpillés dans toutes les directions. Les matériaux translucides comme le chandelier de la figure 5.4B ne permettent pas de voir les objets distinctement. Les verres translucides sont souvent utilisés dans les fenêtres des salles de bain pour permettre à la lumière de pénétrer tout en assurant une intimité.

Opaque

Un matériau **opaque** bloque toute la lumière. Par exemple, le matériau du chandelier de la figure 5.4C ne peut qu'absorber et refléter la lumière. Aucune lumière ne peut passer au travers.



Lien Internet

Tu as peut-être déjà vu une glace sans tain. Si tu te trouves du côté éclairé du miroir, tu vois ta propre réflexion. Si tu te trouves du côté sombre, tu peux voir à travers comme s'il s'agissait d'une fenêtre transparente. Pour découvrir comment il est possible de voir à travers un côté, mais non des deux, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

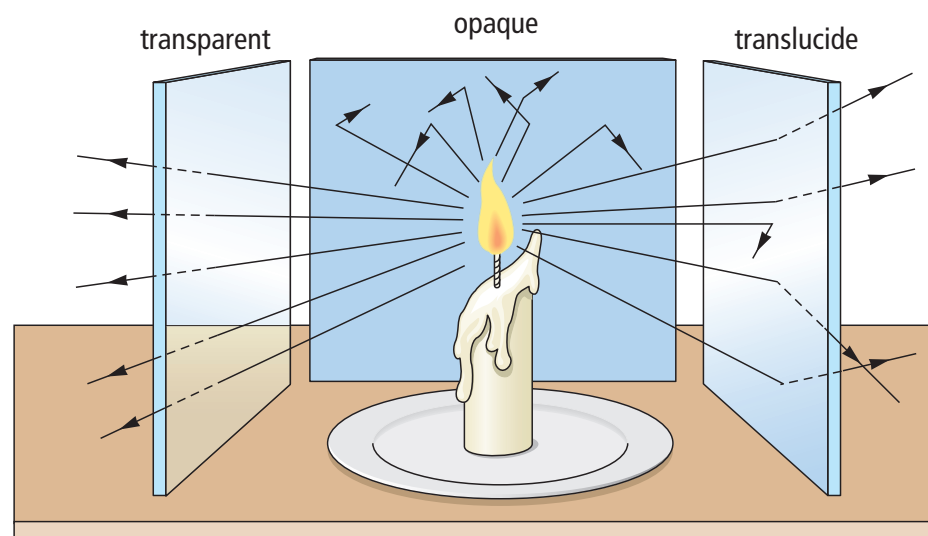


Figure 5.5 La lumière se déplace en ligne droite jusqu'à ce qu'elle frappe un objet.

Les ombres

Les ombres te révèlent l'une des principales caractéristiques de la lumière : la lumière voyage en ligne droite. Cette propriété se nomme la **propagation rectiligne**. Elle est présente tant que la lumière se trouve dans le même médium ou la même substance. Cette caractéristique permet de prédire les ombres et les formes qui seront créées à partir de schémas des rayons. Par exemple, lorsque tu marches en direction opposée au Soleil couchant, ton ombre est beaucoup plus grande que ta taille réelle (voir la figure 5.6). Dans un schéma des rayons, ton corps projette une ombre parce qu'il bloque les rayons du Soleil qui te frappent. Les rayons du Soleil qui passent de chaque côté de ton corps continuent leur trajectoire en ligne droite jusqu'à ce qu'ils atteignent le sol. La figure 5.7 illustre comment utiliser un schéma des rayons pour montrer comment la taille d'une ombre est fonction de la distance entre l'objet et la source de lumière.

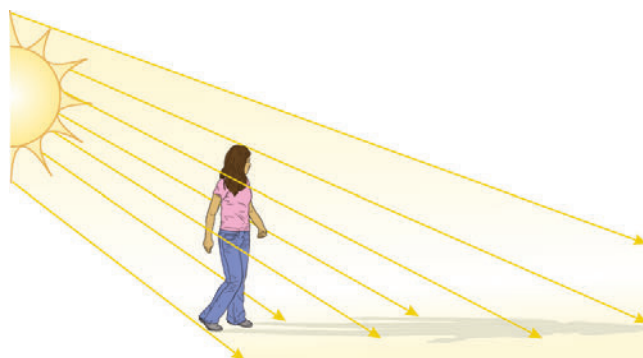


Figure 5.6 Les schémas des rayons montrent comment les ombres se forment.

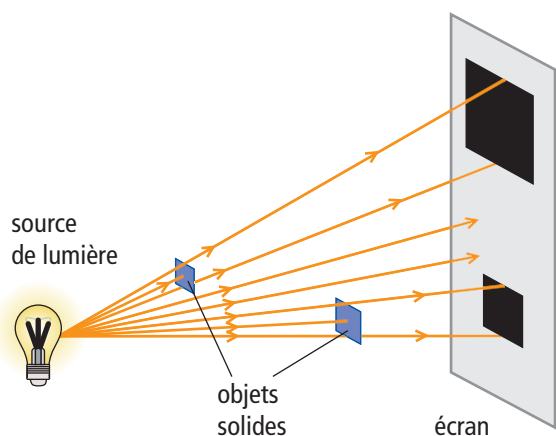


Figure 5.7A Un schéma des rayons montre comment la distance d'un objet d'une source lumineuse peut affecter la taille de l'ombre. L'objet plus petit projette une ombre plus grande, car il est plus proche de la source lumineuse.

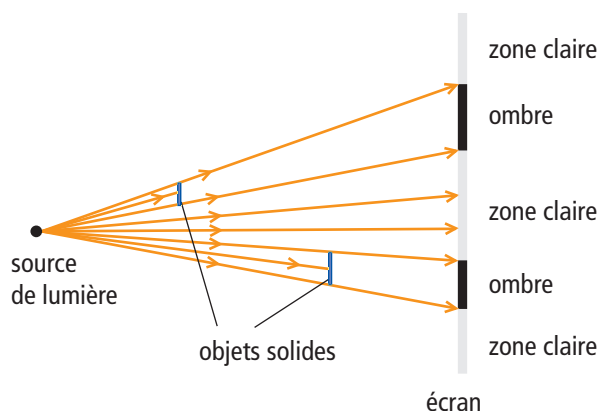


Figure 5.7B Pour t'aider à visualiser et à dessiner des schémas des rayons, dessine-les comme si tu voyais les objets de côté. Tu peux utiliser un point pour représenter la source lumineuse.

Vérifie ta lecture

1. Nomme trois utilités des schémas des rayons.
2. Quelle est la différence entre un matériau opaque et un matériau translucide ?
3. Un verre d'eau qui contient un colorant rouge est-il translucide ou transparent ? Explique.
4. Quelle est la relation entre la taille d'une ombre et la distance entre l'objet et la source lumineuse ?

Suggestion d'activité

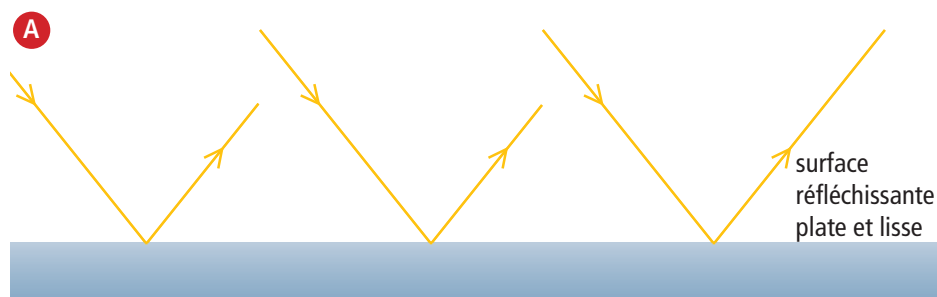
Activité d'exploration 5-1C,
à la page 183.

La lumière peut être réfléchi

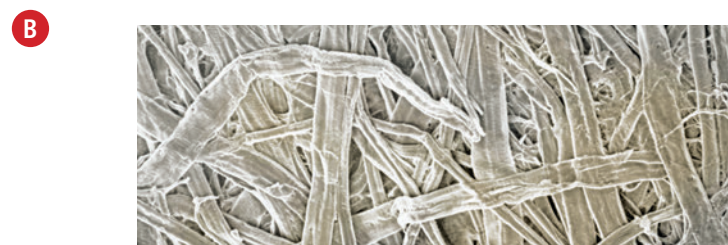
Ce manuel utilise des caractères noirs imprimés sur du papier blanc. L'encre noire est opaque, et la lumière qui touche l'encre est totalement absorbée. Toutefois, le papier blanc réfléchit toute la lumière qui le touche. Le papier blanc est-il un miroir pour autant? Si c'était le cas, pourquoi n'y vois-tu pas ton reflet?

En réalité, il existe deux types de réflexion. Si la lumière réfléchi sur une surface luisante forme une image de l'espace qui l'entoure, la **réflexion** est **spéculaire**. Si la lumière réfléchi sur une surface ne forme pas une image, mais te permet de voir ce qui se trouve à la surface, la **réflexion** est alors **diffuse**. Pour agir comme un miroir, la surface doit être lisse relativement à la longueur d'onde de la lumière qui frappe la surface (voir la figure 5.8A). Même si une feuille de papier peut sembler lisse, une photographie prise au microscope révèle que ce n'est pas le cas (voir la figure 5.8B). Le schéma des rayons montre que les rayons de lumière sont réfléchis de manière irrégulière avec des angles différents, ce qui donne au papier une apparence translucide (voir la figure 5.8C).

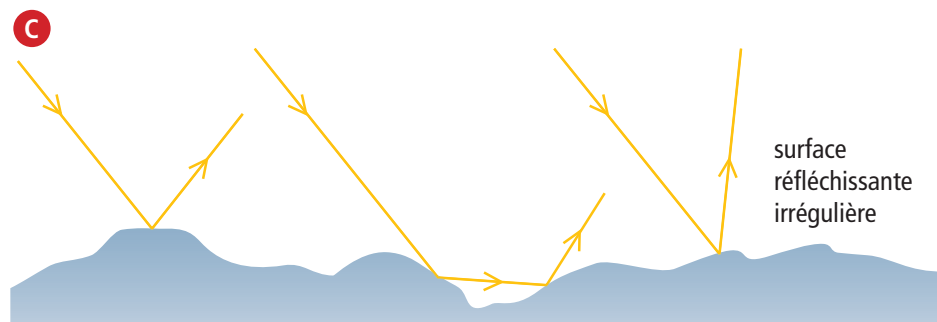
Figure 5.8



(A) Réflexion spéculaire : les surfaces lisses reflètent la lumière uniformément.



(B) La surface d'une feuille de papier vue au microscope.



(C) Réflexion diffuse : les surfaces irrégulières réfléchissent irrégulièrement la lumière.

La réflexion diffuse te permet de lire ce qui est imprimé sur cette page. Examine la figure 5.9 pour bien saisir ce concept. L'encre noire absorbe la majeure partie de la lumière qui frappe la page. Le papier blanc diffuse la lumière et les rayons réfléchis se dispersent dans toutes les directions. Tu peux observer que la trajectoire des rayons réfléchis par les parties blanches du papier s'oriente vers tes yeux alors que les caractères imprimés ne réfléchissent aucun rayon lumineux. Imagine l'apparence de la page si le papier était aussi lisse qu'un miroir. Tu y verrais ton propre reflet, mais tu ne pourrais sans doute pas lire ce qui y est écrit.

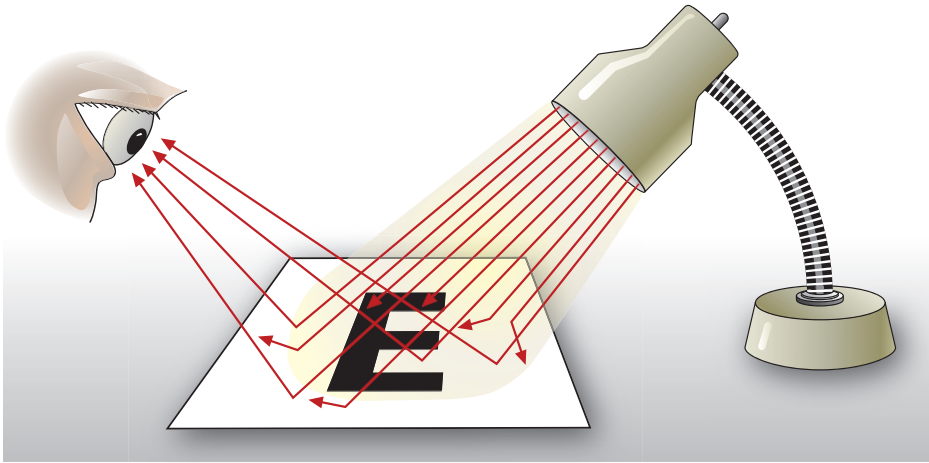


Figure 5.9 L'encre noire de la page absorbe tous les rayons lumineux et ne laisse échapper aucun rayon en direction de tes yeux. La réflexion diffuse provenant de la page blanche te permet de distinguer la surface irrégulière du papier.

Rappelle-toi ce que tu appris au chapitre 4. Tu vois une couleur lorsqu'un objet n'absorbe qu'une partie du spectre de la lumière visible. Certaines longueurs d'ondes lumineuses sont absorbées alors que d'autres sont réfléchies. Si les caractères imprimés sur une page ne sont pas noirs mais plutôt bleus, toutes les couleurs seront absorbées par les caractères, sauf la couleur bleue. En effet, seule la lumière bleue sera réfléchie par les caractères imprimés. Ainsi, tes yeux capteront la lumière bleue réfléchie par les caractères imprimés et la lumière blanche réfléchie par le reste de la page.

Vérifie ta lecture

1. Explique la différence entre la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse.
2. Décris la surface qui produit une réflexion diffuse.
3. Dessine un schéma illustrant un œil lisant la lettre « T » imprimée en vert sur une page blanche.

Le savais-tu ?

Les objets qui rebondissent sur une surface se comportent parfois comme des ondes qui se réfléchissent sur une surface. Par exemple, suppose que tu joues au basket-ball et que tu effectues une passe avec un rebond. L'angle entre la direction de la balle et la normale par rapport au plancher est le même avant et après le rebond.

Les lois de la réflexion

Comment la lumière est-elle réfléchi dans un miroir ? On peut comparer un rayon de lumière à une vague qui frappe un obstacle solide. Imagine un grand mur de pierre qui s'élève au-dessus de l'eau. Lorsqu'une vague frappe de plein fouet une telle barrière, les vagues rebondissent directement dans la direction opposée. Toutefois, si une vague frappe la barrière avec un angle, elle rebondira précisément avec le même angle que celui avec lequel elle a frappé le mur.

Dans un schéma des rayons comme celui de la figure 5.10, la trajectoire des rayons lumineux est illustrée par des droites. Le rayon qui provient de la source lumineuse est appelé **rayon incident**. Le rayon qui rebondit sur une surface solide est appelé **rayon réfléchi**. Toujours dans la figure 5.10, remarque la ligne pointillée tracée perpendiculairement à la surface solide. Cette droite est appelée la **normale**. Il s'agit d'une droite imaginaire tracée perpendiculairement au mur. Elle permet d'expliquer la réflexion des vagues.

L'angle formé par un rayon incident et la normale est l'**angle d'incidence**, identifié par i . L'angle formé par le rayon réfléchi et la normale est l'**angle de réflexion**, identifié par r . Il est à noter que l'angle est toujours mesuré entre la normale et le rayon, et non entre le miroir et le rayon. Les observations faites pour tous les types de surface ont montré, sans exception, que l'angle de réflexion est le même que l'angle d'incidence. Par conséquent, cette observation devient une loi. Ainsi, une des **lois de la réflexion** dit que « l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence ». Par exemple, si l'angle d'incidence, i , est de 60° , l'angle de réflexion, r , sera également de 60° . Note aussi que les deux angles sont dans le même plan. C'est la deuxième loi.

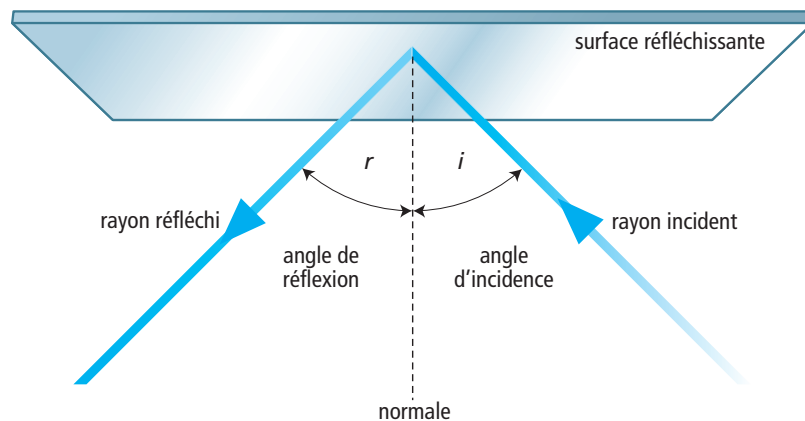


Figure 5.10 Toute lumière réfléchi par une surface lisse respecte les lois de la réflexion.

La lumière peut être réfractée

Au chapitre 4, tu as appris que la réfraction est la déviation d'une onde, telle que la lumière, lorsqu'elle voyage d'un médium (matériau) à un autre. La figure 5.11 montre la déviation de la lumière lorsqu'elle passe de l'air à l'eau.

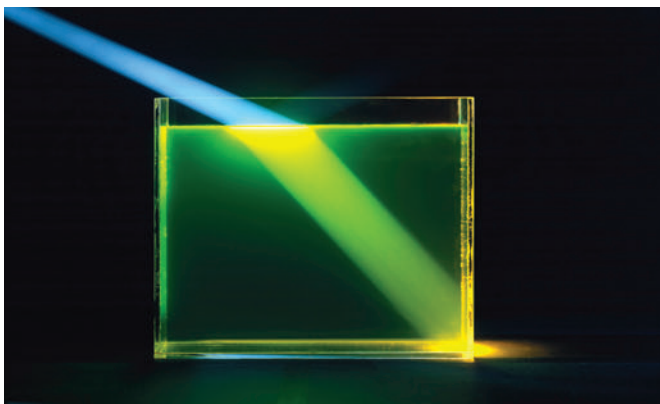


Figure 5.11 Le faisceau de lumière est visible dans l'air parce que des particules de poussière en suspension répandent la lumière. Dans l'eau, le faisceau de lumière est visible en raison d'une substance fluorescente présente dans l'eau. (La fluorescence est une propriété qui permet d'émettre une plus grande quantité de lumière visible.) Ces particularités te permettent de voir les faisceaux de lumière dévier en passant de l'air à l'eau.

Les ondes dévient parce que leur vitesse change lorsqu'elles passent d'une substance à une autre. Mais comment expliquer que le changement de vitesse cause un changement de direction de l'onde.

Pour te représenter ce qui se produit lorsque la crête d'une onde rencontre la surface entre deux matériaux, visualise chaque crête comme une rangée d'élèves dans une fanfare. La figure 5.12 illustre le déplacement d'une fanfare d'un terrain ferme à un terrain vaseux. La vase, étant plus visqueuse, entraîne un ralentissement. À mesure que les élèves atteignent le terrain vaseux, ils ou elles ralentissent. Les élèves plus lents «retiennent en arrière» la rangée et causent une déviation. Il en résulte un changement de direction de toute la rangée. La flèche rouge plus épaisse pointe dans la direction vers laquelle la fanfare est déviée. Il se produit le même phénomène avec une onde lorsqu'elle passe de l'air à l'eau.

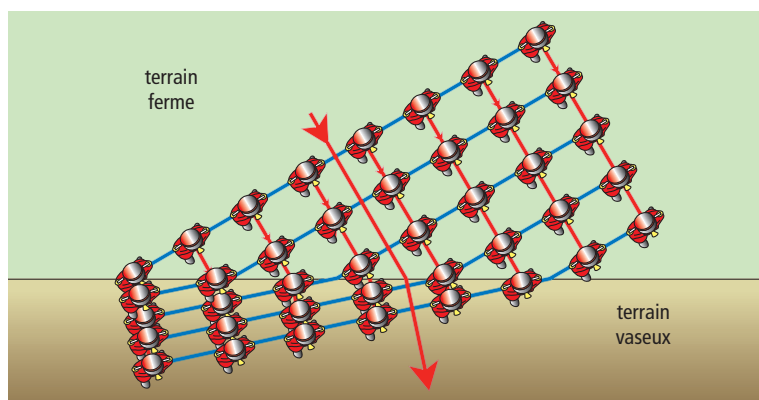


Figure 5.12 Chaque rangée d'élèves représente la crête d'une onde. Lorsqu'une extrémité du front de l'onde ralentit, l'onde change de direction.

Lien terminologique

Le mot « média » est le pluriel de « médium ».

Sur le Web

Avec ta classe, faites une simulation de la fanfare illustrée à la figure 5.12. Tracez une ligne sur le plancher ou collez un morceau de ruban-cache. Formez des rangs comme dans une fanfare. Puis orientez l'ensemble du groupe de manière à former un angle par rapport à la ligne. Commencez à avancer. À mesure qu'un élève atteint la ligne, il ou elle doit avancer en faisant des pas deux fois plus petits que ceux faits avant d'atteindre la ligne.

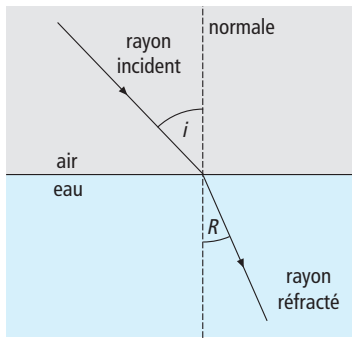


Figure 5.13 Les termes *rayon incident*, *normale* et *angle d'incidence* ont tous le même sens par rapport à la réflexion et à la réfraction. Les termes propres à la réfraction sont *rayon réfracté* et *angle de réfraction*.

Décrire la réfraction

Maintenant que tu comprends pourquoi un changement de la vitesse d'une onde telle que la lumière crée de la réfraction, tu peux te servir des rayons pour décrire la direction d'une onde. La plupart des termes utilisés pour la réflexion sont les mêmes ou sont similaires aux termes utilisés pour la réfraction (voir la figure 5.13). Le rayon incident et l'angle d'incidence ont la même signification que lorsqu'il est question de réflexion. Dans ce cas, la normale est perpendiculaire à la surface séparant les deux médias et se prolonge de l'un à l'autre. Tu peux voir à la figure 5.13 que le **rayon réfracté** se trouve dans le second médium et voyage dans une direction différente de celle du rayon incident. L'angle identifié par « *R* » est l'**angle de réfraction**. Prends note qu'un *R* majuscule est utilisé pour la réfraction alors qu'un *r* minuscule est utilisé pour la réflexion.

La réfraction

5-1B

ACTIVITÉ d'exploration

Dans cette activité, tu observeras l'effet produit lorsque des rayons lumineux frappent un objet transparent.

Matériel

- une boîte à rayons
- un bloc rectangulaire en verre ou en plastique transparent
- une règle
- un rapporteur

Ce que tu dois faire

1. Dépose le bloc de verre à plat sur la table. Projette la lumière de la boîte à rayons sur le côté du bloc. Modifie l'angle du bloc en fonction du rayon de lumière incident. Suis le rayon de lumière qui passe à travers le bloc, puis qui sort de l'autre côté.
2. Immobilise le bloc de verre. En tenant compte du point où la lumière pénètre dans le bloc de verre, trace et indique le rayon incident, le rayon réfracté, la normale, l'angle d'incidence et l'angle de réfraction.

3. Continue le schéma des rayons qui montre le rayon lumineux au moment où il traverse le bloc de verre. Trace et désigne le rayon incident, le rayon réfracté, la normale, l'angle d'incidence et l'angle de réfraction.

Qu'as-tu découvert ?

1. a) Le rayon lumineux qui passe à travers le bloc de verre change-t-il de direction à la surface du verre ou quelque part au milieu ?
b) Comment le sais-tu ?
2. a) Le rayon lumineux qui pénètre dans le bloc de verre dévie-t-il vers la normale ou s'en éloigne-t-il ?
b) Le rayon lumineux qui sort du bloc de verre dévie-t-il vers la normale ou s'en éloigne-t-il ?
c) Que peux-tu déduire de tes réponses en a) et b) quant à la vitesse de la lumière à travers le verre et à travers l'air ?
3. Compare la direction du rayon lumineux après qu'il a sorti du bloc et sa direction avant qu'il y soit entré.

Vérifie ta lecture

1. Quelle relation existe-t-il entre la crête et la direction d'une onde ?
2. Pourquoi la direction d'un rayon lumineux change-t-elle lorsque la lumière passe d'un médium à un autre de densité différente ?
3. Que signifie « angle de réfraction » ?

La direction d'un rayon réfracté

Dans l'exemple de la fanfare, tu as constaté que lorsque les élèves ralentissent, leur direction dévie vers la normale. Habituellement, l'onde dévie vers la normale lorsqu'elle ralentit dans le second médium. Y a-t-il un moyen de prédire si une onde va ralentir ou s'accélérer lorsqu'elle passe d'un médium à un autre ?

La vitesse à laquelle la lumière traverse un matériau est déterminée par la densité du matériau. Généralement, la lumière voyage plus lentement dans un médium plus dense. C'est pourquoi le rayon lumineux dévie vers la normale lorsque la lumière passe d'un médium moins dense à un médium plus dense. Si la lumière passe d'un médium plus dense à un médium moins dense, le rayon lumineux s'éloigne de la normale en déviant. La figure 5.14 illustre ces principes.

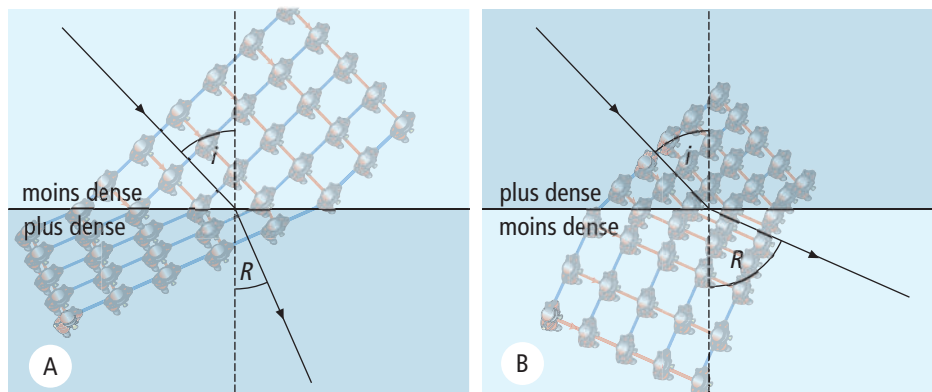


Figure 5.14 La direction dans laquelle un rayon réfracté voyage est relative à la densité de chacun des média traversés. Dans l'exemple A, la lumière ralentit lorsqu'elle passe dans le médium plus dense, comme les marcheurs de la fanfare ralentissaient lorsqu'ils atteignaient le terrain vaseux. Dans l'exemple B, la lumière accélère en quittant le médium plus dense, tout comme les marcheurs accélèrent lorsqu'ils retournaient sur le terrain plus ferme.

Les effets de la réfraction

Lorsque tu vois un objet, ton cerveau perçoit la lumière provenant de cet objet comme si elle avait voyagé en ligne droite jusqu'à ton œil. Mais si la lumière qui provient de l'objet a traversé un autre médium avant d'atteindre ton œil, elle n'a pas voyagé en ligne droite. Dans ce cas, l'objet ne se trouvera pas à l'endroit où ton cerveau t'indique qu'il se trouve.

Suggestion d'activité

Expérience 5-1D,
aux pages 184 et 185.



Figure 5.15 Tu sais que le crayon est droit mais il te semble dévié et brisé. Le crayon n'est pas dévié mais les rayons lumineux le sont.

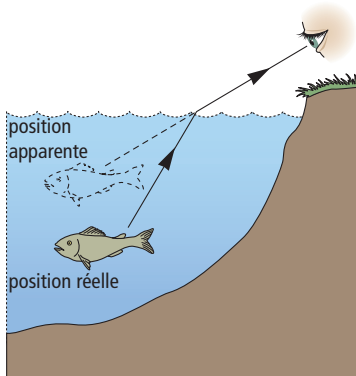


Figure 5.16 Sous l'eau, les objets ne se trouvent pas là où ils semblent être. L'eau n'apparaît pas aussi profonde qu'elle l'est en réalité.



Lien Internet

Les mirages que tu vois parfois sur les routes lorsqu'il fait très chaud sont aussi un effet de réfraction des rayons du Soleil. Pour en connaître davantage sur les mirages, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.
www.cheneliere.ca

Tu peux observer cet effet lorsque tu regardes un crayon partiellement plongé dans un verre d'eau (voir la figure 5.15). La lumière qui provient du haut du crayon se rend en ligne droite jusqu'à tes yeux. La lumière qui provient du bas du crayon est déviée lorsqu'elle passe dans l'eau.

La figure 5.16 montre l'image que ton cerveau te renvoie des objets se trouvant sous l'eau. La ligne pointillée montre comment ton cerveau interprète la trajectoire de la lumière. La ligne pleine montre la trajectoire réelle de la lumière. Elle dévie à la surface de l'eau avant d'atteindre tes yeux. Ton cerveau a du mal à déterminer l'emplacement réel de la portion submergée du crayon et le crayon semble cassé à la surface de l'eau.

Sachant qu'un poisson n'apparaît pas là où il se trouve réellement sous l'eau, tu te demandes peut-être comment les oiseaux marins parviennent à attraper des poissons sans difficulté. La figure 5.17 montre un pélican plongeant vers un poisson. En survolant l'eau, le pélican a vu le poisson et a plongé dans sa direction. Le pélican a développé l'habileté de savoir précisément où se trouve le poisson.



Figure 5.17 Le pélican plonge sous l'eau pour attraper sa nourriture.

Vérifie ta lecture

1. Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un médium plus dense à un médium moins dense, dans quelle direction le rayon réfracté va-t-il dévier relativement à la normale ?
2. Imagine que tu te trouves devant le bassin d'une fontaine et que plusieurs pièces de monnaie se trouvent au fond du bassin. Est-ce que les pièces de monnaie t'apparaissent au-dessus ou en dessous de leur position réelle ?

Dans cette activité, tu compareras la réflexion de la lumière sur la surface d'un liquide à la réflexion de la lumière sur la surface d'un miroir solide.

Matériel

- un verre en plastique transparent
- de l'eau
- du papier
- une règle
- un crayon en bois

Ce que tu dois faire

1. Remplis d'eau les trois quarts du verre. Dépose le verre sur une surface plane.
2. Examine la surface de l'eau sous différents angles jusqu'à ce que tu aperçoives une réflexion de la fenêtre ou la réflexion des lumières qui se trouvent au-dessus.
3. Trace un schéma des rayons pour montrer dans quelle direction la lumière se dirigeait avant t'atteindre ton œil. Indique la position de la source lumineuse, de la surface de l'eau et de ton œil. Ce dessin devrait présenter la situation du point de vue d'une personne qui l'observerait de côté.
4. Déplace le verre au bord de la table. Attends que l'eau cesse de bouger. Accroupis-toi afin de regarder sous la surface de l'eau.

5. Fais glisser le crayon en direction du verre et de ton œil. Déplace le crayon sur la table jusqu'à ce que tu aperçoives une réflexion du crayon sous la surface de l'eau.
6. Trace un schéma des rayons pour montrer la trajectoire de la lumière entre le crayon et ton œil.
7. Regarde de nouveau la réflexion du crayon comme à l'étape 5, mais cette fois en frappant doucement sur le bord du verre. Note tes observations.
8. Essuie les éclaboussures d'eau. Nettoie et range le matériel utilisé.

Qu'as-tu découvert ?

1. a) Dans les étapes 4 et 5, qu'est-il arrivé à la lumière qui a frappé le bas de la surface plane entre l'air et l'eau ?
b) Sur quel mécanisme repose ce comportement de la lumière ?
2. a) À l'étape 7, quel changement s'est produit à la surface de l'eau lorsque tu as frappé un coup sur le verre ?
b) Qu'est-il arrivé à la réflexion du crayon ?
3. Pendant la réflexion, qu'est-il arrivé à la direction vers laquelle la lumière se dirigeait ?
4. La lumière se réfléchit-elle selon les mêmes principes sur la surface de l'eau et sur la surface d'un miroir solide ? Explique ta réponse.



Fais glisser le crayon sur le pupitre vers le verre.

Suivez ce rayon réfracté!

Vérifie tes compétences

- Formuler une hypothèse
- Schématiser
- Mesurer
- Analyser

Matériel

- une boîte à rayons
- une feuille de papier blanc
- un plateau en plastique transparent étanche (le couvercle d'une boîte de cartes de souhaits, de chandelles, etc.)
- une règle
- un rapporteur
- de l'eau
- de l'huile végétale
- de l'alcool à friction

Vous travaillerez en petits groupes pour concevoir cette expérience. Vous observerez la réfraction de la lumière dans deux substances différentes. Lorsque tu as étudié la réflexion, tu as découvert des régularités : l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.

Question

Y a-t-il une règle pour décrire la trajectoire de la lumière réfractée ?

Hypothèse

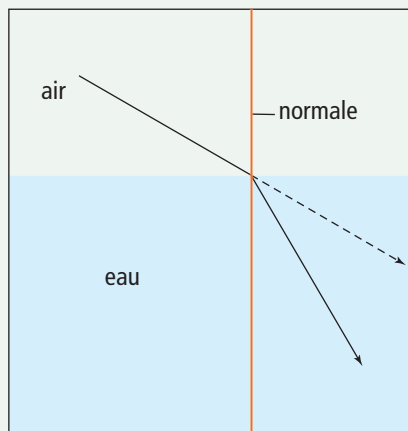
Formule une hypothèse sur la trajectoire de la lumière réfractée et vérifie-la.

Marche à suivre

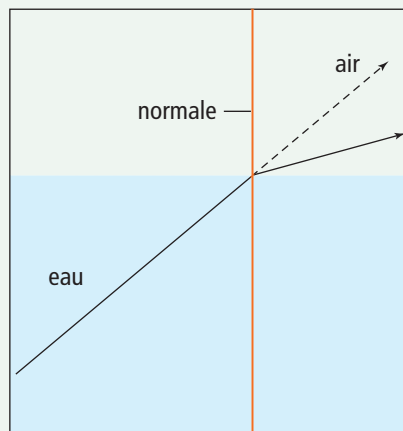
1. Dans votre groupe, concevez une marche à suivre qui vous permettra d'observer et de tracer la trajectoire de rayons lumineux qui traversent un plateau en plastique transparent étanche.
2. Rédigez une brève description de la marche à suivre que vous avez conçue. Demandez à votre enseignant ou enseignante de l'approuver.
3. Sur une feuille de papier, tracez des schémas sur lesquels vous allez inscrire vos observations.
4. Chacun de vos schémas devraient montrer les éléments suivants :
 - a) la trajectoire d'un rayon lumineux se trouvant d'abord dans l'air, traversant un côté du plateau de plastique transparent vide, puis retournant à l'air libre en traversant le côté opposé du plateau de plastique. Montrez la trajectoire en utilisant au moins trois angles différents.
 - b) la trajectoire du rayon incident traversant le plateau contenant de l'eau.
 - c) la trajectoire du rayon lumineux lorsqu'il traverse le plateau contenant i) de l'huile végétale, puis ii) de l'alcool à friction, pour le même rayon incident utilisé en a) et en b).
5. Essayez les éclaboussures puis lavez-vous les mains après l'expérience.



Expérimentation



A La lumière ralentit lorsqu'elle passe de l'air à l'eau et dévie vers la normale.



B La lumière accélère lorsqu'elle passe de l'eau à l'air et dévie en s'éloignant de la normale.

Analyse

1. Sur chacun de vos schémas, tracez la normale au point où le rayon lumineux passe d'un médium à l'autre. Si nécessaire, référez-vous aux schémas montrés ci-dessus.
2. Mesurez les angles sur chacun de vos schémas et inscrivez-les en vous servant des symboles i et R .

Conclusion et mise en pratique

1. La lumière dévie-t-elle vers la normale ou s'en éloigne-t-elle lorsqu'elle passe de l'air à un autre médium tel que l'eau ? Est-ce que vos observations concordent avec votre hypothèse ? Est-ce que d'autres groupes dans la classe ont obtenu des observations similaires ?
2. Qu'arrive-t-il à l'angle de réfraction lorsque l'angle d'incidence augmente ?

3. Qu'arrive-t-il à l'angle de réfraction lorsqu'un liquide autre que l'eau est utilisé mais que l'angle d'incidence reste le même ?
4. Les rayons lumineux s'éloignent-ils ou se rapprochent-ils de la normale lorsqu'ils passent d'un médium à un autre, tel que de l'eau à l'air ?
5. Y a-t-il un angle d'incidence qui ne produit aucun changement de direction de la lumière ? Trace un schéma montrant cette situation pour un rayon lumineux traversant une forme rectangulaire.
6. Rédige un énoncé répondant à la question posée au début de cette expérience.

Quelle est la grosseur de la Terre ?

Combien mesure la circonférence de la Terre ? Aujourd'hui, tu consulterais Internet pour trouver la réponse. Mais il y a 2250 ans, tu aurais posé la question à Ératosthène d'Alexandrie. Mathématicien et géographe, Ératosthène était le directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie, le plus important centre de connaissances de l'Antiquité.



Le mathématicien grec Ératosthène est né en Afrique du Nord en 276 avant notre ère.

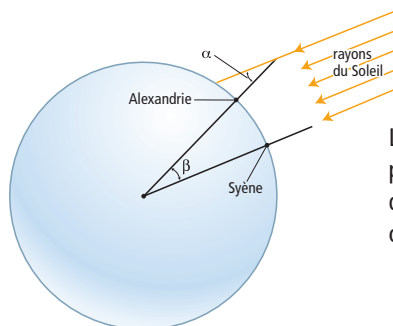
Comment Ératosthène s'y est-il pris pour mesurer la circonférence de la Terre ? Grâce à une expérience utilisant un rayon lumineux et à un peu de géométrie. À Syène, une ville située au sud d'Alexandrie, Ératosthène savait qu'en regardant le fond d'un puits, à midi le jour le plus long de l'année, il verrait une réflexion du Soleil. Cela signifiait qu'à ce moment précis, le Soleil se trouvait directement au-dessus de sa tête et que les mâts de drapeau, par exemple, ne projetteraient aucune ombre.

Exactement au même moment, à sa résidence d'Alexandrie située plus au nord, il était impossible de voir le Soleil au fond d'un puits et les mâts de drapeau projetaient une ombre. Après avoir mesuré certains angles et tracé un schéma des rayons, Ératosthène a fait une étonnante découverte. En géométrie, on sait que lorsque deux droites parallèles sont traversées par une troisième droite, certains angles formés sont égaux, dont les angles alternes-internes.

En quoi cette information est-elle utile ? Autant à Syène qu'à Alexandrie, les mâts de drapeaux pointent directement vers le centre de la Terre. Ils se croisent en formant un des deux angles alternes-internes. Pour

trouver l'autre angle alterne-interne, on regarde le rayon de lumière qui passe au-dessus du mât de drapeau à Alexandrie et qui crée une ombre au sol.

Ératosthène a mesuré cet angle. Il a découvert que cet angle mesurait $7,2^\circ$. Étant donné qu'un cercle complet mesure 360° , on divise $7,2^\circ$ par 360° pour calculer la distance qui sépare les deux villes, soit environ le 50^{e} de la distance autour de la Terre. La distance entre Syène et Alexandrie est d'environ 800 kilomètres. La circonférence de la Terre est 50 fois plus grande, soit 40 000 km. Nous savons que la circonférence de la Terre varie entre 40 008 km et 40 075 km selon l'endroit où on la mesure. Ératosthène avait trouvé la bonne réponse à plus ou moins 1 %. Une prouesse extraordinaire !



L'angle alterne-interne passe au-dessus du mât de drapeau et crée une ombre au sol.

Questions

1. Si le mât de drapeau à Syène et celui à Alexandrie pointent directement vers le centre de la Terre, pourquoi les mâts ne sont-ils pas parallèles ?
2. Pourquoi l'angle formé par les mâts de drapeau et le centre de la Terre est-il identique à l'angle formé par le rayon du Soleil et le mât de drapeau d'Alexandrie ?
3. Si la distance entre Syène et Alexandrie était de 500 km, et que l'angle alterne-interne était le même, quelle serait la circonférence de la Terre ?

Des concepts à retenir

1. Compare les mots suivants :
 - a) translucide et transparent ;
 - b) transmettre et absorber ;
 - c) réfléchir et réfracter.
2. L'angle d'incidence d'un rayon de lumière est de 43° . Quel est l'angle de réflexion ?
3. La lumière ralentit lorsqu'elle passe de l'air à l'eau. Explique pourquoi elle change alors de direction.
4. Pourquoi peux-tu voir ton reflet dans une feuille de papier d'aluminium lisse, mais non dans une boule de papier d'aluminium chiffonnée ?
5. Lorsque tu regardes un objet brillant et que tu y vois ta propre réflexion, s'agit-il de réflexion spéculaire ou de réflexion diffuse ? Explique.

Des concepts clés à comprendre

6. Explique en quoi les ombres sont des exemples de la propagation rectiligne.
7.
 - a) Que signifie le mot « normale » dans un schéma des rayons représentant une réflexion ?
 - b) Que signifie un changement de normale lorsque tu représentes une réflexion ? Explique.
8. Pourquoi un crayon à demi plongé dans un verre d'eau semble-t-il brisé. Dessine un schéma pour illustrer ton explication.



9.
 - a) Trace une droite qui représente un miroir plat. Ajoute ensuite une normale perpendiculaire au miroir. Trace un rayon de lumière qui touche le miroir au même endroit que la normale. Complète le schéma des rayons en montrant la réflexion du rayon.
 - b) Indique le rayon incident, la normale, le rayon réfléchi, l'angle d'incidence et l'angle de réflexion.
10. Un miroir semi-transparent reflétera et réfractera simultanément un rayon de lumière incident. Trace une ligne droite qui représente la surface d'un miroir. Montre un rayon de lumière qui frappe la surface du miroir à un angle légèrement vers le bas. Le rayon se divise en un rayon réfléchi et en un rayon réfracté qui traverse le verre. En dessinant ton croquis, assure-toi d'utiliser les lois de la réflexion. Le rayon réfracté déviara de la normale, car le verre est plus dense que l'air.
11. Pourquoi est-il préférable que les pages d'un livre soient rugueuses plutôt que lisses et glacées ?

Pause réflexion

Dans le chapitre 4, tu as vu les types de rayonnement électromagnétique comme les rayons X et les rayons gamma. Selon toi, la propriété de réflexion s'applique-t-elle aux rayonnements invisibles ? Explique ta réponse.

5.2 Les images dans les miroirs plans

Selon les lois de la réflexion, tous les miroirs reflètent la lumière. Les miroirs plans créent une image à l'endroit où la distance entre l'image et le miroir semble la même que celle entre le miroir et l'objet. L'image reflétée est de la même taille que l'objet. Les images des miroirs plans sont des images virtuelles.

Mots clés

distance de l'image
distance de l'objet
image
image virtuelle
miroir plan
rayons prolongés

Tu peux apercevoir ton reflet lorsque tu regardes une étendue d'eau calme ou que tu te places devant une vitrine de magasin. Lorsque tu te vois dans une réflexion, il s'agit en réalité d'une « reproduction » de toi-même appelée une **image**. La plupart du temps, tu regardes probablement ton image dans un miroir plat et lisse appelé **miroir plan**.

Les réflexions de réflexions

5-2A

ACTIVITÉ d'exploration

Dans cette activité, tu verras combien de réflexions il est possible de voir dans deux miroirs plans.

Matériel

- deux miroirs plans
- du ruban-cache
- un rapporteur
- un trombone

Consigne de sécurité



- Manipule prudemment les miroirs et les trombones pliés.



Compte les images dans chaque miroir.

Ce que tu dois faire

1. Crée un tableau pour y inscrire tes données. Donne un titre à ton tableau.
2. Place les miroirs l'un contre l'autre, les surfaces réfléchissantes vers l'intérieur. Relie-les avec du

ruban-cache à une extrémité afin que tu puisses ouvrir ou fermer les miroirs. Inscris « G » (gauche) sur un miroir et « D » (droit) sur l'autre.

3. Utilise un rapporteur pour re fermer les miroirs à un angle de 72° .
4. Plie une tige du trombone selon un angle de 90° et place-le près de l'avant du miroir D.
5. Compte le nombre d'images du trombone que tu vois dans les miroirs D et G. Inscris les résultats dans ton tableau de données.
6. Tout en tenant le miroir D, fait glisser lentement le miroir G pour former un angle de 90° . Compte le nombre d'images du trombone dans chaque miroir et inscris les résultats.
7. Tout en tenant le miroir D, fait glisser lentement le miroir G pour former un angle de 120° . Compte le nombre d'images du trombone dans chaque miroir et inscris les résultats.

Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle est la relation entre le nombre de réflexions et l'angle entre les deux miroirs ?
2. Comment utiliserais-tu les deux miroirs pour voir une réflexion de l'arrière de ta tête ?

Les miroirs plans

Comment des rayons réfléchis créent-ils une image dans un miroir? Lorsque la lumière se reflète sur un objet tel qu'un bleuet, la lumière reflète tous les points du bleuet dans toutes les directions. La figure 5.18 montre seulement quelques-uns des rayons qui se reflètent à partir d'un seul point sur le bleuet. Tous les rayons qui se reflètent du bleuet dans le miroir obéissent aux lois de la réflexion. Les rayons qui parviennent à tes yeux semblent venir d'un point situé derrière le miroir. Ton cerveau est conditionné à voir la lumière se déplacer en ligne droite. C'est pourquoi il interprète la trajectoire de la lumière qui atteint ton œil comme si l'image du bleuet se trouvait derrière le miroir. Pour déterminer l'emplacement où le cerveau « voit » le bleuet, trace une ligne entre l'œil et le miroir et prolonge-la derrière le miroir jusqu'à l'endroit où semble se trouver le bleuet. Ces **rayons prolongés** sont illustrés dans la figure 5.18 par des lignes pointillées. Lorsque tu prolonges plusieurs rayons, les lignes convergent sur un point unique derrière le miroir. Ce point représente l'emplacement de l'image. Tu pourrais continuer ainsi à partir d'autres points sur le bleuet afin de déterminer avec précision l'emplacement de l'image complète du bleuet.

L'image du bleuet est une **image virtuelle** parce que les rayons lumineux qui pénètrent dans l'œil ne sont que l'*apparence* de l'objet. Les rayons reflétés ne convergent pas réellement; seuls les rayons prolongés convergent sur l'objet. Lorsque l'image se trouve derrière le miroir, l'image est virtuelle.

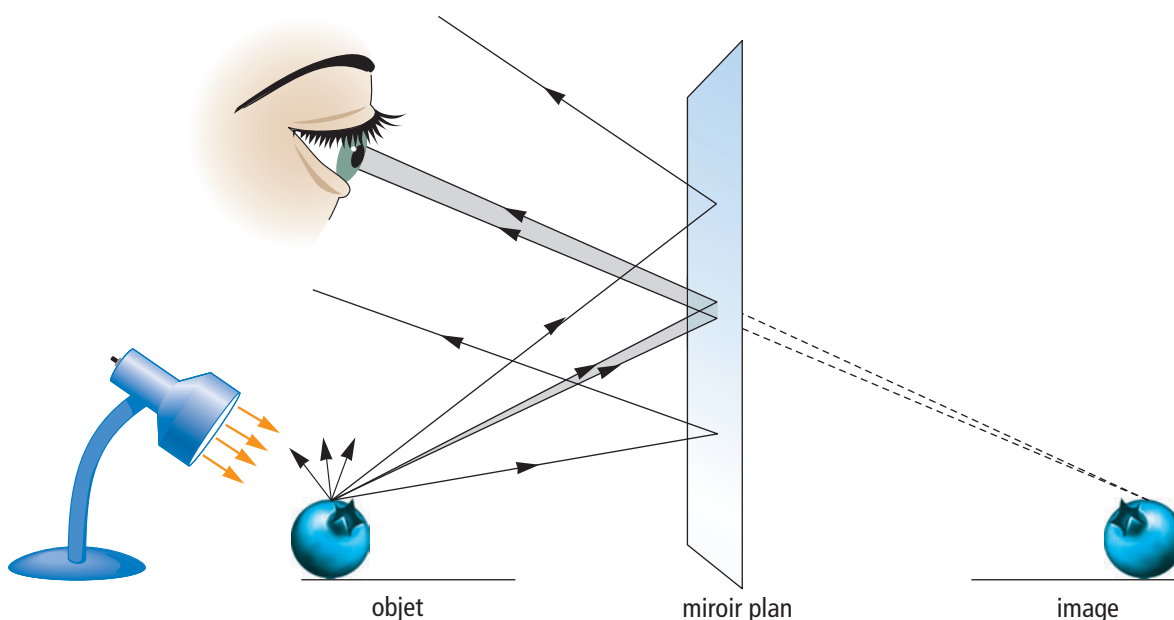


Figure 5.18 Une petite partie seulement de la lumière réfléchie d'un objet entre dans l'œil de l'observateur.

Suggestion d'activité

Expérience 5-2B,
aux pages 192 et 193.

Suggestion d'activité

Expérience 5-2C,
à la page 194.

Prédire les caractéristiques d'une image

Le miroir a plusieurs utilisations possibles lorsqu'on comprend certaines propriétés à propos des images qu'ils produisent. Il est possible de prédire certaines caractéristiques d'une image en posant quatre questions :

Quelle est la taille de l'image par rapport à celle de l'objet ?

À quelle distance se trouve l'image par rapport à l'objet lui-même ?

L'image est-elle à l'endroit ou à l'envers ?

L'image est-elle virtuelle ?

Si tu mesures la longueur d'un objet et celle de son image dans un miroir plan, tu t'apercevras qu'elles sont les mêmes. En mesurant la distance de l'objet au miroir, tu obtiendras la **distance de l'objet**. Puis, en mesurant la distance d'une image au miroir (tu peux mesurer cette distance en plaçant une règle entre l'objet et le miroir), tu obtiendras la **distance de l'image**. Dans un miroir plan, l'image et l'objet sont à la même distance du miroir. Par la suite, tu remarqueras que l'image dans un miroir plan a la même orientation que l'objet. Si l'objet est à l'endroit, l'image le sera aussi. Finalement, tu t'apercevras que l'image se trouve derrière le miroir. Aucun rayon lumineux ne converge sur l'image, l'image est donc virtuelle.

Les points suivants résument les caractéristiques des images d'un miroir plan :

- La taille de l'image est la même que celle de l'objet.
- La distance de l'image par rapport au miroir est égale à la distance de l'objet.
- L'image est à l'endroit (son orientation est la même que celle de l'objet).
- L'image est virtuelle.

Tu remarqueras une autre caractéristique intéressante des images dans un miroir plan lorsque tu lèves la main gauche devant un miroir. Dans l'image, c'est la main droite qui semble levée. Toutes les images dans un miroir sont inversées, de droite à gauche et de gauche à droite, par rapport à l'objet qu'elles reflètent (voir la figure 5.19).



Figure 5.19 Lorsque tu regardes du texte dans un miroir, il devient extrêmement difficile à lire parce qu'il semble avoir été écrit à l'envers.

L'utilisation des miroirs plans

Le miroir de ta salle de bain est probablement le miroir plan auquel tu penses spontanément. La figure 5.20 te montre d'autres utilisations de miroirs plans.



Figure 5.20 Alors que certains miroirs facilitent simplement notre vie quotidienne, d'autres jouent un rôle essentiel. A) Un conducteur a besoin d'un rétroviseur pour savoir ce qui se passe derrière son véhicule sans devoir se retourner. B) Le dentiste a besoin d'un miroir dentaire pour examiner les dents et détecter la présence de caries ou d'autres problèmes. C) Les inspecteurs se servent d'un miroir d'inspection pour vérifier s'il n'y a pas de marchandises ou de personnes illicites dans le véhicule. D) Le capitaine d'un sous-marin utilise un périscope, un appareil de forme cylindrique doté de miroirs, pour repérer discrètement les navires dans les parages. E) Le marin dans un sous-marin peut déployer le périscope juste au-dessus de la surface de la mer pour observer les navires à proximité et ce, à l'insu des personnes à bord du navire.

Vérifie ta lecture

1. Pourquoi ton cerveau perçoit-il l'image d'un objet derrière un miroir plan ?
2. Qu'est-ce qu'une image virtuelle ?
3. Comment décrirais-tu une image dans un miroir plan ?

Vérifie tes compétences

- Observer
- Mesurer
- Classifier
- Évaluer l'information

Consigne de sécurité

- Fais attention à ne pas te couper, car les bords d'un miroir sont parfois tranchants.

Matériel

- une boîte à rayons
- un petit miroir plan (environ 5 cm sur 15 cm) avec un support
- un petit objet dont une extrémité est pointue, par exemple un petit crayon ou un clou (la longueur de l'objet doit être inférieure à celle du miroir)
- un rapporteur
- une règle
- un crayon
- une feuille de papier

Lorsque tu te regardes dans un miroir, la lumière qui se réfléchit sur ton visage se disperse dans toutes les directions. Le miroir réfléchit une partie des rayons lumineux vers toi. Ceux-ci suivent une trajectoire constante puisque ton image reste inchangée dans le miroir.

Au cours de cette activité, tu apprendras à dessiner un schéma. Lorsque tu auras terminé, tu analyseras la relation entre le rayon incident et le rayon réfléchi. Ces résultats te permettront de démontrer les lois de la réflexion.

Question

Comment se comporte la lumière réfléchie sur une surface plane ?

Hypothèse

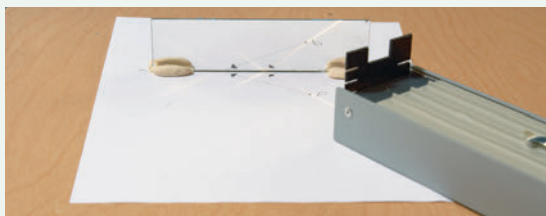
Quelle est la relation entre l'angle d'incidence et l'angle de réflexion ? Formule une hypothèse et mets-la à l'essai.

Marche à suivre

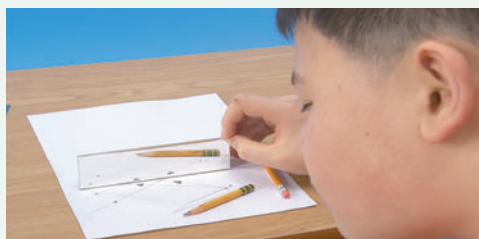
1. Près du centre de la feuille de papier, trace une droite symbolisant la surface réfléchissante d'un miroir plan. (C'est souvent l'envers d'un miroir, car l'endroit est recouvert d'une couche de verre protecteur.) Écris « miroir plan » sur cette droite.
2. Dépose le petit objet sur la feuille de papier à environ 5 à 10 cm de la ligne symbolisant le miroir plan. Trace la forme de l'objet. Écris « P » à l'extrémité pointue de l'objet et « O » à l'autre extrémité.
3. Retire l'objet. Trace deux droites du point « P » à la droite désignée « miroir plan ». Ajoute à chaque droite une pointe de flèche pointant vers le miroir. Ces droites représentent la trajectoire de deux rayons lumineux incidents de l'objet au miroir.
4. Dépose soigneusement le miroir sur son support. Assure-toi d'orienter la surface réfléchissante du miroir le long de la droite tracée à l'étape 1.



Expérimentation



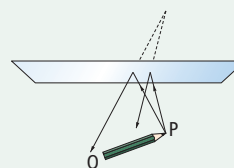
5. À l'aide de la boîte à rayons, dirige un faisceau de lumière étroit sur l'un des rayons incidents du point P. Trace une ligne en pointillé pour bien indiquer le rayon réfléchi le long de la trajectoire de la lumière réfléchie.
6. Retire le miroir et la boîte à rayons. Situe le rayon réfléchi en traçant une droite se prolongeant jusqu'au miroir sur la ligne en pointillé. Dessine une flèche dans la direction opposée au miroir pour signaler que c'est un rayon réfléchi.
7. Au point de convergence du rayon incident et du rayon réfléchi correspondant, trace une droite jusqu'au miroir en formant un angle de 90° . Désigne cette droite la « normale ».
8. Mesure l'angle d'incidence (l'angle que forment la normale et le rayon d'incidence) et note le résultat.
9. Mesure l'angle de réflexion (l'angle que forment la normale et le rayon réfléchi) et note le résultat.
10. Répète les étapes 4 à 9 pour le deuxième rayon incident.
11. Si tu disposes de suffisamment de temps, répète les étapes 3 à 9 pour le point O.



12. Dépose à nouveau le miroir et l'objet sur la feuille. Examine l'image de l'objet et les rayons réfléchis tracés. De quel point les rayons réfléchis semblent-ils provenir ?

Analyse

1. Si tu disposais de suffisamment de temps, combien de rayons aurais-tu pu tracer à partir du point P ? (Tu n'as pas à les dessiner. Réfléchis et réponds à la question.)
2. Comment l'angle de réflexion se compare-t-il à l'angle d'incidence ?
3. Prolonge chaque rayon réfléchi derrière le miroir le long de la ligne en pointillé. Désigne le point de convergence des deux lignes en pointillé par « P' ». C'est l'emplacement de l'image. Mesure la distance perpendiculaire entre :
 - a) le point P (l'objet) et le miroir ;
 - b) le point P' (l'image) et le miroir.
 Comment se comparent ces distances ?



Conclusion et mise en pratique

1. À partir des résultats obtenus, décris la relation entre l'angle d'incidence et l'angle de réflexion. Cette relation confirme-t-elle ton hypothèse ? Explique.
2. Tu as tracé le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale sur la surface lisse d'une feuille de papier. Comment appelle-t-on une surface lisse ? Énonce cette relation dans une formule mathématique.
3. Selon tes résultats, comment la distance de l'image au miroir se compare-t-elle à celle de l'objet au miroir ?

Vérifie tes compétences

- Prédire
- Observer
- Analyser
- Communiquer

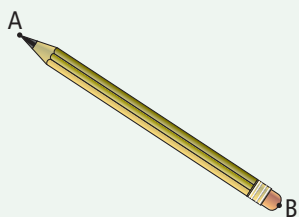
Consigne de sécurité

- Fais attention à ne pas te couper, car les bords d'un miroir sont parfois tranchants.

Matériel

- une boîte à rayons
- un petit miroir plan avec un support
- un rapporteur
- une règle
- un crayon
- une feuille de papier

miroir plan



À l'aide d'un schéma et des lois de la réflexion, tu formuleras ici des prédictions sur la formation d'une image. Tu les vérifieras ensuite au moyen d'une boîte à rayons.

Question

Avec quel degré de précision peux-tu prédire l'emplacement de l'image à l'aide d'un schéma ?

Marche à suivre

1. Trace près du centre de la feuille de papier une droite représentant la surface d'un miroir plan.
2. À environ 10 cm de la droite, dépose un objet, comme un petit crayon. Désigne par A l'une des extrémités du crayon et par B l'autre extrémité, tel qu'illustré. Trace les contours du crayon.
3. Retire l'objet. Dessine un schéma des rayons et l'image en prolongeant les rayons réfléchis qui convergent derrière le miroir jusqu'au point de rencontre.
4. Dépose le miroir sur son support. Assure-toi d'orienter la surface réfléchissante du miroir le long de la droite.
5. À l'aide de la boîte à rayons, dirige un faisceau de lumière étroit sur chacun des rayons incidents. Compare le rayon réfléchi obtenu à l'aide de la boîte à rayons à celui que tu prévoyais obtenir. Si le rayon réfléchi réel ne correspond pas au rayon réfléchi prévu, dessine l'emplacement du rayon réfléchi réel.
6. Pose l'objet sur le contour que tu as tracé. Examine l'image dans le miroir et compare-la à celle que tu as dessinée. Ton dessin correspond-il à l'image reflétée dans le miroir ?

Analyse

1. Combien de rayons tracés ressemblaient aux rayons réfléchis réels que tu as observés avec le concours de la boîte à rayons ?
2. Selon toi, l'image que tu as dessinée correspond-elle bien à l'image reflétée dans le miroir ?

Conclusion et mise en pratique

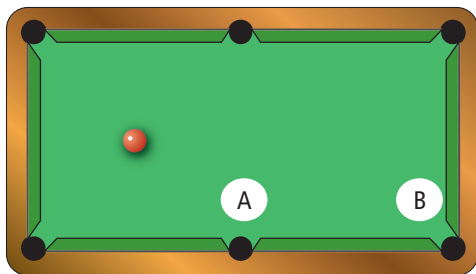
1. Explique la raison pour laquelle les rayons réfléchis prédits pourraient NE PAS correspondre aux rayons réfléchis réels.
2. Comment pourrais-tu dessiner un schéma plus précisément ?

Des concepts à retenir

1. Lorsque tu vois un objet dans un miroir plan, les rayons lumineux transmettent une image à tes yeux.
 - a) D'où les rayons semblent-ils provenir?
 - b) D'où les rayons proviennent-ils en réalité?
2. Dessine un schéma des rayons d'un objet se reflétant dans un miroir plan et sers-toi des lois de la réflexion pour prédire l'image. Trace et indique la normale. Mesure et indique les angles d'incidence et de réflexion.
3. Quelle est la différence entre l'image créée dans un miroir plan et l'objet qu'elle reflète?
4. Indique les relations entre un objet et une image reflétée par un miroir plan.
5. Donne au moins trois exemples d'utilisation de miroirs plans.

Des concepts clés à comprendre

6. L'illustration ci-dessous représente une table et une boule de billard.



Lorsqu'une boule frappe l'un des côtés de la table, elle rebondit en obéissant aux lois de la réflexion. Copie l'illustration sur une feuille de papier. Trace la trajectoire que suivrait la boule pour rebondir sur le côté opposé de

- la table et tomber dans la poche A. Refais le même exercice pour la poche B. Astuce: Si le côté de la table où rebondit la boule est une surface réfléchissante, où se situe l'image de la poche que tu vises? Pourquoi viserais-tu cette image?
7. Si tu peux apercevoir le visage d'une autre personne dans un miroir, que voit cette personne dans le même miroir? Explique.



Pause réflexion

Si tu regardes la partie avant d'une ambulance, tu verras le mot « ambulance » écrit à l'envers (voir la photo). Pourquoi est-il écrit à l'envers?



5.3 Les images formées par un miroir courbe

Un miroir concave possède une surface creuse et réfléchissante. Les images dans un miroir concave peuvent être réelles ou virtuelles, à l'endroit ou inversée, de taille inférieure ou supérieure à celle de l'objet. Ces caractéristiques dépendent de l'emplacement de l'objet par rapport au foyer du miroir. Un miroir convexe possède une surface bombée et réfléchissante. Les images dans un miroir convexe sont virtuelles, à l'endroit et de taille inférieure à celle de l'objet. Tu peux te servir de schémas des rayons pour prévoir les caractéristiques d'une image formée dans un miroir concave ou convexe.

Mots clés

axe principal
foyer
image réelle
miroir concave
miroir convexe
sommet



Figure 5.21 As-tu remarqué que la surface du miroir est courbe ? Le centre du miroir est bombé. Les rétroviseurs latéraux des voitures sont des miroirs convexes. Si tu passes ta main sur la surface du miroir, elle semble plane. Pourquoi ?

À la section 5.1, tu as vu que la distance entre le miroir plan et l'image est égale à la distance entre le miroir plan et l'objet. L'avertissement dans le rétroviseur de la figure 5.21 signale que les objets réels sont plus rapprochés qu'il n'y paraît. En quoi un miroir courbe modifie-t-il une image ? Comment peut-on prédire les caractéristiques des images reflétées par des miroirs courbes comme celui-ci ? Dans cette section, tu apprendras à prédire la façon dont se formeront les images dans des miroirs courbes et à en décrire les caractéristiques.

Une simple cuiller t'en apprendra beaucoup sur les miroirs courbes.

Matériel

- une cuiller possédant deux surfaces réfléchissantes

Ce que tu dois faire

1. Place la cuiller devant ton visage. Regarde l'image.
2. Approche la cuiller aussi près de ton visage que possible. Tu dois encore y distinguer ton image. Décris-en les caractéristiques.
3. Éloigne lentement la cuiller de ton visage et décris les changements constatés dans l'image. Si tu peux encore voir ton image en tenant la cuiller au bout de ton bras, demande à un

ou une autre élève de tenir la cuiller et de s'éloigner. Décris les changements constatés dans l'image.

4. Retourne la cuiller et examine l'image de ton visage au dos de la cuiller.
5. Rapproche et éloigne la cuiller de ton visage et observe les changements constatés dans l'image. Décris-les.

Qu'as-tu découvert ?

1. En quoi l'image de ton visage dans la partie creuse de la cuiller est-elle différente de celle dans un miroir plan ?
2. En quoi l'image de ton visage au dos de la cuiller est-elle différente de celle dans un miroir plan ?

Les miroirs concaves

As-tu déjà vu ta réflexion dans un miroir grossissant ? Lorsque tu mets ton visage près du miroir, il grossit beaucoup l'image de ton visage. Lorsque tu t'éloignes du miroir, tu verras que ton image rapetisse et devient inversée ! Comment un seul miroir peut-il créer toutes ces images ?

Les miroirs grossissants que l'on utilise pour le rasage ou le maquillage sont des exemples de miroirs concaves. Les **miroirs concaves** possèdent une surface réfléchissante et courbée vers l'intérieur, comme dans un bol ou une sphère. La surface courbe du miroir réfléchit la lumière d'une façon particulière, créant ainsi une image déformée de l'objet réfléchi (voir la figure 5.22).



Figure 5.22 Les miroirs concaves créent des images qui déforment l'apparence de l'objet réfléchi.

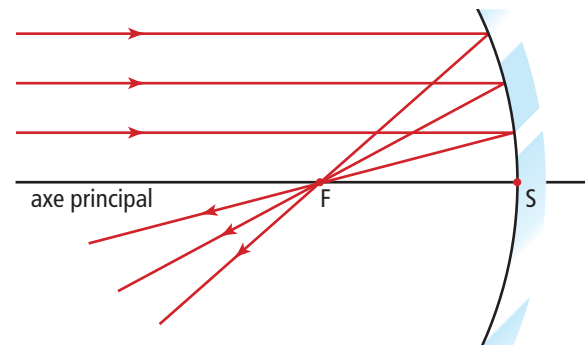
À l'aide d'une boîte à rayons, précise le foyer de divers miroirs concaves.

Le foyer d'un miroir concave

Les miroirs concaves, comme les miroirs plans, réfléchissent la lumière conformément aux lois de la réflexion. Par contre, ils réfléchissent les rayons lumineux d'une façon particulière en raison de leur forme creuse. Les rayons de lumière réfléchis voyagent en direction d'un même point, c'est-à-dire qu'ils convergent.

Tu peux observer cet effet en traçant une ligne représentant la normale au centre d'un miroir concave. Cette ligne deviendra l'**axe principal**. Le point où l'axe principal croise le miroir se nomme le **sommet** (S). Si tu traces ensuite des rayons de lumière orientés en direction du miroir parallèlement à l'axe principal, tu verras que tous les rayons réfléchis se rencontrent en un point (voir la figure 5.23). Ce point est appelé le **foyer** (F) du miroir.

Figure 5.23 L'axe principal est la normale au centre d'un miroir concave. Les rayons parallèles à l'axe optique passent tous par le foyer lorsqu'ils sont réfléchis.



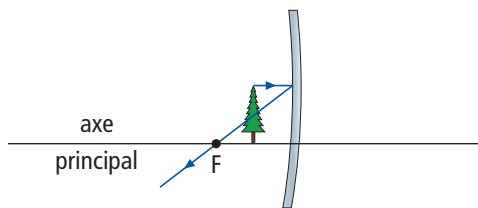
Des schémas des rayons pour des miroirs concaves

Tu as utilisé des schémas des rayons pour prédire les images créées par des miroirs plans. Tu peux aussi prédire les caractéristiques d'une image produite par un miroir concave avec un schéma des rayons. Le schéma des rayons t'indique où se trouvent le haut et le bas de l'image. Bien que plusieurs rayons voyagent entre l'objet et le miroir, ces deux points te révéleront à eux seuls toutes les autres caractéristiques de l'image : sa taille, son emplacement, son orientation et son type.

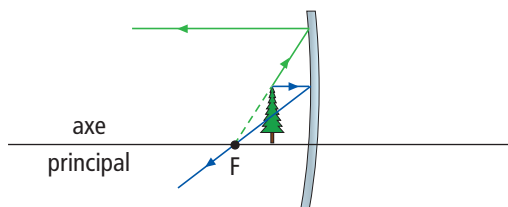
Il est facile de trouver l'emplacement du bas de l'image lorsque tu places l'objet sur l'axe principal, qui représente la normale du miroir. Un rayon lumineux qui voyage du bas de l'objet jusqu'au miroir sera réfléchi à l'envers, de sorte que le bas de l'image se situera aussi directement sur l'axe principal.

Pour trouver l'emplacement du haut de l'image, tu devras tracer trois rayons à partir du haut de l'objet.

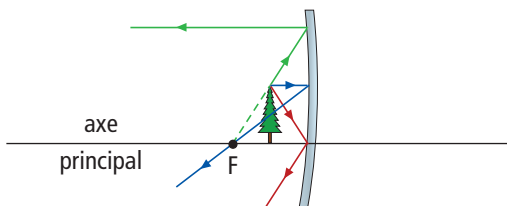
1. Trace un rayon parallèle à l'axe principal, et le rayon réfléchi (ou une prolongation du rayon réfléchi) passant dans le foyer.



2. Trace un rayon ou le prolongement d'un rayon passant par le foyer, et le rayon réfléchi qui voyage parallèlement à l'axe principal. (Si l'objet se trouve entre le foyer et le miroir, tu devras prolonger le rayon derrière le foyer.)



3. Trace un rayon voyageant vers le sommet, et réfléchi au même angle.



(Souviens-toi que les lois de la réflexion s'appliquent à tous ces rayons.)

Le haut de l'image est situé au point où les trois rayons se croisent. Si l'objet se trouve entre le foyer et le miroir, tu devras prolonger les rayons derrière le miroir pour déterminer le point où ils se croisent pour former une image.

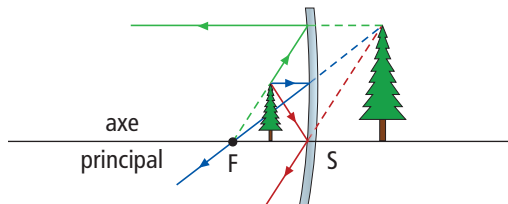




Figure 5.24 Les deux miroirs ci-dessus sont concaves. Pourquoi l'un reflète-t-il une image à l'endroit alors que l'autre reflète une image inversée ?



Figure 5.26 Lorsque l'image se situe entre le foyer et le miroir concave, la taille de l'image sera supérieure à la taille de l'objet. Ainsi, les miroirs concaves sont souvent utilisés comme miroirs à maquillage.

Prédire les caractéristiques d'une image à l'aide des schémas des rayons

Comment expliquer qu'un miroir concave puisse créer différentes images lorsque la distance entre ton visage et le miroir varie (voir la figure 5.24)? Si tu dessines un schéma des rayons pour des objets situés à divers endroits, tu observeras que les caractéristiques de l'image dans un miroir concave dépendent de la distance qui sépare l'objet du miroir qui le réfléchit.

L'objet situé entre le foyer et le miroir

Souviens-toi que si tu tiens un miroir à maquillage grossissant très près de ton visage, l'image sera très grosse (voir la figure 5.26). En traçant les trois rayons à partir du haut de l'objet, tu pourras prédire l'image. Regarde le schéma des rayons de la figure 5.25 pour voir comment l'image est créée.

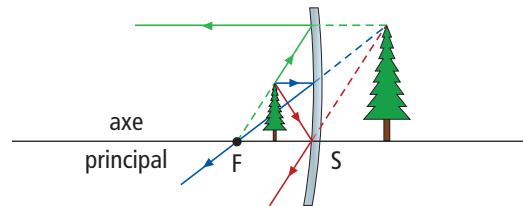


Figure 5.25 Le schéma des rayons pour un objet situé entre F et S.

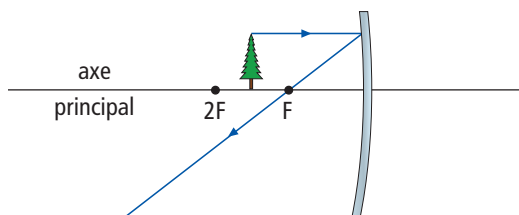
Dans le cas d'un miroir concave, lorsque l'objet se situe entre le foyer et le miroir, l'image possède les caractéristiques suivantes :

- la taille de l'image est supérieure à celle de l'objet ;
- la distance de l'image est supérieure à la distance de l'objet ;
- l'image est à l'endroit ;
- l'image est virtuelle.

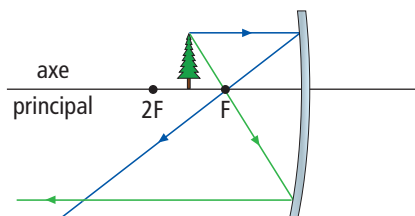
L'objet situé entre le foyer et un point deux fois plus éloigné du miroir

Lorsque tu éloignes un miroir à maquillage de ton visage, ton reflet s'inverse éventuellement. Trace les trois rayons à partir du haut de l'objet pour comprendre pourquoi.

1. Trace un rayon parallèle à l'axe principal et un rayon réfléchi qui passe par le foyer.



- Trace un rayon passant par le foyer et un rayon réfléchi parallèle à l'axe principal.



- Trace un rayon voyageant jusqu'au sommet, à l'endroit où l'axe principal croise le miroir.

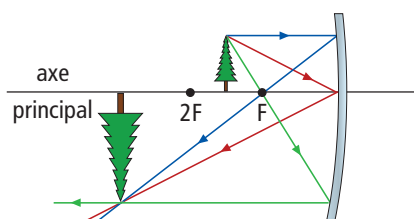


Figure 5.27 Le schéma des rayons pour un objet situé entre F et 2F.

Dans un miroir concave, lorsque l'objet se situe entre le foyer et à deux fois la distance du foyer, l'image possède les caractéristiques suivantes :

- la taille de l'image est supérieure à celle de l'objet ;
- la distance de l'image est supérieure à la distance de l'objet ;
- l'image est inversée ;
- l'image est réelle.

Les images réelles

Qu'est-ce qu'une **image réelle**? Une image est réelle lorsque les rayons réfléchis (NON PAS les rayons prolongés) se croisent. Souviens-toi que les images virtuelles que tu as vues se formaient derrière le miroir. Une image réelle se situera devant le miroir. Contrairement à une image virtuelle, l'image réelle que tu verras dans le miroir sera un peu déformée. En plaçant un écran à l'endroit où se trouve une image réelle, tu verras une image claire et reconnaissable sur l'écran. Ce n'est pas le cas pour une image virtuelle.

Le savais-tu?

Remarque les similitudes entre les trois rayons qui ont permis de former l'image aux figures 5.26 et 5.27. Sers-toi de la méthode des trois rayons pour former des images dans cette unité.

Un objet situé à plus du double de la distance du miroir au foyer

Que se passe-t-il lorsque tu éloignes un miroir à maquillage de ton visage? En traçant les trois rayons à partir du haut de l'objet, tu peux prédire l'image. Regarde le schéma des rayons à la figure 5.28 pour voir comment l'image est créée.

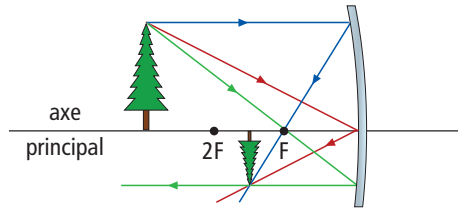


Figure 5.28 Le schéma des rayons pour un objet situé à plus de $2F$.

Dans un miroir concave, lorsque l'objet se situe à plus de deux fois la distance du foyer, l'image possède les caractéristiques suivantes :

- la taille de l'image est inférieure à celle de l'objet ;
- la distance de l'image est inférieure à la distance de l'objet ;
- l'image est inversée ;
- l'image est réelle.

Tu comprends maintenant pourquoi le même miroir peut produire une image qui est soit à l'endroit soit à l'envers, et une image dont la taille est soit supérieure soit inférieure à l'image qu'elle reflète. Tu sais comment prédire et donner les caractéristiques de l'image, quel que soit l'endroit où se trouve l'objet. Ce sont ces habiletés importantes qui ont permis l'utilisation de miroirs concaves pour une variété d'usages.



Lien Internet

Tu trouveras dans Internet plusieurs simulations à l'aide de miroirs, d'objets, de schémas et d'images. Pour en connaître davantage, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.
www.cheneliere.ca

Vérifie ta lecture

1. Décris en quoi l'approche utilisée pour tracer les trois rayons à partir du haut de l'objet serait différente selon l'endroit où se situe l'objet.
2. Quelle est la différence entre une image virtuelle et une image réelle?
3. Fais un tableau qui donne les quatre caractéristiques de l'image pour un objet situé entre F et S , entre F et $2F$ et à plus de $2F$.
4. Sers-toi des trois rayons pour tracer un schéma des rayons pour un objet situé à exactement deux fois la distance du foyer. Décris les caractéristiques de l'image.

Suggestion d'activité

Expérience 5-3B,
à la page 207.

L'utilisation des miroirs concaves

Les miroirs concaves ont plusieurs utilités. Lorsqu'un faisceau lumineux est placé au foyer du miroir, la lumière est réfléchiée en rayons parallèles qui forment un puissant faisceau lumineux (voir la figure 5.29A). Ce genre de miroir est utilisé dans les spots, les lampes de poche, les rétroprojecteurs, les phares et les phares de voiture (voir la figure 5.29B). Puisque les miroirs concaves concentrent la lumière si efficacement, ils sont utilisés pour recueillir la lumière dans les plus gros télescopes.

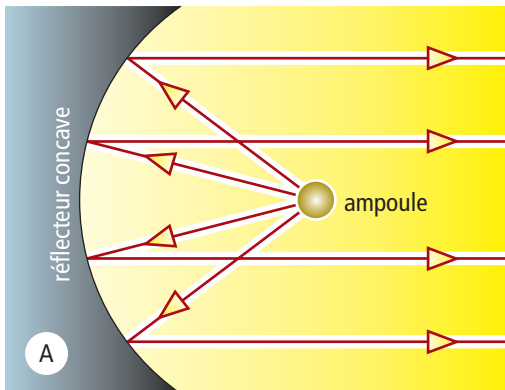
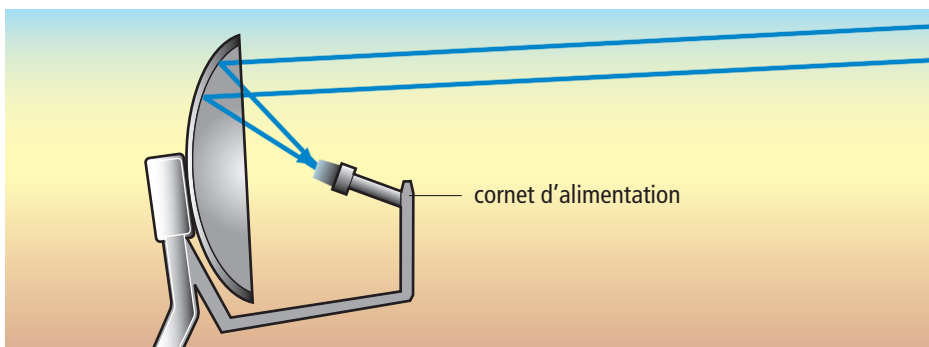


Figure 5.29A Dans les phares, un réflecteur concave capte la lumière de l'ampoule et la réfléchit en rayons parallèles. Cela produit un puissant faisceau lumineux orienté vers l'avant.



Figure 5.29B Le réflecteur d'une lampe de poche.

Les antennes paraboliques qui captent les signaux de télévision sont des disques courbés qui reflètent les micro-ondes en provenance des satellites. Les faisceaux parallèles des micro-ondes qui proviennent des satellites sont réfléchis vers un détecteur situé sur le foyer de l'antenne (voir la figure 5.30). Le signal est transmis par câble à un récepteur installé dans la maison. Le récepteur convertit les signaux des micro-ondes en images et en son pour la télévision.



Le savais-tu ?

Le son obéit aux lois de la réflexion et se réverbère sur les surfaces dures. Les ornithologues amateurs peuvent ainsi capter les sons d'oiseaux. Ils utilisent un appareil composé d'une surface concave dure et d'un microphone fixé au foyer. L'appareil intercepte les sons provenant de l'emplacement ciblé et les réfléchit vers le microphone. Les sons sont enregistrés sur bande.



Figure 5.30 Une antenne parabolique capte, sous forme de rayons parallèles, les signaux micro-ondes émis par un satellite tournant autour de la Terre. La soucoupe creuse réfléchit tous les signaux vers le détecteur situé en son centre, le foyer.



Figure 5.31 Pourquoi les images de ce miroir sont-elles déformées ?

Les miroirs convexes

Tu as probablement déjà vu un miroir comme celui de la figure 5.31 au dépanneur. Il permet à un commis d'avoir une bonne vue d'ensemble des lieux. Les images y sont toutefois très déformées à cause de sa forme. Vois-tu comment le centre du miroir est plus proéminent ? Un miroir courbé vers l'extérieur, comme la surface extérieure d'un bol ou d'une sphère, est un **miroir convexe**.

Le foyer d'un miroir convexe

La surface bombée d'un miroir convexe fait diverger les rayons lumineux, c'est-à-dire qu'ils s'éloignent les uns des autres.

Pour observer cet effet, commence par tracer l'axe principal du miroir. L'axe principal représente la normale au centre du miroir convexe comme pour un miroir concave. En traçant ensuite des rayons de lumière parallèles à l'axe principal se dirigeant vers le miroir, tu verras que tous les rayons réfléchis s'éloignent les uns des autres (voir la figure 5.32). Ils ne se croiseront jamais. Par contre, si tu prolonges les rayons incidents derrière le miroir, les rayons prolongés convergent au foyer, F. Le foyer d'un miroir convexe se trouve derrière le miroir.

Sur le Web

À l'aide d'une boîte à rayons, précise le foyer de différents miroirs convexes.

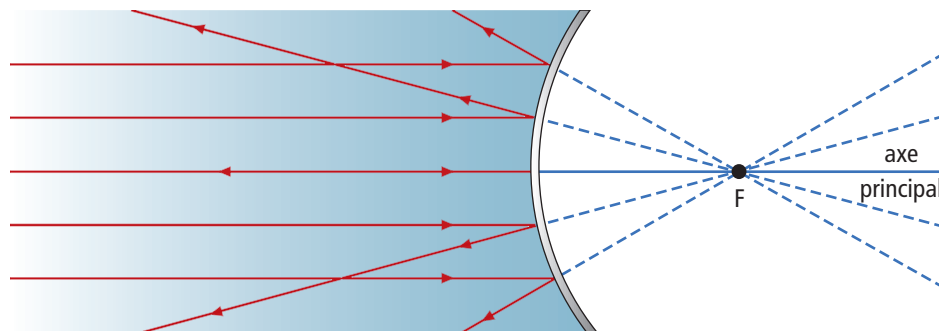
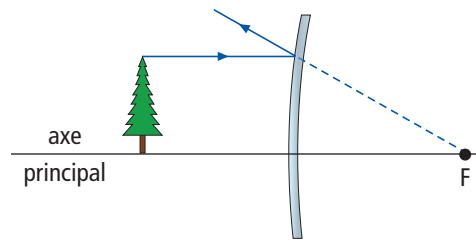


Figure 5.32 Le foyer d'un miroir convexe est toujours derrière le miroir. Tu peux quand même t'en servir pour tracer des schémas des rayons.

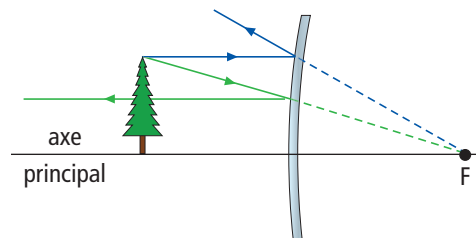
Les schémas des rayons pour les miroirs convexes

Le schéma d'un miroir convexe ressemble beaucoup à celui d'un miroir concave. En plaçant le bas de l'objet sur l'axe principal, tu sais que le bas de l'image se trouvera aussi sur l'axe principal. Si tu traces trois rayons à partir du haut de l'objet, tu pourras prédire l'image. Souviens-toi que tous les rayons obéissent aux lois de la réflexion. Les trois rayons sont les mêmes que ceux que tu as tracés dans le schéma des rayons des miroirs concaves.

1. Trace un rayon parallèle à l'axe principal, dont la réflexion traverse le foyer.



2. Trace un rayon prolongé jusqu'au foyer, avec un rayon parallèle réfléchi jusqu'à l'axe principal.



3. Trace un rayon passant par le sommet, et réfléchi au même angle. Prolonge le rayon réfléchi jusqu'à ce qu'il croise les deux premiers rayons.

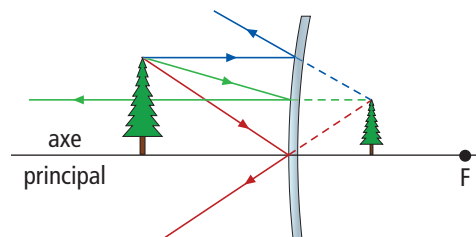


Figure 5.33 Le schéma des rayons pour un objet réfléchi dans un miroir convexe.

Les trois rayons prolongés se rencontrent au sommet de l'image.

Prédire les caractéristiques de l'image dans un miroir convexe

Un schéma des rayons te permet de prédire l'image d'un objet dans un miroir convexe. Le schéma te permet aussi de voir les caractéristiques de l'image.

L'image formée par un miroir convexe possède les caractéristiques suivantes :

- la distance de l'image est inférieure à la distance de l'objet ;
- la taille de l'image est inférieure à celle de l'objet ;
- l'image est à l'endroit ;
- l'image est virtuelle.

L'utilité des miroirs convexes

Les miroirs convexes sont très utiles parce qu'ils forment des images plus petites que les objets qu'ils reflètent. Pourquoi cette caractéristique est-elle importante? Les miroirs convexes peuvent réfléchir une plus grande surface que les miroirs plans de même dimension. Ils sont utilisés pour la surveillance car ils permettent de voir une grande surface à partir d'un même point d'observation. Les miroirs convexes peuvent également présenter un champ de vision plus étendu comme dans les rétroviseurs intérieur et latéraux des automobiles, des camions et des autobus scolaires (voir la figure 5.34A). Ils sont souvent installés dans des endroits où la visibilité est réduite, comme par exemple sur le coin des édifices, dans les courbes sur la route ou autres endroits potentiellement dangereux.

Parfois, les miroirs convexes sont utilisés dans les lampadaires de rue pour une autre raison : ils dispersent les rayons en les éloignant les uns des autres. Cela diffuse la lumière et permet d'éclairer une plus grande surface. Une boule en miroir possède également cette propriété (voir la figure 5.34B).

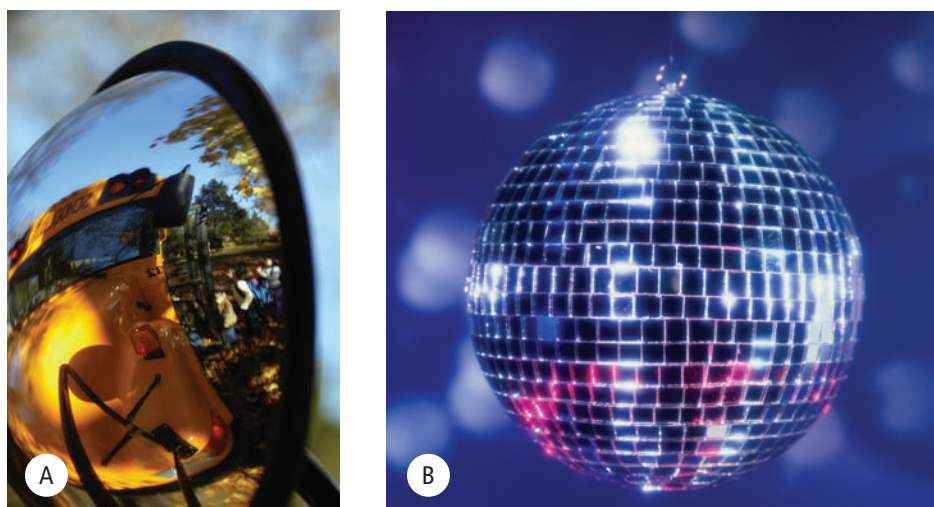


Figure 5.34 (A) Les miroirs convexes permettent aux conducteurs de voir un plus vaste périmètre autour de leur véhicule. (B) Les miroirs convexes projettent la lumière dans plusieurs directions.

Vérifie ta lecture

1. Quelle est la différence entre le foyer d'un miroir convexe et celui d'un miroir concave?
2. Si les rayons lumineux réfléchis d'un miroir convexe ne convergent jamais, comment peux-tu utiliser les trois rayons dans un schéma des rayons pour déterminer la forme de l'image?
3. Les caractéristiques d'une image dans un miroir convexe dépendent-elles de la distance à laquelle l'objet se trouve du miroir? Trace deux schémas des rayons pour illustrer ta réponse.

Expérimentation

Vérifie tes compétences

- Observer
- Analyser
- Mesurer
- Dessiner

Consignes de sécurité

- Fais attention à ne pas te couper, car les bords d'un miroir sont parfois tranchants.
- Fais attention à ne pas échapper un miroir.

Matériel

- trois miroirs concaves de courbures différentes
- un miroir plan
- un miroir convexe
- un morceau de carton blanc comme écran
- une pièce avec fenêtre

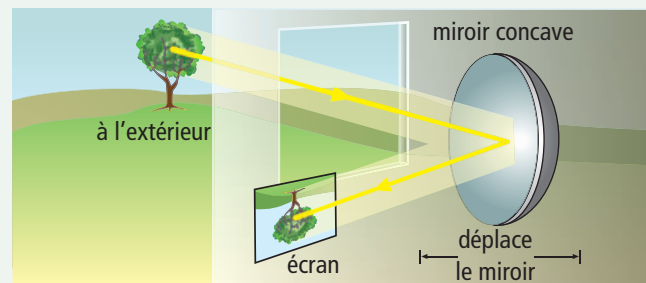
Au cours de cette expérience, tu vérifieras quels sont les miroirs qui peuvent ou ne peuvent pas former une image sur un écran.

Question

Quel type de miroir forme une image sur un écran ?

Marche à suivre

1. Debout à quelques mètres, tiens un miroir concave face à une fenêtre.
2. Debout à un mètre de toi, un ou une autre élève tient le carton blanc devant toi et le miroir.
3. Déplace le miroir jusqu'à ce que la lumière provenant de la fenêtre se réfléchisse sur le carton blanc, tel qu'illustré. Rapproche ou éloigne le miroir du carton pour y former l'image d'un objet situé à l'extérieur.



4. Observe l'image que tu aperçois sur l'écran et notes-en les caractéristiques, y compris la taille et le sens. Indique aussi si la courbure du miroir est importante, faible ou moyenne, comparativement aux deux autres miroirs.
5. Répète les étapes 1 à 4 avec les deux autres miroirs concaves.
6. Refais l'expérience avec le miroir plan et le miroir convexe.

Analyse

1. Quels miroirs ont formé une image sur l'écran ?
2. Compare la taille des images formées sur l'écran en fonction de la courbure des miroirs.

Conclusion et mise en pratique

1. Quels miroirs ont formé des images réelles ? Quels miroirs ont formé des images virtuelles ? Explique tes réponses avec tes observations.
2. Lequel des miroirs concaves a formé la plus grande image ? Ce miroir possédait-il la plus grande ou la plus petite courbure ?
3. Dessine un schéma qui montre la raison pour laquelle les courbures des miroirs forment des images de tailles différentes.

La captation de l'énergie solaire par des surfaces courbes

Le Soleil émet quotidiennement vers la Terre une quantité phénoménale d'énergie rayonnante. Si les êtres humains n'en captent qu'une infime partie, ils pourraient satisfaire tous leurs besoins énergétiques. De plus, l'énergie solaire entraînerait peu de problèmes de nature environnementale. Toutefois, elle s'étend sur de si gigantesques superficies qu'il se révèle très difficile d'en capter de vastes quantités. Des scientifiques ont mis au point des surfaces courbes réfléchissantes visant à concentrer une abondance d'énergie rayonnante sur une petite superficie.

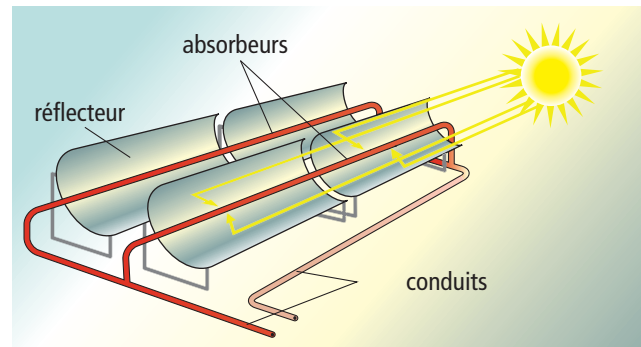
Voici l'un des premiers exemples de l'utilisation de surfaces courbes pour canaliser l'énergie solaire. Ce générateur



solaire, construit à Odeillo Font-Romeux en France, comprend 63 miroirs plans qui réfléchissent les rayons solaires sur un énorme miroir courbe. Celui-ci concentre les rayons lumineux sur un conteneur de stockage monté sur une tour. La température dans ce conteneur peut atteindre 3 000 °C. La chaleur accumulée permettrait la production d'électricité ou servirait le secteur industriel.

Un autre procédé de captation des rayons solaires repose sur l'exploitation de capteurs courbes. Ces derniers suivent le mouvement du Soleil pour stocker le plus d'énergie rayonnante possible. De longs conduits où circule du pétrole sont installés à proximité du foyer des capteurs. La concentration des rayons solaires chauffe suffisamment le pétrole pour amener l'eau au point d'ébullition. La vapeur d'eau alimente des génératrices qui produisent de l'électricité. L'illustration qui suit présente la trajectoire des rayons solaires,

des capteurs aux conduits. Dans la deuxième photo, les ouvriers debout près des capteurs mettent en relief la taille imposante de ce dispositif. La dernière photo montre le nombre de capteurs construits en un même endroit.

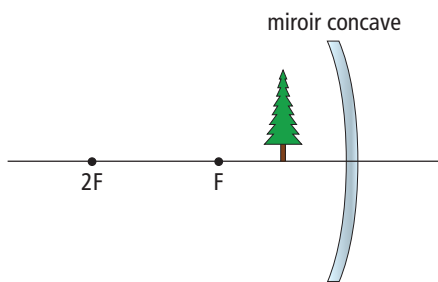


Questions

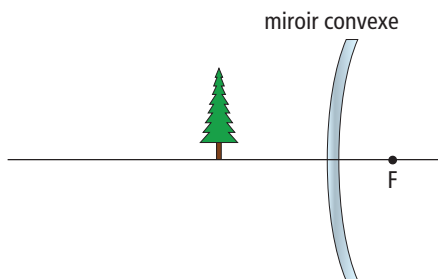
1. Explique la raison pour laquelle des surfaces courbes sont plus efficaces pour capter l'énergie rayonnante.
2. Selon toi, pourquoi des surfaces métalliques polies sont-elles préférées aux miroirs dans la construction de capteurs courbes ?

Des concepts à retenir

1. Quels sont les trois rayons qui te permettent de prédire une image dans un miroir courbe ?
2. Explique la marche à suivre pour situer le foyer d'un miroir concave.
3. Dessine un miroir concave, trace l'axe principal et précise l'emplacement du foyer.
4. Dans les deux cas ci-dessous, tu peux utiliser la méthode des trois rayons pour former l'image. La méthode que tu utilises pour tracer ces trois rayons sera-t-elle identique pour a et b ? Sinon, en quoi différera-t-elle à chaque étape ?
a)



b)



5. Nomme une utilisation courante des miroirs concaves.
6. Quelle caractéristique physique différencie un miroir convexe d'un miroir concave ?
7. Un miroir convexe peut-il former une image réelle ? Explique ta réponse à l'aide d'un schéma.
8. Décris l'utilisation d'un miroir convexe.

Des concepts clés à comprendre

9. Est-ce qu'un objet placé précisément sur le foyer d'un miroir concave crée une image ? Sers-toi d'un schéma des rayons pour donner ton explication. (Astuce : Peux-tu dessiner les trois rayons à partir du haut de l'objet ?)
10. Dessine deux schémas. Le premier pour illustrer un objet placé devant un miroir concave et le deuxième, un objet placé devant un miroir convexe. Décris l'image propre à chaque schéma.
11. Pourquoi est-ce important de tracer un axe principal et de placer la partie inférieure de l'objet sur cet axe lorsque tu traces les schémas des rayons de miroirs concave et convexe ?
12. Dessine un schéma illustrant la marche à suivre pour situer le foyer d'un miroir convexe.

Pause réflexion

Examine le rétroviseur latéral du véhicule de la figure 5.21 à la page 196. Est-ce un miroir plan, concave ou convexe ? L'avertissement signale que les objets réels sont plus rapprochés que ne le suggère l'image. Pourquoi les constructeurs d'automobiles installent-ils ce genre de miroir si les objets à l'arrière du véhicule paraissent ainsi plus éloignés qu'ils ne le sont vraiment ?

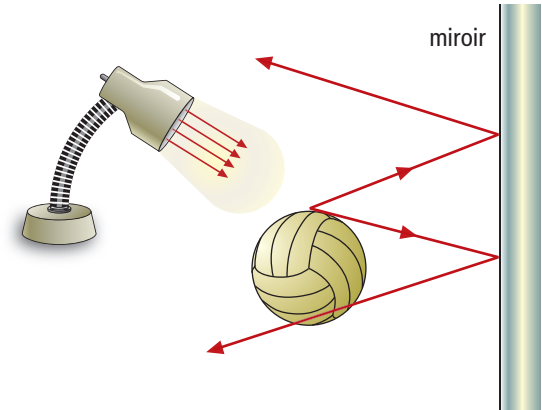
Prépare ton propre résumé

Tu as étudié dans ce chapitre les lois de la réflexion et les propriétés des miroirs plans, concaves et convexes. Tu as appris à tracer les rayons de miroirs courbes et à décrire les images formées. Rédige un résumé des idées principales de ce chapitre. Tu peux l'accompagner d'organiseurs graphiques ou d'illustrations. Organise-le au moyen des titres suivants :

1. Les lois de la réflexion
2. La réflexion spéculaire et la réflexion diffuse
3. La réfraction de la lumière
4. Les miroirs plans, concaves et convexes
5. Les schémas
6. L'utilisation des miroirs

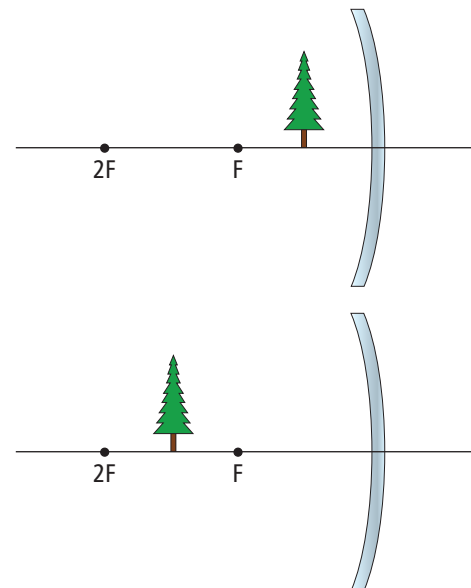
Des concepts à retenir

1. a) Dessine une surface plane réfléchissante, un rayon incident, une normale et un rayon réfléchi.
b) À l'aide de ton schéma, explique les lois de la réflexion.
2. Explique la différence entre la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse.
Laquelle te permet de voir ton reflet dans le miroir ?
3. Explique la raison pour laquelle la réflexion de la lumière te permet de lire les mots imprimés sur cette page.
4. Dans le schéma qui suit, une lampe éclaire un ballon. Les rayons lumineux se réfléchissent sur toutes ses parties. Le schéma illustre deux rayons qui sont réfléchis à un point du ballon, puis qui frappent la surface du miroir plan qui

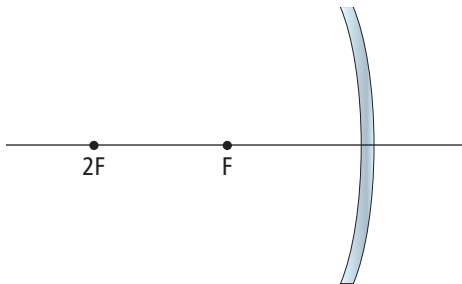


les réfléchit à son tour. Dessine un schéma similaire de la marche à suivre pour former l'image de ce point.

5. Examine le schéma de la question 4. L'image est-elle réelle ou virtuelle ? Explique.
6. Copie les schémas ci-dessous dans ton cahier.
 - a) Complète-les.
 - b) À l'aide des schémas, explique la formation d'images, à l'endroit et inversées, dans un miroir concave.
 - c) Indique si les images sont réelles ou virtuelles.



7. Qu'est-ce qu'un miroir sphérique? Pourquoi les miroirs concaves et convexes peuvent-ils être sphériques.
8. Pourquoi les miroirs concaves servent-ils souvent de miroirs à maquillage?
9. Copie le schéma ci-dessous dans ton cahier. Place un objet sur l'axe principal à un emplacement facilitant la formation d'une image réelle, inversée et de taille inférieure à celle de l'objet. Complète le schéma pour le prouver. (Tu feras peut-être plus d'un essai.)



10. Explique la fabrication d'un miroir convexe à partir d'une section d'une sphère à surface réfléchissante.
11. a) Trace une droite horizontale, puis une droite verticale coupant l'horizontale en son milieu.
b) Désigne la droite horizontale «axe principal».
c) Désigne la droite verticale «miroir convexe».
d) Dessine un objet à la gauche du miroir convexe.
e) Situe correctement le foyer sur l'axe principal.
f) Complète le schéma.
g) Indique si l'image est réelle ou virtuelle, à l'endroit ou inversée et précise si sa taille est supérieure ou inférieure à celle de l'objet.

Vérifie ce que tu as compris

12. Explique la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse par les lois de la réflexion.
13. Explique l'utilisation d'un écran pour savoir si une image est réelle ou virtuelle.
14. Pourquoi la partie inférieure d'un objet placé sur l'axe principal permet-elle de situer une image dans un schéma?
15. Pourquoi l'ampoule d'une lampe de poche est-elle fixée au foyer du réflecteur courbe?

Pause réflexion

As-tu déjà utilisé des miroirs pour voir l'arrière ou le côté de ta tête comme la fille de la photo? Explique l'énoncé ci-dessous qui décrit l'utilisation de ces deux miroirs.
« L'image de la fille dans le premier miroir devient un objet dans le deuxième miroir. »

