

# La réfraction et la formation des images par les lentilles



La plupart d'entre vous ont probablement déjà entendu parler de la possibilité d'allumer un feu avec une loupe, comme le fait le jeune garçon sur la photo ci-dessus. Cependant, imagine que tu fais du camping tôt au printemps : personne n'a apporté d'allumettes et tu n'as rien pour allumer un feu. Il est peu probable que tu aies apporté une loupe. Par contre, il y a de la glace transparente en bordure du lac. Pourrais-tu allumer un feu avec un morceau de glace ? Oui, à condition de comprendre comment les lentilles sont taillées et comment elles sont utilisées. Si tu savais comment transformer un morceau de glace en lentille, tu pourrais t'en servir pour faire converger les rayons du Soleil sur de l'herbe sèche et allumer un feu. Dans le présent chapitre, tu acquerras des connaissances sur les lentilles et la façon dont elles font converger la lumière. Tu étudieras également le rôle des lentilles dans la vision humaine et les technologies optiques.

## Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **distinguer** les lentilles concaves des lentilles convexes ;
- **expliquer** comment les lentilles influencent la réfraction de la lumière et la formation de l'image d'un objet ;
- **expliquer** comment les dispositifs optiques peuvent grossir l'image d'un objet ;
- **expliquer** le fonctionnement de la vision humaine ;
- **évaluer** différentes manières de corriger ou d'améliorer la vision humaine.

## Pourquoi est-ce important ?

Presque chaque jour, tu utilises un objet qui contient une ou plusieurs lentilles. Peut-être portes-tu des verres correcteurs ou te sers-tu d'un appareil photo. Mieux connaître la réfraction et les lentilles t'aidera à mieux comprendre le fonctionnement des appareils photo, des télescopes et des microscopes. Quand on comprend comment un instrument fonctionne, on peut mieux l'utiliser.

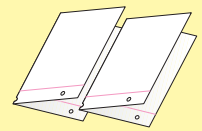
## Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

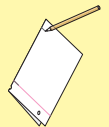
- **prédire** la direction de rayons lumineux réfractés ;
- **dessiner** les schémas des rayons de lentilles concaves et convexes ;
- **concevoir** et construire un télescope ou un microscope.

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

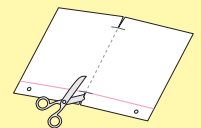
**ÉTAPE 1** Plie deux feuilles mobiles en deux, dans le sens de la largeur.



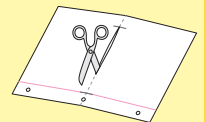
**ÉTAPE 2** Sur la ligne de pliure de chaque feuille, **fais une marque** à 2,5 cm de chaque bord extérieur. (Sur une feuille mobile, la marge est située à 2,5 cm du bord extérieur.)



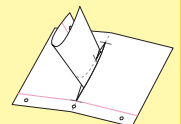
**ÉTAPE 3** **Coupe** l'une des deux feuilles le long de la ligne de pliure à partir des bords inférieur et supérieur, et ce, jusqu'aux marques faites précédemment.



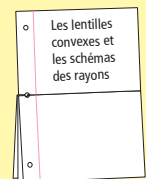
**ÉTAPE 4** **Coupe** l'autre feuille le long de la ligne de pliure, entre les deux marques.



**ÉTAPE 5** **Roule** la première feuille de papier en un long cylindre, glisse-la dans la grande fente découpée dans l'autre feuille, puis déroule-la de manière à ce que les plis des deux feuilles soient alignés.



**ÉTAPE 6** **Replie** les feuilles reliées le long de la pliure originale, de façon à créer un livre de huit pages. Dans le haut de chaque double page, inscris l'un des titres suivants : Les lentilles convexes et les schémas des rayons ; Les lentilles concaves et les schémas des rayons ; Les lentilles et la vision humaine ; Les technologies optiques modernes.



**Lis et écris** À mesure que tu avances dans ce chapitre, prends des notes sous l'onglet approprié.

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

## 6.1 Les lentilles concaves et convexes

Une lentille est un morceau de matière transparente qui peut dévier (réfracter) les rayons lumineux pour former une image nette. Une lentille possède deux foyers, un de chaque côté de la lentille. Les lentilles convexes sont plus épaisses au centre qu'en bordure et elles font converger les rayons lumineux (les rapprochent les uns des autres). Les lentilles concaves sont souvent utilisées comme loupes, car l'image d'un objet situé à moins de deux fois la distance focale de la lentille sera plus grande que l'objet lui-même. Les lentilles concaves sont plus minces au centre qu'en bordure. Elles font diverger les rayons lumineux (ils s'écartent les uns des autres). L'image produite par les lentilles concaves est toujours plus petite que l'objet observé.

### Mots clés

centre optique  
distance focale  
lentille  
lentille concave  
lentille convexe

Une **lentille** est un morceau de matière transparente, comme le verre ou le plastique, dont la forme est courbe, et qui réfracte la lumière de façon prévisible. Les lentilles sont de tailles et de formes très variées et sont faites de différents types de matériaux. Par exemple, la figure 6.1 nous présente deux appareils photo : l'un est doté de très grosses lentilles, et l'autre, de lentilles beaucoup plus petites. Ces lentilles sont en verre. Sur la dernière photo, on voit une personne en train de mettre une lentille cornéenne. Ce genre de lentille est fait de plastique souple. Peu importe leur taille ou le matériau dont elles sont constituées, les lentilles fonctionnent toutes selon le même principe, celui de la réfraction de la lumière.



**Figure 6.1** La taille et le type des lentilles utilisées dans les appareils photo varient beaucoup. On utilise certaines lentilles pour photographier des objets au loin, et d'autres pour faire des gros plans. Une lentille plus grosse capte plus de lumière et permet au photographe de prendre des photos sans éclairage supplémentaire. Les lentilles cornéennes servent à corriger la vision d'une personne.

Quand un rayon lumineux traverse une lentille, il est réfracté deux fois : à l'entrée de la lentille et à sa sortie. Qu'arrive-t-il à un rayon lumineux qui traverse une lentille ?

### Matériel

- une boîte à rayons
- une lentille concave
- une page imprimée
- une lentille convexe

### Ce que tu dois faire

1. Dirige les rayons lumineux de la boîte à rayons sur une lentille concave. Observe ce qui arrive aux rayons. Note tes observations sous la forme d'un schéma.
2. Examine un texte imprimé à travers une lentille concave. Observe l'apparence des caractères.

Note tes observations sous la forme d'un schéma.

3. Dirige les rayons lumineux sur une lentille convexe. Observe ce qui arrive aux rayons. Note tes observations sous la forme d'un schéma.
4. Examine un texte imprimé à travers une lentille convexe. Observe l'apparence des caractères. Note tes observations sous la forme d'un schéma.

### Qu'as-tu découvert ?

1. Compare l'apparence du texte selon chacune des deux sortes de lentilles employées.
2. Quel type de lentille serait-il préférable d'employer comme loupe ? Explique pourquoi.
3. À quoi pourrait-on utiliser l'autre lentille ?

## La réfraction de la lumière passant par les lentilles

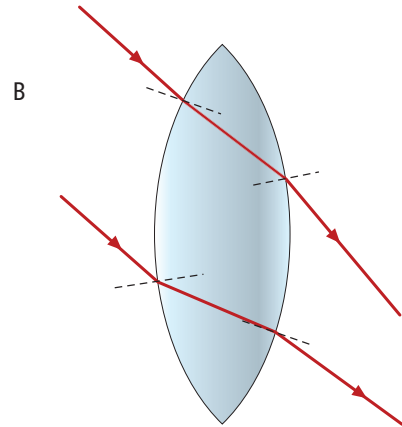
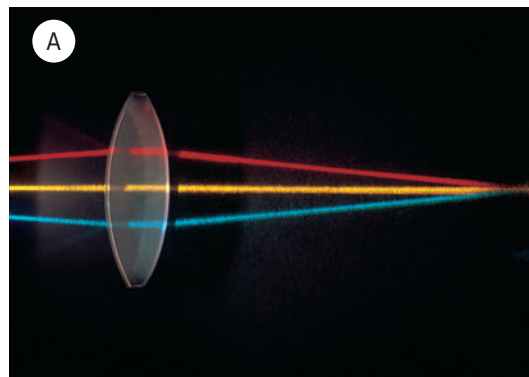
Tu sais que la lumière est réfractée lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre. Que se passe-t-il lorsqu'un rayon lumineux traverse un milieu tel le verre ou le plastique ? C'est ce qui se produit lorsque tu regardes un objet à travers une lentille (voir la figure 6.2).

On utilise les mêmes termes pour qualifier les lentilles et les miroirs incurvés. Une lentille qui est plus épaisse au centre que sur le bord est dite «convexe». Lorsqu'elle est plus mince au centre, elle est dite «concave».

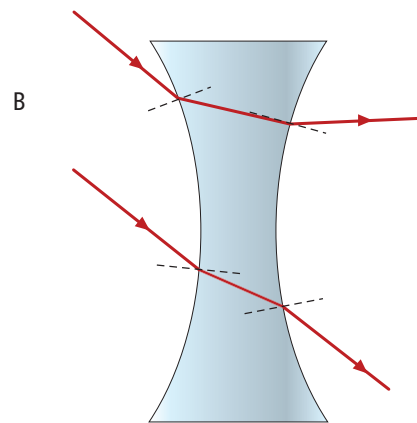
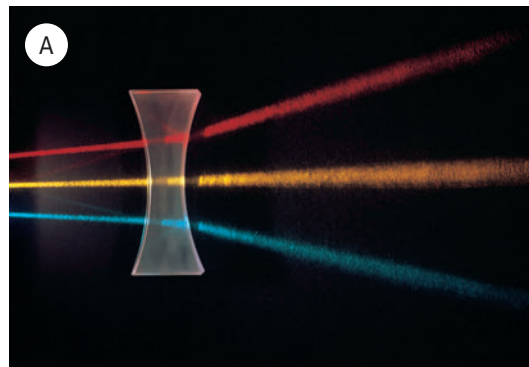


**Figure 6.2** Lorsqu'on regarde un objet à travers une lentille, son apparence s'en trouve modifiée.

Une **lentille convexe** réfracte les rayons lumineux les uns vers les autres: ils convergent (voir la figure 6.3). Lorsqu'ils traversent une **lentille concave**, les rayons lumineux s'écartent de plus en plus les uns des autres: ils divergent (voir la figure 6.4). Pour comprendre ce phénomène, rappelle-toi ce que tu as appris sur la réfraction au chapitre 5. Lorsque les rayons lumineux passent d'un milieu de faible densité, comme l'air, à un milieu plus dense, comme le verre ou le plastique, ils se rapprochent de la normale. Lorsqu'ils ressortent de l'autre côté de la lentille, repassant dans un milieu moins dense, ils s'éloignent de la normale.



**Figure 6.3** A) Après avoir traversé une lentille convexe, les rayons lumineux convergent. B) Lorsque les rayons pénètrent dans la lentille, ils sont déviés vers la normale (indiquée par la ligne en pointillé). Lorsqu'ils sortent de la lentille, ils sont déviés de la normale.



**Figure 6.4** A) Après avoir traversé une lentille concave, les rayons lumineux divergent. B) Lorsque les rayons pénètrent dans la lentille, ils sont déviés vers la normale (indiquée par la ligne en pointillé). Lorsqu'ils sortent de la lentille, ils sont déviés de la normale.

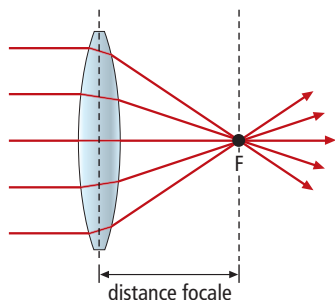
### Vérifie ta lecture

1. Fais le croquis d'une lentille convexe et celui d'une lentille concave.
2. Explique pourquoi deux rayons parallèles sont déviés selon des angles différents lorsqu'ils passent de l'air à une lentille concave.
3. Quel type de lentille fait diverger des rayons parallèles?

## Les lentilles convexes

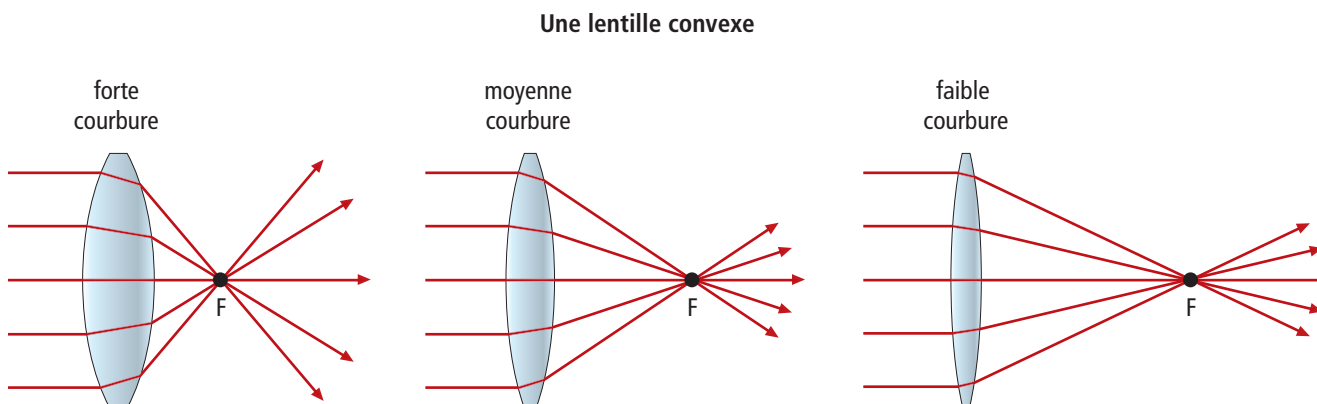
Si tu as réalisé l'Activité d'exploration 6-1A, tu as probablement découvert que les lentilles convexes peuvent servir de loupes, comme celle de la figure 6.5. Une fois que tu auras appris à dessiner un schéma des rayons pour une lentille convexe, tu seras capable d'expliquer pourquoi une lentille convexe permet d'obtenir une image agrandie d'un objet.

Plusieurs des termes vus lors de l'étude des miroirs s'appliquent aussi aux lentilles. La lentille convexe possède un foyer où les rayons lumineux convergent après avoir traversé la lentille. La **distance focale** de la lentille correspond à la distance entre le centre de la lentille et le foyer (voir la figure 6.6).

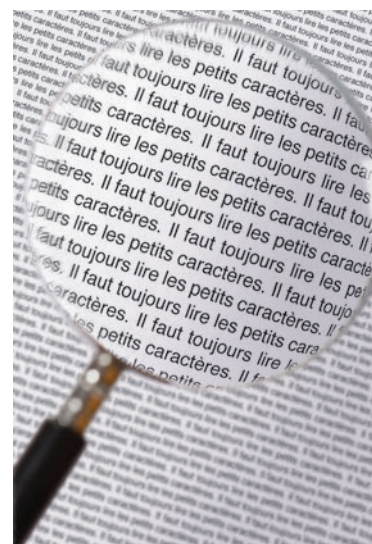


**Figure 6.6** Le foyer (F) d'une lentille convexe est le point où les rayons parallèles à l'axe principal convergent après avoir traversé la lentille. La distance entre le centre de la lentille et le foyer est appelée « distance focale ».

Chaque lentille est caractérisée par sa distance focale, et cette dernière dépend de la courbure des surfaces de la lentille. Comme l'illustre la figure 6.7, les lentilles qui présentent une courbure plus forte ont une distance focale plus petite. Rappelle-toi (chapitre 4) qu'il y a plusieurs siècles, Antonie Van Leeuwenhoek a étudié la courbure des lentilles. Quelle relation a-t-il découverte entre la courbure et le grossissement d'une lentille ?



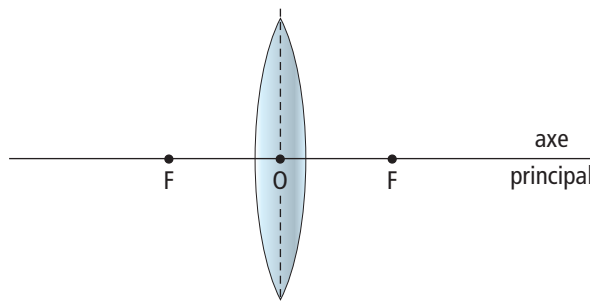
**Figure 6.7** L'importance de la courbure d'une lentille convexe détermine la capacité de la lentille à faire dévier la lumière qui la traverse ainsi que sa distance focale.



**Figure 6.5** Les lentilles utilisées dans les loupes sont des lentilles convexes.

Les lentilles, contrairement aux miroirs, peuvent être utilisées d'un côté comme de l'autre. Les lentilles possèdent deux foyers, un de chaque côté. Quand tu traces le schéma des rayons d'une lentille, tu dois placer un foyer de chaque côté de la lentille, comme l'illustre la figure 6.8. Remarque que la droite qui passe par le centre de la lentille est appelée « axe principal ». Le point situé au centre de la lentille sur l'axe principal est appelé le **centre optique**.

**Figure 6.8** Toutes les lentilles possèdent deux foyers, un de chaque côté. Ces foyers sont toujours équidistants de la lentille.



## La distance focale d'une lentille convexe

6-1B

## ACTIVITÉ d'exploration

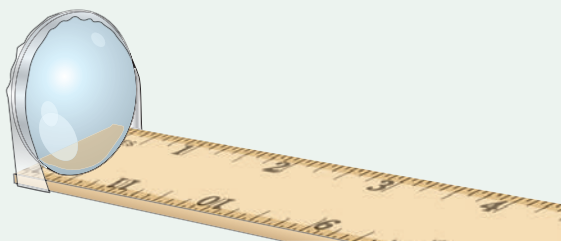
À l'aide du Soleil, tu peux déterminer la distance focale d'une lentille convexe.

### Matériel

- une lentille convexe
- une règle
- du ruban adhésif
- du carton blanc

### Ce que tu dois faire

1. À l'aide de ruban adhésif, fixe la lentille près de l'extrémité de la règle, comme sur l'illustration.



2. Installe-toi près d'une fenêtre par où pénètre la lumière du Soleil. Tiens la lentille et la règle de manière à ce que la lumière du Soleil traverse directement la lentille. **Attention :** Ne regarde pas directement le Soleil à travers la lentille.
3. Tiens le carton derrière la lentille et déplace-le le long de la règle jusqu'à ce que le point de lumière sur le carton soit le plus petit possible.
4. Mesure et note alors la distance entre la lentille et le carton.

### Qu'as-tu découvert ?

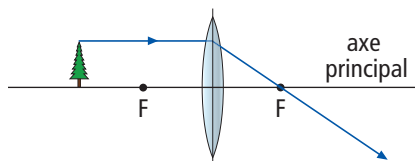
1. Quelle distance sépare la lentille et le carton au moment où le point de lumière était le plus petit possible ?
2. Qu'est-ce qui te fait dire que la distance mesurée correspond à la distance focale de la lentille ?
3. Si tu inversais la lentille, obtiendrais-tu le même résultat ? Pourquoi ?

## L'élaboration du schéma des rayons d'une lentille convexe

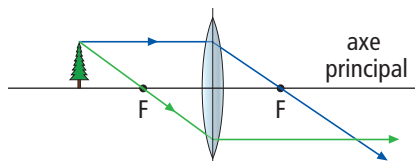
Tu penses peut-être que, lorsque tu traces le schéma des rayons d'une lentille, tu dois dessiner tous les rayons réfractés par chacune des deux surfaces. Eh bien non, cela n'est pas nécessaire. Il suffit de tracer le rayon incident et le dernier rayon réfracté, comme s'il n'y avait qu'une seule réfraction au centre de la lentille plutôt qu'à chacune des deux surfaces.

Pour tracer le schéma des rayons d'une lentille, suis les mêmes étapes que pour les miroirs sphériques. Si tu places la base de l'objet sur l'axe principal, la base de l'image sera sur l'axe principal. En traçant trois rayons à partir du sommet de l'objet, tu pourras prédire la position du sommet de l'image.

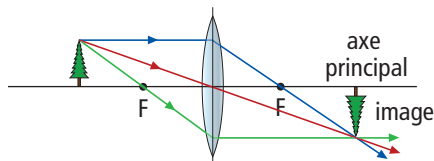
1. Trace un rayon parallèle à l'axe principal et son rayon réfracté qui passe par le foyer situé de l'autre côté de la lentille. (Trace le rayon comme s'il commençait à être réfracté au centre de la lentille.)



2. Trace un rayon qui passe par le foyer le plus rapproché de l'objet (le foyer situé du même côté de la lentille que l'objet). Ce rayon sera réfracté à partir du centre de la lentille, puis se propagera parallèlement à l'axe principal.



3. Trace un rayon qui se dirige vers le centre optique de la lentille. Il n'est pas réfracté et traverse la lentille sans être dévié.



Le sommet de l'image sera situé à l'intersection des trois rayons tracés.

### *Le savais-tu ?*

N'oublie pas que le rayon qui part de la base de l'objet et qui voyage le long de l'axe principal n'est pas dévié. C'est ainsi que l'on sait que la base de l'image sera située sur l'axe principal.

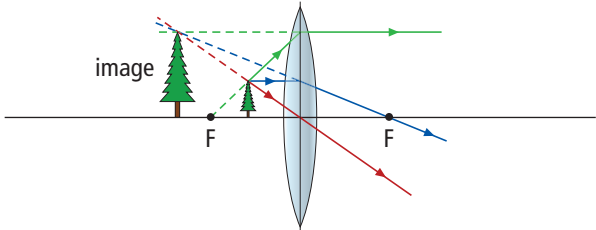
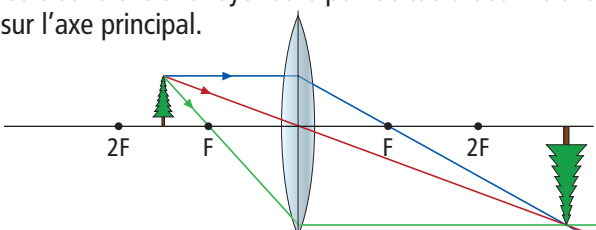
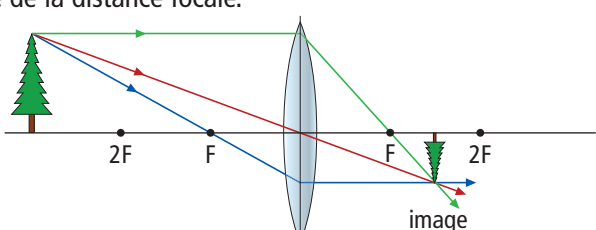


### Suggestion d'activités

Activité d'exploration 6-1C,  
à la page 224.  
Expérience 6-1D,  
à la page 225.

## Prédire les caractéristiques d'une image au moyen d'un schéma des rayons

Tu as vu que les lentilles convexes peuvent servir de loupes. Les lentilles convexes présentent-elles toujours une image agrandie des objets? En traçant le schéma des rayons d'un même objet situé en trois emplacements différents, tu pourras prédire les caractéristiques de l'image produite (taille, position, orientation et type). Il te suffit de placer l'objet à un endroit et d'utiliser la méthode des trois rayons (reporte-toi à la page 219). Selon les positions de l'objet, tu obtiendras des images fort différentes. La figure 6.9 ci-dessous montre des exemples de schémas des rayons pour quelques cas.

Schéma des rayons	Caractéristiques de l'image
<p>L'objet se trouve entre la lentille et le foyer.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• plus grande que l'objet</li><li>• plus loin de la lentille que l'objet</li><li>• à l'endroit</li><li>• virtuelle</li></ul>
<p>L'objet se trouve entre le foyer et le point situé à deux fois la distance focale sur l'axe principal.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• plus grande que l'objet</li><li>• plus loin de la lentille que l'objet</li><li>• renversée</li><li>• réelle</li></ul>
<p>La distance de l'objet à la lentille est supérieure au double de la distance focale.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• plus petite que l'objet</li><li>• plus près de la lentille que l'objet</li><li>• renversée</li><li>• réelle</li></ul>

**Figure 6.9** Examine chaque schéma et assure-toi de bien comprendre comment chaque rayon a été tracé. Remarque que, dans le premier schéma, les rayons réfractés ne se rencontrent pas. Pour localiser l'image formée, il te faut prolonger ces rayons du côté où se trouve l'objet.

La figure 6.9 montre que les caractéristiques d'une image formée par une lentille convexe dépendent de la distance entre l'objet et la lentille. Lorsque l'objet se trouve entre le foyer et la lentille, l'image est plus grande que l'objet. C'est ce que tu as pu voir à la figure 6.5 de la page 217, où une lentille servait de loupe. Lorsque l'objet se trouve entre le foyer et un point situé à deux fois la distance focale,

l'image est plus grande que l'objet, mais elle est renversée. Quand l'objet et la lentille sont distants de plus du double de la distance focale, l'image est plus petite que l'objet et elle est renversée.

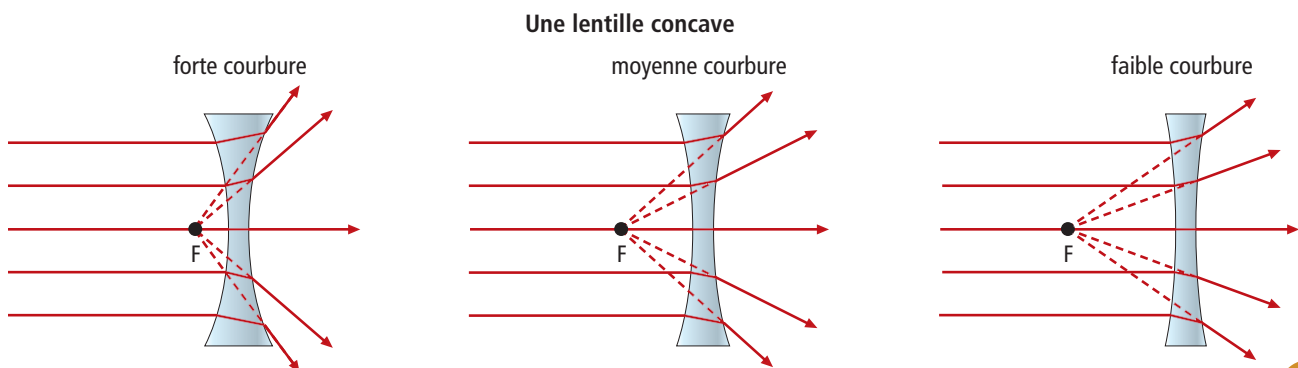
Remarque que, dans la figure 6.9, lorsque l'objet se trouve entre le foyer et la lentille convexe, l'image est virtuelle. Une image virtuelle est formée par le prolongement des rayons réfractés en arrière de la lentille. Dans le cas d'une image virtuelle, l'image et l'objet se situent du même côté de la lentille, tandis que dans le cas d'une image réelle, l'image et l'objet se situent de part et d'autre de la lentille.

### Vérifie ta lecture

1. Explique comment tu déterminerais le foyer d'une lentille convexe.
2. Explique la relation entre la courbure d'une lentille convexe et l'emplacement de son foyer.
3. Pourquoi les lentilles ont-elles deux foyers ?
4. Trace le schéma des rayons d'un objet situé exactement à deux fois la distance focale d'une lentille convexe. Prédis quelles seront les caractéristiques de l'image.

## Les lentilles concaves

Tu as vu à la figure 6.4 de la page 216 que lorsqu'un faisceau de lumière parallèle à l'axe principal traverse une lentille concave, les rayons divergent. Comment peux-tu déterminer le foyer d'une lentille concave si les rayons réfractés ne convergent pas ? D'une façon semblable à celle que tu as utilisée pour un miroir convexe. Après avoir tracé les rayons réfractés, tu prolonges le tracé de ces rayons par une ligne pointillée du côté de la lentille d'où ils proviennent (voir la figure 6.10). Le foyer se trouve au point d'intersection des lignes pointillées. Comme pour les lentilles convexes, chaque lentille concave se caractérise par sa distance focale, qui dépend de la courbure de la lentille. Comme l'illustre la figure 6.10, les lentilles qui présentent une courbure plus forte ont une distance focale plus petite.



**Figure 6.10** La position du foyer d'une lentille concave dépend de sa courbure.



**Lien**

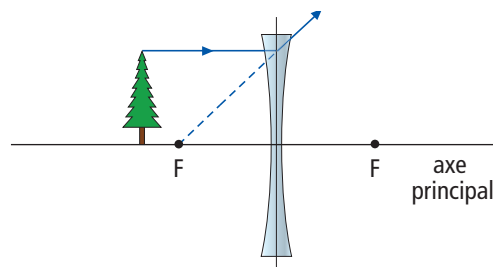
**Internet**

Internet offre plusieurs simulations de lentilles. Pour en trouver une et observer les objets et leur image dans des configurations différentes, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

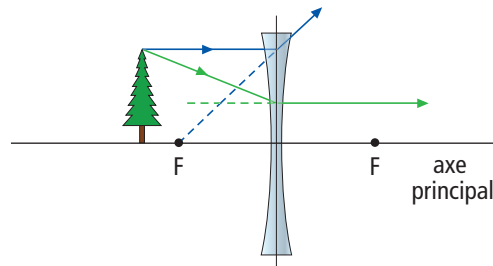
## L'élaboration du schéma des rayons d'une lentille concave

Les lentilles concaves, comme les lentilles convexes, possèdent deux foyers: un de chaque côté de la lentille et chacun équidistant de celle-ci. L'élaboration du schéma des rayons d'une lentille concave est très semblable à celle du schéma des rayons d'une lentille convexe. Tu sais qu'en plaçant la base de l'objet sur l'axe principal, la base de l'image sera elle aussi sur l'axe principal. Si tu traces trois rayons à partir du sommet de l'objet, tu pourras prédire l'emplacement du sommet de l'image. Ces trois rayons se tracent de la même façon que ceux des schémas des rayons des miroirs et des lentilles convexes. Tu devras cependant les prolonger du côté où se trouve l'objet afin de déterminer l'emplacement de l'image formée.

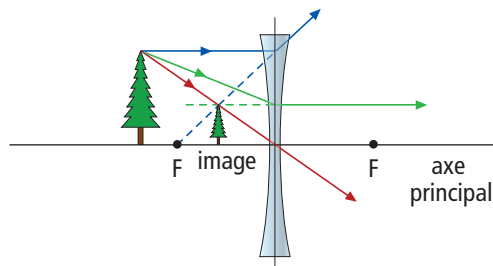
1. Trace un rayon parallèle à l'axe principal et son rayon réfracté dont le prolongement passera par le foyer situé du côté de l'objet.



2. Trace un rayon qui se dirige vers le foyer situé de l'autre côté de la lentille, et son rayon réfracté parallèle à l'axe principal. Prolonge le rayon réfracté du côté où se trouve l'objet.



3. Trace un rayon qui passe par le centre optique de la lentille. Il n'y a pas de réfraction à cet endroit et le rayon n'est pas dévié.



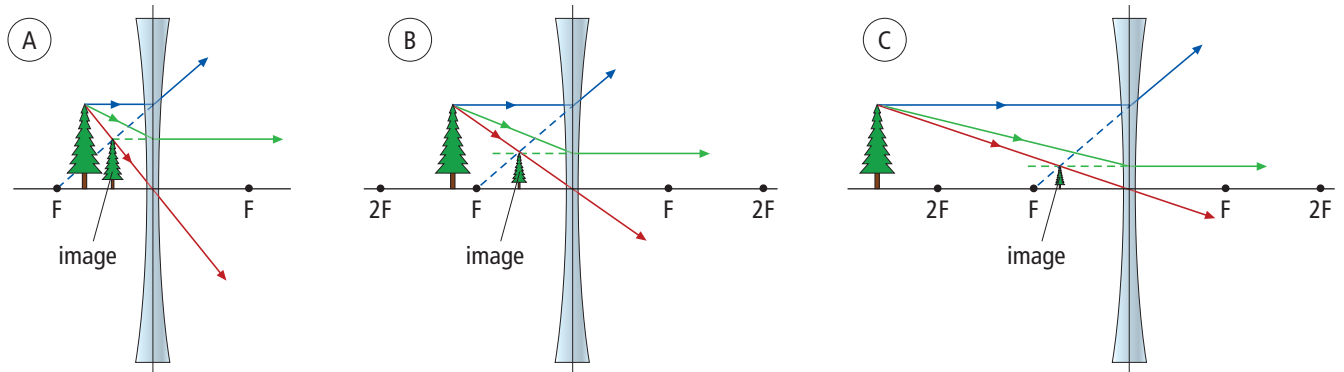
Le sommet de l'image sera situé à l'intersection des deux prolongements avec le rayon réel.

## Les caractéristiques des images formées par des lentilles concaves

Comme pour les lentilles convexes, tu utiliseras la même méthode des trois rayons pour les lentilles concaves afin de déterminer les caractéristiques de l'image pour différentes positions de l'objet (voir la figure 6.11). Souviens-toi que, pour une lentille convexe, les caractéristiques de l'image dépendent de la position de l'objet. Pour une lentille concave, ce n'est pas le cas. Dans tous les cas, l'image formée par une lentille concave a les caractéristiques suivantes :

- l'image est plus petite que l'objet ;
- l'image est plus près de la lentille que l'objet ;
- l'image est à l'endroit ;
- l'image est virtuelle.

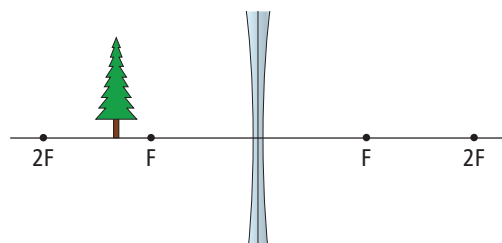
À mesure que l'objet s'éloigne de la lentille, l'image rapetisse. Un exemple est présenté à la figure 6.12.



**Figure 6.11** Seules la taille et la distance de l'image formée par une lentille concave varient lorsque la position de l'objet par rapport à la lentille change. Toutes les images demeurent à l'endroit et virtuelles.

### Vérifie ta lecture

1. Comment déterminerais-tu le foyer d'une lentille concave ?
2. Explique la relation entre la courbure d'une lentille concave et l'emplacement de son foyer.
3. Reproduis la figure ci-dessous. Utilise trois rayons pour déterminer l'emplacement de l'image formée. Décris les caractéristiques de l'image, notamment la taille, l'orientation et la distance par rapport à la lentille, et précise si l'image est réelle ou virtuelle.



**Figure 6.12** Une lentille concave ne forme jamais une image de grandeur égale ou supérieure à celle de son objet.

Dans cette activité, tu verras l'effet produit lorsque tu regardes une image à travers un bécber plein d'eau. Tu utiliseras également une lentille pour projeter l'image d'un filament de lumière sur un écran. Un filament est un fil torsadé utilisé dans les ampoules électriques.

### Consignes de sécurité



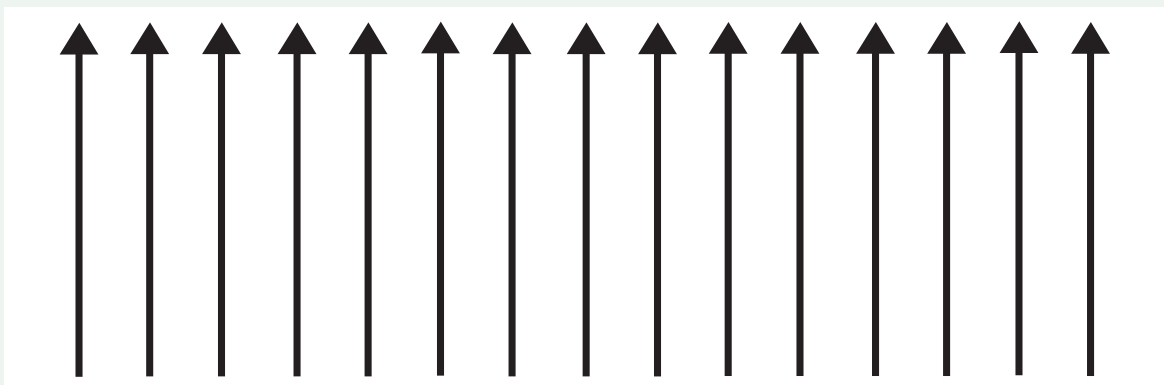
- Assure-toi de garder le cordon électrique au sec.
- Prends garde de ne pas te brûler avec l'ampoule électrique.

### Matériel

- une feuille de papier
- un crayon feutre
- un bécber
- de l'eau
- une lentille convexe
- une ampoule électrique dépolie
- une lampe électrique

### Ce que tu dois faire

1. Trace une série de flèches sur une feuille de papier comme dans le modèle ci-dessous. Remplis un bécber d'eau et regarde ces flèches à travers le bécber. Déplace le papier vers la gauche puis vers la droite et compare le mouvement des flèches observées à travers le bécber dans les deux directions.



2. Ferme la lumière dans la pièce, puis allume la lampe électrique. Tiens la lentille convexe entre l'ampoule dépolie et une feuille de papier.
3. Déplace la lentille avec un mouvement de va-et-vient entre l'ampoule et la feuille de papier. Ajuste la distance jusqu'à ce que tu obtiennes une image nette du filament. Note la taille de l'image en comparaison avec la taille réelle du filament.

### Qu'as-tu découvert ?

1. À l'étape 1 :
  - a) Quelle comparaison peut-on faire entre l'orientation de l'image des flèches projetée d'un côté et de l'autre et les flèches tracées sur la feuille ?
  - b) Quelle comparaison peut-on faire entre la taille de l'image projetée des flèches et les flèches tracées sur la feuille ?
2. À l'étape 3 :
  - a) Quelle comparaison peut-on faire entre l'orientation de l'image projetée du filament avec le filament réel, d'un côté à l'autre et de haut en bas ?
  - b) Quelle comparaison peut-on faire entre la taille de l'image projetée du filament et celle du filament réel ?
3. Le bécber se comporte-t-il comme une double lentille convexe ?

**Vérifie tes compétences**

- Observer
- Classifier
- Modéliser
- Expliquer les systèmes

**Consigne de sécurité**

- Ne regarde jamais directement le Soleil avec un appareil photo, y compris celui qui sera fabriqué dans cette activité.

**Matériel**

- deux tubes de diamètres différents (tubes de papier d'emballage, de papier hygiénique, de papier d'aluminium ou de pellicule plastique) ou deux tubes fabriqués avec du ruban adhésif et du papier
- du ruban adhésif (avec un fini givré et non transparent)
- une paire de ciseaux
- du papier d'aluminium
- une punaise

On peut utiliser un appareil à sténopé en guise de lentille.

**Question**

Peut-on utiliser un appareil à sténopé pour créer une image d'un objet brillant comme un filament de lumière ou un écran de télévision ?

**Marche à suivre**

1. Trouve deux tubes de diamètres différents qui peuvent s'insérer l'un dans l'autre.
2. Recouvre complètement une extrémité du tube ayant le plus petit diamètre avec du ruban adhésif en faisant chevaucher les bandes. Ce ruban adhésif formera l'écran sur lequel l'image sera projetée.
3. Recouvre complètement une extrémité du tube ayant le plus grand diamètre avec du papier d'aluminium et utilise du ruban adhésif pour le maintenir en place. Perce un trou dans le papier d'aluminium avec une punaise. Ce trou servira de lentille.
4. Fais glisser le petit tube dans le grand tube en gardant l'écran de ruban adhésif et le papier d'aluminium du même côté. Fais glisser le ruban jusqu'au papier d'aluminium.
5. Tu viens de fabriquer un appareil photo ! Dirige-le vers un objet brillant comme une ampoule électrique nue ou un téléviseur allumé. ATTENTION : Ne regarde jamais directement le Soleil à travers un appareil photo, y compris celui-ci.
6. Fais glisser le petit tube pour l'éloigner du papier d'aluminium jusqu'à ce que l'image soit au foyer. Une pièce sombre te faciliterait la tâche. L'orientation de l'image est-elle la même que celle de l'objet ?
7. Fais tourner l'appareil pendant que tu regardes une image. L'image tourne-t-elle aussi ?
8. Nettoie ton aire de travail et range le matériel que tu as utilisé.

**Analyse**

1. Comment la lettre « d » apparaîtrait-elle si tu la regardais à travers ton appareil ?
2. Utilise un schéma des rayons pour expliquer pourquoi l'image dans l'appareil est à l'envers.

**Conclusion et mise en pratique**

1. Si tu te promènes dans une forêt lors d'une journée ensoleillée, tu verras sur le sol, tout juste en dessous des feuilles, de minuscules images du Soleil. Explique comment ces images se forment.

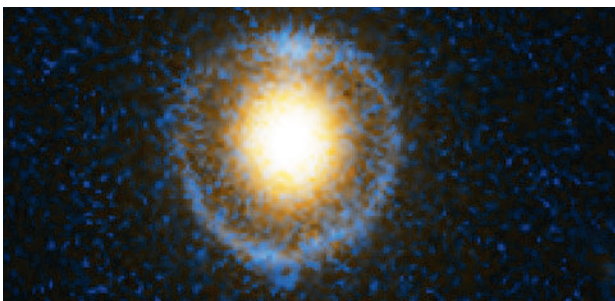
# Incredible mais vrai

## Les lentilles gravitationnelles

Imagine qu'il existe une région aux confins de l'espace que tu aimerais explorer avec ton télescope, mais que la distance est trop grande pour observer quelque chose. Imagine qu'à mi-chemin entre toi et l'objet se trouve une gigantesque loupe qui concentre la lumière de l'objet lointain jusqu'à la Terre.

Tous les objets possèdent une masse, et où il y a une masse, il y a une force gravitationnelle. La force gravitationnelle permet non seulement de garder les deux pieds sur Terre, mais elle empêche la Lune de sortir de son orbite et elle attire la lumière. L'effet est infime sur les petits objets comme les êtres humains, les planètes et les étoiles. Or, la force gravitationnelle peut réfracter en grande partie les rayons de lumière qui traversent une galaxie. Lorsque la force gravitationnelle amène une grande quantité de rayons de lumière à converger en un point précis, ils forment une lentille gravitationnelle.

La photographie ci-dessous montre un anneau d'Einstein. La lentille gravitationnelle est la galaxie brillante au centre. Le cercle bleu est l'image déformée d'une autre galaxie située de l'autre côté de la lentille. La lentille est en fait placée devant cette lointaine galaxie bleuâtre. La lumière de cette galaxie bleue passe autour de la lentille et se regroupe de nouveau au moment de toucher la Terre.

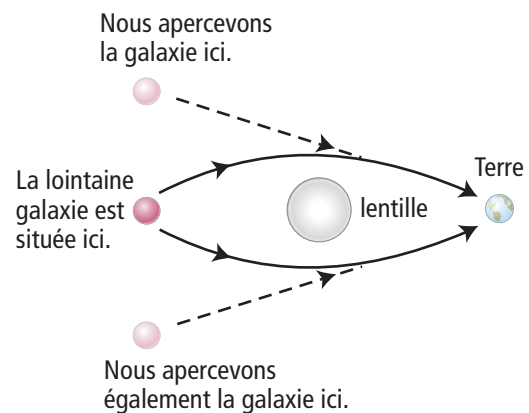


Un anneau d'Einstein



Une galaxie blanche

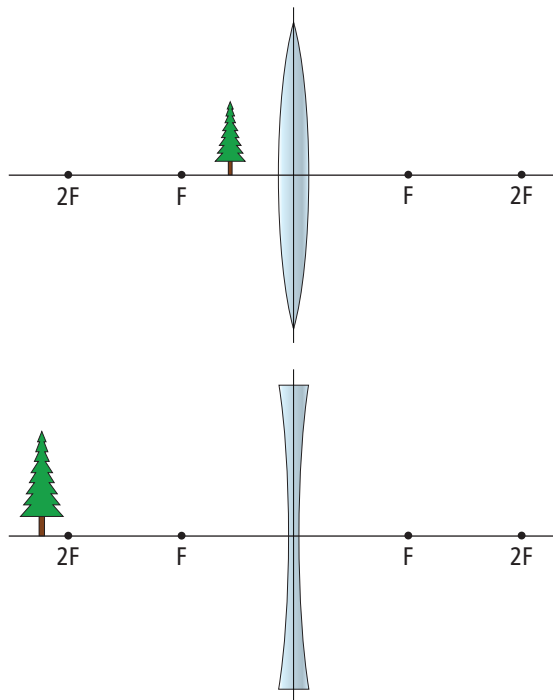
La photographie ci-dessus montre ce qui semble être deux petites galaxies blanches de chaque côté de la lentille. Il s'agit en fait d'une galaxie située très loin derrière la lentille devant laquelle nous nous trouvons. Voir ainsi deux images peut sembler étrange, mais une certaine quantité de lumière voyage par-dessus la lentille et une autre quantité provenant de la même source voyage sous la lentille. La lumière provenant de cette galaxie blanche a voyagé dans l'espace pendant très longtemps. Il lui a fallu deux milliards d'années pour atteindre la lentille et encore deux milliards d'années pour atteindre la Terre.



Ce qui semble être deux galaxies n'en est en réalité qu'une seule.

## Des concepts à retenir

1. Fais un schéma des coupes transversales d'une lentille convexe et d'une lentille concave.
2. Qu'arrive-t-il aux rayons lumineux parallèles lorsqu'ils passent à travers une lentille concave?
3. Pourquoi les lentilles ont-elles deux foyers?
4. Que choisirais-tu en guise de loupe : une lentille concave ou une lentille convexe? Explique pourquoi.
5. Quelle est la relation entre la courbure d'une lentille convexe et son foyer?
6. Reproduis les schémas ci-dessous. Pour chacun, complète un schéma des rayons, à l'aide de trois rayons, afin de localiser l'image formée. Décris les caractéristiques de chaque image : la taille, l'orientation, le type d'image (réelle ou virtuelle) et la distance entre l'image et la lentille comparativement à la distance entre l'objet et la lentille.

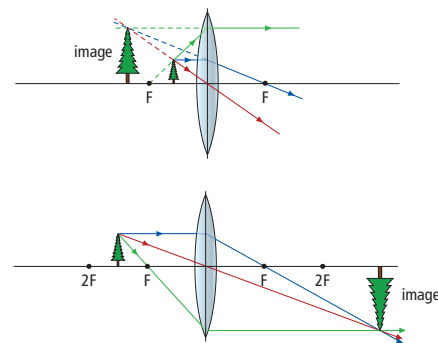


## Des concepts clés à comprendre

7. Une lentille concave agit-elle sur la lumière comme un miroir concave ou comme un miroir convexe? Explique ta réponse.
8. Décris chacun des trois rayons que tu utilises pour tracer le schéma des rayons d'une lentille convexe. Explique comment tu détermines la direction que prendra le rayon réfracté.
9. En quelles circonstances une lentille convexe ne forme pas une image agrandie de l'objet?
10. De quel côté d'une lentille concave l'image se forme-t-elle? Est-ce du côté où se trouve l'objet ou celui opposé à l'objet?

## Pause réflexion

Considère que : 1) l'image d'un objet qui se trouve entre les points F et 2F d'une lentille convexe est réelle et renversée; 2) l'image d'un objet qui se trouve entre la lentille et le point F de cette lentille est à l'endroit et virtuelle. Selon toi, que se passerait-il si l'objet se trouvait exactement au foyer (F)? Trace un schéma des rayons pour appuyer ta réponse.





## 6.2 La vision humaine

### Mots clés

astigmatisme  
bâtonnet  
cécité  
cécité des neiges  
cécité nocturne  
cône  
cornée  
daltonisme  
hypermétropie  
iris  
myopie  
nerf optique  
pupille  
rétine  
scière  
tache aveugle

Le système cornée-cristallin-rétine focalise la lumière sur la rétine située à l'arrière de l'œil. Des cellules spéciales appelées bâtonnets et cônes convertissent ensuite cette lumière en signaux électriques qui sont transmis au cerveau. Il arrive que la lumière n'arrive pas toujours parfaitement focalisée sur la rétine. Lorsque l'œil ne peut former une image nette d'objets lointains, on parle alors de myopie. Il est possible de corriger la myopie en plaçant une lentille concave devant l'œil. À l'inverse, lorsque le cristallin de l'œil ne peut former une image nette d'objets rapprochés, on parle d'hypermétropie. Il est possible de corriger l'hypermétropie en plaçant une lentille convexe devant l'œil.

Tes yeux te permettent de lire le texte imprimé sur cette page, de voir les couleurs des illustrations et de suivre des objets en mouvement. Comment cela est-il possible? En fait, tu as déjà appris trois importantes caractéristiques de la lumière qui t'aideront à comprendre le fonctionnement de la vision humaine :

1. La lumière se déplace en ligne droite.
2. La lumière dévie lorsqu'elle passe d'un médium à un autre dont la densité est différente.
3. Les lentilles peuvent concentrer les rayons lumineux en les orientant dans une direction précise.

Sachant cela, tu comprendras mieux comment la structure spécialisée de l'œil humain te permet de voir.

### Des couleurs changeantes

6-2A

### ACTIVITÉ d'exploration

Dans cette activité, tu constateras comment la vision des couleurs s'adapte aux changements de la lumière.

#### Ce que tu dois faire

1. Regarde l'image du drapeau du Canada imprimée en verdâtre. Regarde fixement cette image pendant 25 secondes en prenant soin de ne pas regarder autour.
2. Immédiatement après, regarde l'espace blanc sur cette page et attends quelques secondes. Que vois-tu? Obtenir l'effet voulu peut nécessiter quelques essais.

#### Qu'as-tu découvert?

1. a) Qu'as-tu vu lorsque tu as regardé fixement l'espace blanc?  
b) Selon toi, pourquoi as-tu vu cela?
2. Comment cette faculté d'adaptation de la vision des couleurs pourrait-elle t'aider lorsque tu te promènes en forêt pendant une journée ensoleillée et au crépuscule?



Drapeau du Canada

## L'entrée de la lumière dans l'œil

La lumière entre dans l'œil à travers la pupille (voir la figure 6.13). La **pupille** est une ouverture à l'apparence foncée, car la lumière passe à travers sans être réfléchi. L'iris est le cercle coloré qui entoure la pupille. L'**iris** est la structure à laquelle nous faisons référence lorsque nous disons que les yeux d'une personne sont gris, bruns, bleus ou noisette. L'iris contrôle la quantité de lumière qui entre dans l'œil. Lorsque la lumière est faible, l'iris dilate, ou agrandit, la pupille pour laisser passer plus de lumière (voir la figure 6.14A). Lorsque la lumière est brillante, l'iris contracte la pupille pour réduire la quantité de lumière qui entre dans l'œil (voir la figure 6.14B).

La **cornée** est un tissu transparent qui recouvre l'iris et la pupille. La cornée est faite de cellules suffisamment transparentes pour permettre à la lumière de passer à travers, tout en étant assez solides pour maintenir ensemble les diverses parties de l'œil. Autour de la cornée se trouve un tissu opaque appelé **sclère**. La sclère est la matière blanche qui entoure l'iris.

Derrière la pupille se trouve une lentille biconvexe souple, appelée le cristallin. Les rayons lumineux passent à travers cette lentille et se concentrent sur un écran à l'arrière de l'œil appelé **rétine**. C'est là que l'image se crée. Les cellules spéciales photosensibles de la rétine détectent l'image. D'autres cellules de la rétine convertissent les rayons lumineux en signaux électriques qui sont transmis au cerveau à travers un nerf épais appelé **nerf optique**.

### Le savais-tu ?

L'œil humain est plus sensible à la lumière verte qu'à n'importe quelle autre couleur. Si tu regardes une lumière verte et une lumière rouge ayant la même intensité, la lumière verte semblera plus brillante.

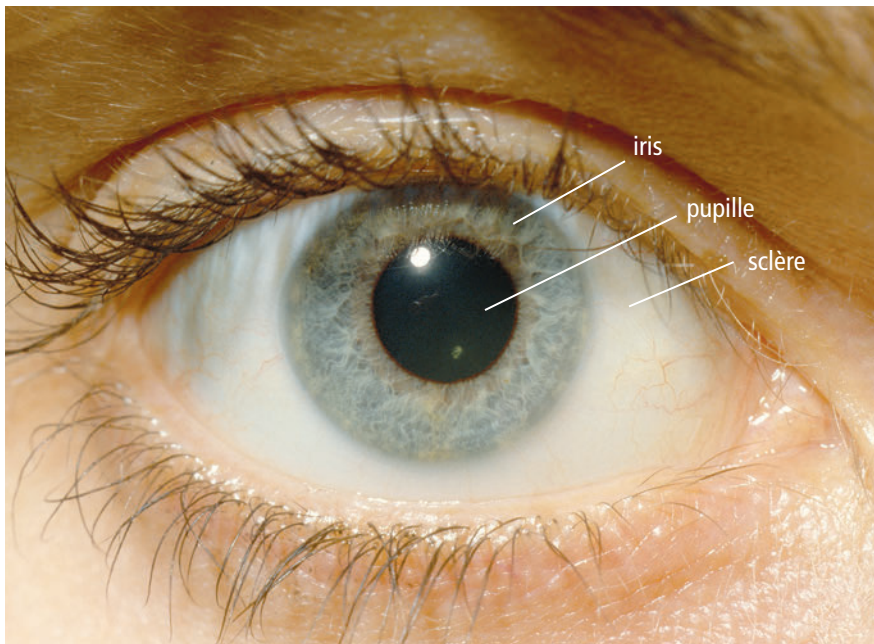


Figure 6.13 La lumière entre dans l'œil à travers une ouverture appelée pupille.

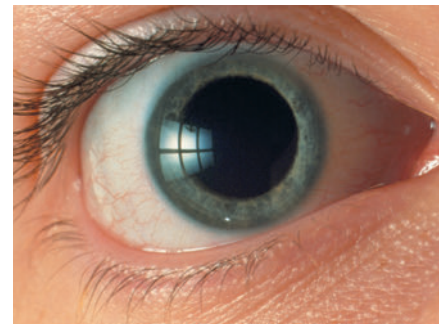


Figure 6.14A Une pupille dilatée



Figure 6.14B Une pupille contractée

### Lien terminologique

Le mot « cornée » vient du mot latin qui désigne la corne, c'est-à-dire la partie frontale de la tête d'un animal. La cornée est la partie la plus avancée de l'œil.

## Le système cornée-cristallin-rétine

Les rayons lumineux passent à travers un système de focalisation qui comprend la cornée, le cristallin et les espaces dans l'œil remplis d'un liquide clair (voir la figure 6.15). Le fluide situé entre le cristallin et la cornée offre un appui à la cornée et au cristallin et achemine des nutriments à la cornée, laquelle ne possède aucun vaisseau sanguin. Le fluide derrière le cristallin donne à l'œil sa forme et soutient le cristallin.

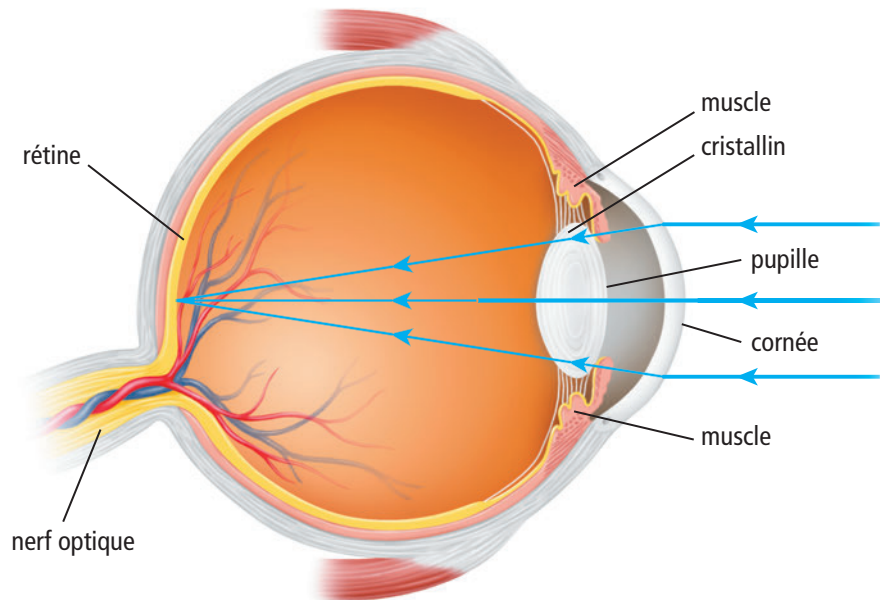


Figure 6.15 Une vue transversale de l'œil

La focalisation des rayons lumineux commence dès qu'ils pénètrent dans la cornée. La cornée réfracte ces rayons lumineux afin qu'ils convergent vers la rétine. C'est la cornée qui effectue le gros du travail de focalisation de l'œil. Le cristallin se charge du reste. Ce fait peut te surprendre, car généralement nous croyons que c'est le cristallin qui fait la focalisation. Cela s'explique peut-être par le fait que nous ne remarquons pas le travail de focalisation de la cornée; nous avons donc tendance à penser que ses fonctions se limitent à la formation de l'image.

Le cristallin possède la capacité de régler la focalisation en changeant automatiquement de forme. Lorsque certains muscles de notre œil se contractent, la tension sur le cristallin est moindre, ce qui permet au cristallin d'épaissir. Un cristallin plus épais peut alors focaliser les objets rapprochés. Lorsque tu regardes des objets éloignés, ces mêmes muscles se relâchent, augmentant la tension sur le cristallin et le rendant plus mince. Tu peux sentir le travail intense de focalisation de tes yeux quand tu tiens ton doigt très près d'eux et que tu essaies de les distinguer avec clarté.

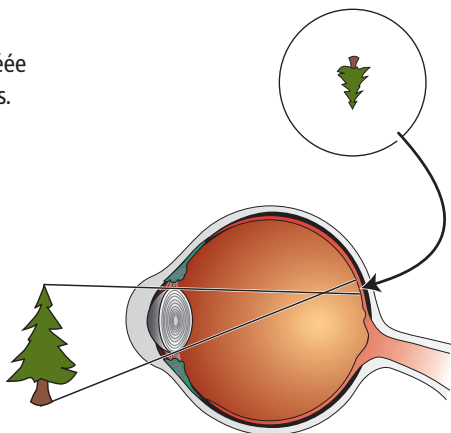
### Le savais-tu ?

Chez certaines espèces d'animaux, comme les pieuvres, le cristallin et la rétine peuvent se rapprocher.

## La création d'une image

Tous les rayons lumineux qui entrent dans l'œil à partir d'un point situé à la base d'un objet se forment de nouveau en un point situé dans la partie supérieure de la rétine. De la même façon, tous les rayons lumineux qui entrent dans l'œil à partir d'un point situé au sommet d'un objet se reforment en un point situé dans la partie inférieure de la rétine. Comme le montre la figure 6.16, l'image créée par le cristallin est inversée. Toutefois, ton cerveau interprète l'image comme si elle était à l'endroit.

Figure 6.16 L'image créée par la rétine est à l'envers.



## La tache aveugle

Le point de jonction entre le nerf optique et la rétine ne possède aucune cellule photosensible. Cette zone est appelée la **tache aveugle**. Tu peux facilement trouver ta tache aveugle en suivant les étapes présentées à la figure 6.17. Soulignons que chaque œil voit ce que l'autre ne voit pas, car leurs taches aveugles ne sont pas situées au même endroit.



Figure 6.17 Pour trouver ta tache aveugle, tiens ce livre à une longueur de bras. Couvre ton œil droit avec ta main. Regarde fixement le X pendant que tu approches lentement le livre. Le point noir devrait disparaître puis réapparaître lorsque l'image entre dans ta tache aveugle et en ressort.

## Vérifie ta lecture

1. Qu'arrive-t-il aux rayons de lumière après leur entrée dans l'œil à travers la pupille ?
2. À quel endroit dans l'œil se produit en grande partie la focalisation ?
3. Quelle forme prend le cristallin pour focaliser les objets rapprochés ?
4. Quelle forme prend le cristallin pour focaliser les objets distants ?
5. Pourquoi l'image d'un objet s'inverse-t-elle lorsqu'elle atteint la rétine ?

### Suggestion d'activité

Expérience 6-2D,  
aux pages 238 et 239.



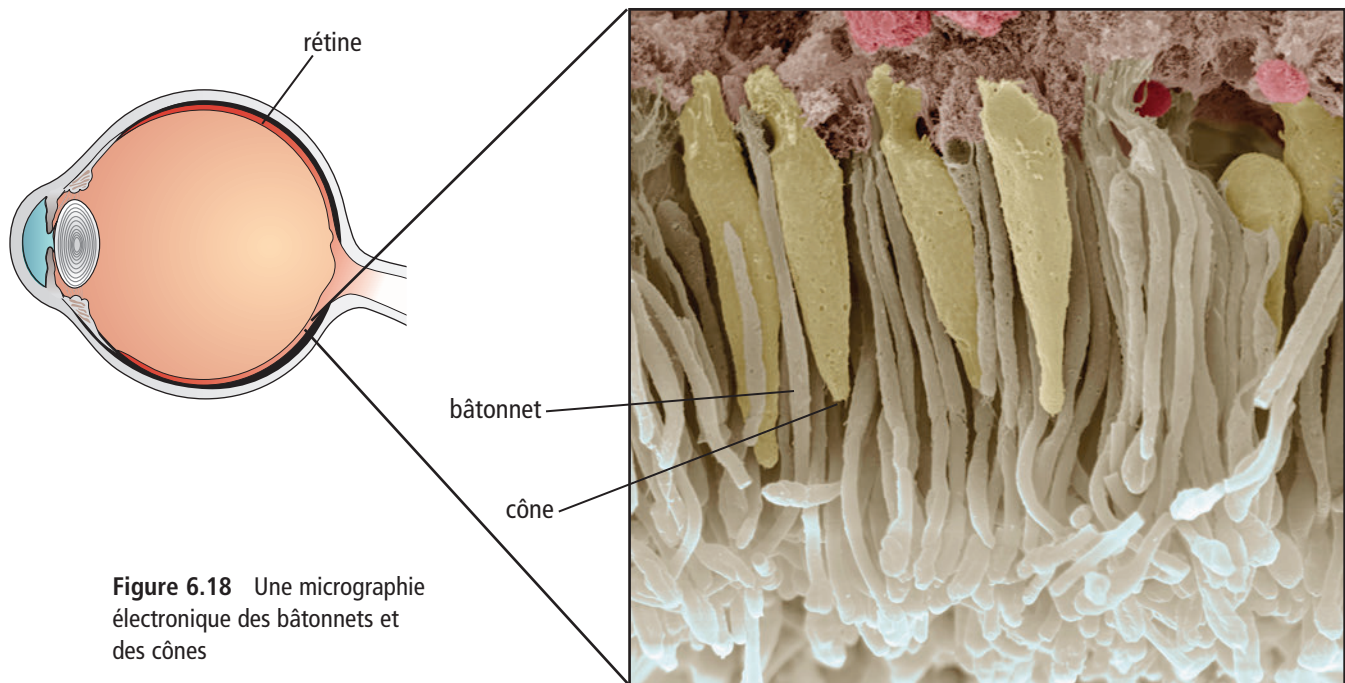
Lien

Internet

Une illusion d'optique ou visuelle trompe l'œil et le cerveau en les amenant à percevoir quelque chose qui diffère de la réalité. Regarde des exemples d'illusions d'optique et découvre ce qu'elles nous révèlent sur la façon dont nous voyons. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

## La vision en noir et blanc et la vision en couleurs

Une fois les rayons lumineux correctement focalisés sur la rétine, les cellules qui absorbent la lumière se mettent au travail. Certaines cellules de la rétine se spécialisent dans la détection de faibles niveaux de lumière. D'autres cellules absorbent la lumière brillante. Les cellules de la rétine qui absorbent la lumière possèdent deux structures de base : de longs cylindres appelés bâtonnets et des formes plus rondes appelées cônes (voir la figure 6.18).



**Figure 6.18** Une micrographie électronique des bâtonnets et des cônes

### *Le savais-tu ?*

Nous oublions parfois que nous voyons en noir et blanc la nuit parce que nous savons quelles devraient être les couleurs.

### **Les bâtonnets : formes, mouvement et tons de gris**

Les **bâtonnets** absorbent presque toutes les couleurs de la lumière, en particulier la lumière verte. Pourtant, notre cerveau n'utilise aucun des signaux émis par les bâtonnets pour déterminer la couleur, mais uniquement des tons de lumière et d'obscurité. C'est le système de vision noir et blanc. Dans les conditions de faible luminosité, il nous aide à distinguer les formes et les mouvements.

### **Les cônes : les couleurs de l'arc-en-ciel**

Les **cônes** nous permettent de détecter les couleurs. Nous possédons trois types de cônes, chacun ayant un type de pigment légèrement différent. Rappelle-toi qu'en utilisant uniquement du rouge, du vert et du bleu, il est possible de voir toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Si notre cerveau reçoit une quantité égale de ces trois couleurs, nous voyons les objets comme s'ils étaient blancs. Le cerveau humain peut combiner et équilibrer les différents signaux lumineux qu'il reçoit. C'est pourquoi la page blanche d'un livre nous apparaît blanche sous différentes intensités de lumière du jour.

# Quelles sont les couleurs détectées par les bâtonnets et les cônes ?

6-2B

Réfléchis bien

Dans la partie 1 de cette activité, tu utiliseras l'information contenue dans le tableau pour répondre aux questions sur les bâtonnets et les cônes. Dans la partie 2, tu utiliseras l'information présentée dans le diagramme pour déterminer les couleurs détectées par les bâtonnets et les cônes.

## Ce que tu dois faire

### Partie 1

1. Utilise le tableau ci-dessous pour t'aider à répondre aux questions qui suivent. Le pigment est la matière colorée dans un tissu cellulaire.

#### Les fonctions des bâtonnets et des cônes

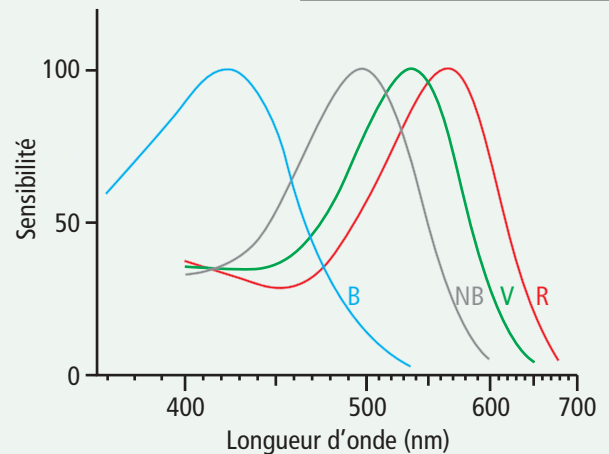
Bâtonnets	Cônes
Utilisés pour la vision de nuit	Utilisés pour la vision de l'éclairage brillant
Très photosensibles	Peu photosensibles
Un type de pigment photosensible	Trois types de pigments photosensibles
Possèdent plus de pigments que les cônes et détectent moins de lumière.	Possèdent moins de pigments que les bâtonnets et ont besoin de plus de lumière pour détecter les images.
Réaction lente à la lumière	Réaction rapide à la lumière
Plus petits que les cônes	Plus grands que les bâtonnets
Environ 100 millions dans l'œil humain	Environ 6 millions dans l'œil humain
Se trouvent principalement au pourtour de la rétine.	Se trouvent principalement au centre de la rétine.

2. Pourquoi les bâtonnets sont-ils plus utiles pour la vision de nuit ?
3. Pourquoi les cônes sont-ils plus utiles pour la vision des couleurs ?

### Partie 2

4. Utilise ce diagramme pour répondre aux questions qui suivent.

B cônes sensibles au bleu  
 V cônes sensibles au vert  
 R cônes sensibles au rouge  
 NB bâtonnets sensibles au noir et au blanc

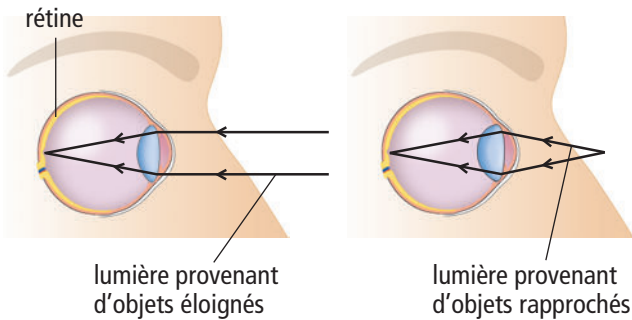


Un graphique montrant la capacité des cônes et des bâtonnets à absorber la lumière des différentes longueurs d'onde.

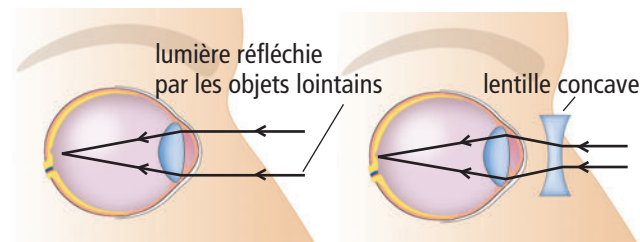
5. Examine la courbe R pour les cônes sensibles au rouge.
  - a) À quelle longueur d'onde, en nanomètres, ces cellules sont-elles les plus efficaces pour détecter la lumière ?
  - b) À quelle couleur correspond la longueur d'onde en a) ?
  - c) Quelle couleur les cellules sensibles au rouge détectent-elles le plus facilement : le vert ou le bleu ?
  - d) Suggère une raison expliquant pourquoi ces cellules sont appelées cellules sensibles au rouge même si elles peuvent détecter beaucoup d'autres couleurs.
6. a) À quelle longueur d'onde les bâtonnets sensibles au noir et au blanc absorbent-ils la lumière le plus facilement ?
  - b) À quelle couleur correspond la longueur d'onde en a) ?
7. Examine le graphique et explique pourquoi les humains sont capables de détecter de faibles quantités de lumière verte.

## La correction des problèmes de focalisation

La plupart des gens éprouvent des difficultés à focaliser à un moment ou un autre de leur vie. Quand les enfants grandissent, surtout à l'adolescence, la forme de leurs yeux change. Ce changement peut affecter la capacité de focalisation et nécessiter l'usage temporaire de lunettes. À l'âge adulte, la souplesse du cristallin diminue souvent, ce qui complique la focalisation des objets rapprochés.



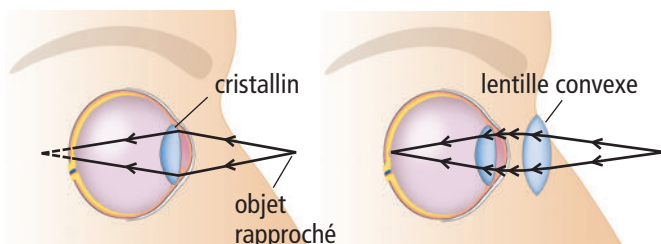
**Figure 6.19** Voici comment le cristallin d'un œil normal focalise les rayons lumineux sur la rétine.



La myopie : l'image ne parvient pas jusqu'à la rétine (la forme de l'œil est plus longue que la normale).

La correction de la vision avec une lentille concave : le cristallin permet à la lumière d'atteindre la rétine.

**Figure 6.20** Comment une lentille concave corrige la myopie.



L'hypermétropie : l'image se forme derrière la rétine (la forme de l'œil est plus courte que la normale).

La correction de la vision avec une lentille convexe : le cristallin permet à la lumière d'atteindre la rétine.

**Figure 6.21** Comment une lentille convexe corrige l'hypermétropie.

### La vision normale

Lorsque les rayons lumineux provenant d'objets éloignés entrent dans l'œil, les rayons sont pratiquement parallèles (voir la figure 6.19). Le cristallin, qui est convexe, amène les rayons à converger vers la rétine pour produire une image nette. Comme les rayons lumineux provenant d'objets rapprochés sont divergents à leur entrée dans l'œil, les muscles de l'œil provoquent l'épaississement du cristallin, ce qui augmente sa capacité à faire converger les rayons lumineux pour former une image nette.

### La correction de la myopie

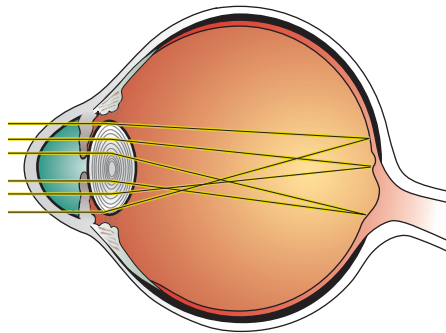
Les gens capables de voir clairement les objets rapprochés mais non les objets éloignés souffrent de **myopie** (voir la figure 6.20). Les rayons lumineux rendus convergents par le cristallin créent une image en avant de la rétine. Au moment d'atteindre la rétine, les rayons lumineux ont déjà commencé à se disperser, créant une image brouillée. Une lentille concave permet de faire légèrement diverger les rayons parallèles afin que l'image soit créée plus loin, sur la rétine.

### La correction de l'hypermétropie

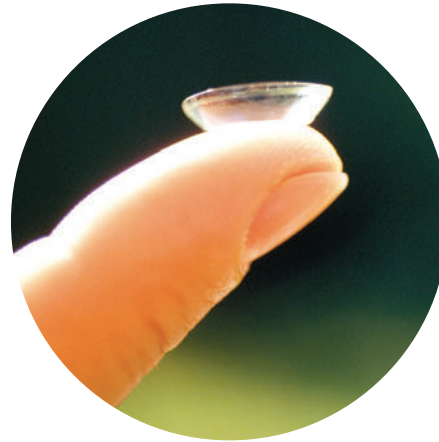
Certaines personnes peuvent voir clairement des objets lointains, mais non les objets rapprochés. Cette anomalie est appelée **hypermétropie** (voir la figure 6.21). Les rayons lumineux provenant d'objets éloignés sont presque parallèles et requièrent une réfraction moins grande pour les faire converger que ceux provenant d'objets rapprochés. Toutefois, ces derniers divergent lorsqu'ils entrent dans l'œil. Une lentille convexe est nécessaire pour focaliser les rayons lumineux exactement sur la rétine.

## La correction de l'astigmatisme

Certaines personnes ont besoin de corriger leur vision en raison d'une déformation de la forme de leur cornée, une affection appelée **astigmatisme**. Une cornée normale est de forme sphérique, tandis que la cornée d'un œil astigmatique est de forme irrégulière. L'image est focalisée à plusieurs points sur la rétine, causant une vision embrouillée (voir la figure 6.22). L'astigmatisme peut être corrigé à l'aide de lunettes ou de lentilles de contact (voir la figure 6.23), ou par une chirurgie au laser pour reformer la cornée.



**Figure 6.22** Dans l'astigmatisme, la forme de la cornée entraîne une focalisation de l'image en plusieurs points sur la rétine.



**Figure 6.23** Les lentilles de contact sont de petites lentilles de plastique qui flottent sur la cornée. Généralement, il est possible de remplacer les lunettes par des lentilles de contact.

## La cécité

La **cécité** peut englober toutes les déficiences de la vision qui empêchent les gens de faire des activités comme aller à bicyclette, lire ou reconnaître d'autres gens. Dans de très rares cas, une personne non-voyante peut être incapable de détecter la lumière. La plupart des gens qui sont aveugles au sens de la loi peuvent percevoir la lumière ou posséder une vision limitée.

Dans certains types de cécité, une personne ne voit qu'une petite partie centrale de son champ de vision. D'autres non-voyants sont dans la situation contraire : ils ne voient que les contours de leur champ de vision, non ce qui se trouve au centre. D'autres encore distinguent la lumière, mais aucune aide visuelle ne leur permet de voir avec netteté.

Dans les pays en développement, la cécité est souvent le résultat de maladies ou de malnutrition. Les enfants de régions pauvres sont plus susceptibles de souffrir de cécité que ceux de régions plus riches. Sur les quelque 40 millions de non-voyants dans le monde, environ 80 % pourraient recouvrer une partie de leur vision grâce à des traitements. Toutefois, beaucoup de gens sont trop pauvres pour se payer des aides visuelles aussi élémentaires que des lunettes.

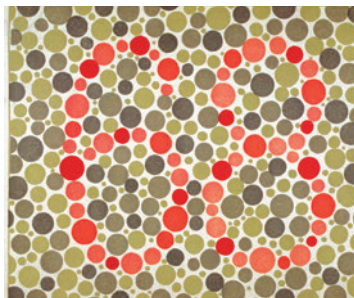
### Suggestion d'activité

Réfléchis bien 6-2C, à la page 237.





**Figure 6.24** Ces lunettes de neige inuites sont fabriquées avec du bois de caribou.



**Figure 6.25** Les personnes non-daltoniennes devraient distinguer le nombre 68.

## Les autres types de cécité

La **cécité des neiges** est une affection douloureuse caractérisée par une cécité temporaire, complète ou partielle, causée par une surexposition à la lumière du Soleil, par exemple sur des pentes enneigées en haute altitude. Le traitement inclut le repos des yeux dans une pièce sombre pendant plusieurs jours pour permettre à l'inflammation de se résorber. Pour la prévenir, les Inuits utilisent des lunettes opaques munies d'une petite fente (voir la figure 6.24).

La **cécité nocturne** rend la vision difficile ou impossible dans des situations de faible luminosité. La cause la plus fréquente de cette affection est la perte de capacité des bâtonnets à réagir à la lumière. Une personne peut naître avec une cécité nocturne ou la développer à cause de maladies ou de malnutrition.

Le **daltonisme** ne permet que la vision de tons de gris. Une personne sur 40 000 souffre de ce problème. C'est habituellement considéré comme un handicap, mais une personne daltonienne aura plus de facilité à trouver un objet placé dans un environnement embrouillé.

Si le daltonisme est rare, la déficience de la perception des couleurs est plus courante et touche environ 8 % des hommes et 1 % des femmes. La déficience de la perception des couleurs est l'incapacité de percevoir certaines couleurs. Il en existe plusieurs formes, lesquelles peuvent impliquer un, deux ou les trois types de cônes. L'incapacité à distinguer le rouge et le vert est la forme la plus fréquente. Chez plusieurs personnes touchées par cette déficience, ces deux couleurs prennent des tons de jaune. La figure 6.25 propose un test simple pour détecter le daltonisme.

### Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce qui peut causer des problèmes de focalisation pendant l'enfance? Pendant l'âge adulte?
2. Pourquoi une personne myope voit-elle avec clarté des objets rapprochés, mais non des objets éloignés?
3. Pourquoi une personne hypermétrope voit-elle avec clarté des objets éloignés, mais non des objets rapprochés?
4. Pourquoi une déformation de la cornée cause-t-elle l'astigmatisme?
5. Donne trois exemples de ce qu'une personne non-voyante serait en mesure de distinguer.
6. Pourquoi les enfants des pays en développement sont-ils plus susceptibles de souffrir de cécité?
7. Comment peut-on prévenir la cécité des neiges?

## Sur le Web

Il existe plusieurs types de problèmes de vision en lien avec la focalisation, la perception des couleurs et le champ de vision. Il y a aussi les problèmes de pression dans l'œil, la dégénérescence de certaines parties de l'œil ou du nerf optique, le décollement de la rétine ou le durcissement du cristallin. Découvres-en davantage sur les problèmes de vision. Commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)

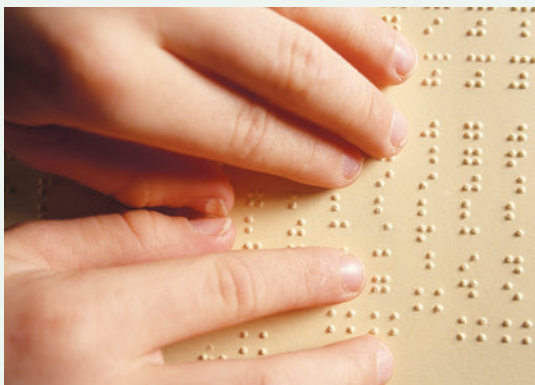
Dans cette activité, tu en apprendras davantage sur la vie d'élèves non-voyants.

### Ce que tu dois faire

1. Lis la lettre et réponds aux questions qui suivent.  
*Salut, mon nom est Sean et je suis non-voyant. Même si je suis né non-voyant, j'ai appris à comprendre le monde qui m'entoure. Je peux lire le braille et j'aime lire des livres en braille, tout comme les enfants voyants aiment lire des livres avec des caractères imprimés. La seule différence est que je lis avec mes doigts et non avec mes yeux.*

*J'aime également écouter des « livres parlés » sur mon iPod. Tu pourrais trouver ça étrange, mais je dis que « je lis des livres » même si je lis avec mes doigts ou que j'écoute avec mes oreilles. J'aime faire toutes les choses que les personnes voyantes font, comme jouer avec mon chien, écouter de la musique ou m'amuser avec mes amis.*

*Je vais à l'école avec mes amis qui peuvent voir. Mes matières préférées sont les mathématiques et l'anglais. J'utilise un ordinateur avec un clavier braille et une sortie vocale qui me sert à vérifier ce que j'ai fait. Ce que je préfère à l'école, ce sont mes amis. Ils m'aident à « voir » des choses que je ne peux voir et je les aide à voir des choses qui sont invisibles.*



L'alphabet braille permet à une personne aveugle de lire par le toucher.



Un clavier braille

### Qu'as-tu découvert ?

1. a) À partir du texte de Sean, ou de ta connaissance d'une personne non-voyante ou possédant une déficience visuelle, estimerais-tu convenable d'utiliser des expressions comme « On se voit plus tard » ou « As-tu regardé l'émission à la télé hier » ? Explique ta réponse.  
 b) Et que peux-tu dire d'expressions comme « Le livre est là-bas ! » ou « Viens ici » ? Explique ta réponse.
2. Comment pourrais-tu aider une ou un élève ayant une déficience visuelle ?
3. Quelles améliorations pourrais-tu apporter à ta classe pour faciliter l'apprentissage d'une ou d'un élève ayant une déficience visuelle ?

# La dissection d'un œil de brebis

## Vérifie tes compétences

- Observer
- Classifier
- Communiquer
- Expliquer les systèmes

## Consignes de sécurité



- Lave-toi les mains avec du savon après avoir terminé la dissection afin de t'assurer qu'il ne reste plus de bactéries.
- Ne touche pas à tes yeux ou à ta bouche pendant la dissection.
- Suis les consignes de ton enseignante ou de ton enseignant pour tout jeter et nettoyer.
- Les bords tranchants peuvent couper. Manipule prudemment la pique et les ciseaux.

## Matériel

- un œil de brebis conservé
- des ciseaux
- une pique
- un plateau de dissection
- des gants
- un essuie-tout
- un sac à ordures
- de l'eau de Javel à 10 %
- des lunettes de protection

Un œil de brebis et un œil humain ont beaucoup de points communs, mais aussi quelques différences importantes. Examiner l'œil d'une brebis t'aidera à mieux comprendre le fonctionnement de tes propres yeux.

## Question

Comment fonctionne l'œil d'une brebis?

## Marche à suivre

1. Mets des gants. Examine l'extérieur de l'œil. Tu verras qu'il est recouvert d'une couche de gras et de muscles. Le gras est jaunâtre tandis que les muscles sont plutôt gris.
  - Le gras protège l'œil tandis que les muscles l'aident à bouger. L'œil d'une brebis a quatre muscles qui le font bouger vers le haut, le bas, la gauche et la droite.
  - L'œil humain possède six muscles qui permettent de rouler des yeux.
2. Utilise des ciseaux pour enlever l'excès de gras et de muscles.
3. Examine le devant de l'œil et note la couche extérieure appelée cornée. La cornée est claire dans un œil vivant, mais dans un œil conservé, elle peut être brouillée. La cornée est courbée. Cela signifie que la lumière passant à travers est focalisée.
4. Examine le reste de l'extérieur de l'œil. Tu apercevras une couche opaque, la sclère, qui recouvre l'œil.
  - La sclère possède une couche sombre qui bloque l'entrée de la lumière par le côté de l'œil. La lumière parasite est ainsi éliminée.
  - Le nerf optique entre dans l'œil par l'arrière.
5. Utilise la pique pour percer un trou dans l'œil à mi-chemin entre la cornée et le nerf optique. Un peu de liquide sortira pendant l'opération. Utilise des ciseaux pour couper l'œil en deux et séparer les moitiés avant et arrière. Essaie de ne pas déplacer les parties internes de l'œil pendant que tu le coupes.



Vue extérieure de l'œil d'une brebis



Enlève le gras et les muscles.



Perce un trou dans la sclère pour couper l'œil en deux avec les ciseaux.

6. Prends la moitié avant de l'œil et examine l'intérieur. Tu pourras peut-être voir directement à travers le cristallin et la cornée. Si tu aperçois une image à travers l'œil, note si elle est à l'endroit ou à l'envers.
7. Utilise la pique pour percer un trou à la jonction entre la cornée et la sclère. Utilise les ciseaux pour découper un cercle autour de la cornée afin de l'enlever.
  - Sous la cornée se trouve une substance gélatineuse qui est liquide chez un être vivant. Cette substance supporte la cornée et contribue à lui donner sa forme.
  - Sous la cornée se trouve l'iris qui est un anneau de tissus. Chez une brebis, l'iris est ovale. Chez un humain, il est circulaire. La pupille ressemble à un trou dans l'iris.



Découpe un cercle autour de la cornée pour l'enlever.

8. Enlève le cristallin et utilise un essuie-tout pour essuyer la gelée autour. Il sera probablement jaunâtre alors qu'il est incolore et transparent dans un œil vivant. Essaie de voir une image à travers. Le cristallin sera rigide alors que chez un être vivant, il est souple et peut changer de forme pour effectuer la focalisation.
9. Examine l'intérieur de la moitié arrière de l'œil. Trouve l'endroit où le nerf optique pénètre dans l'œil. La tache aveugle est la zone où il n'y a ni bâtonnets ni cônes. Les humains possèdent une tache aveugle similaire.

- La rétine est un réseau de nerfs qui aboutissent au nerf optique. La rétine se situe sur la paroi intérieure de l'arrière de l'œil. Si elle n'est plus là, elle sera probablement rattachée à l'œil en un seul endroit (la tache aveugle).
  - L'arrière de l'œil peut sembler noir ou bleu. Chez la brebis, il peut également y avoir une couche brillante ou irisée qui aide la brebis à voir lorsque la lumière est faible.
  - Les humains ne possèdent pas une telle couche. La couche sous notre rétine est noire afin d'absorber la lumière parasite.
10. Place tous les morceaux d'œil dans un sac à ordure en plastique. Nettoie le matériel et les aires de travail avec une eau de Javel à 10 %. Suis les consignes de ton enseignante ou de ton enseignant pour enlever les gants et les jeter.
  11. Lave bien tes mains avec de l'eau chaude savonneuse.

### Analyse

1. Trouve quatre différences entre l'anatomie d'un œil de brebis et celle d'un œil humain.
2. L'image projetée sur la rétine à l'arrière de l'œil est-elle à l'endroit ou à l'envers ? Trace un schéma des rayons pour expliquer tes observations.
3. Décris l'apparence, la couleur, la forme et la texture du cristallin de brebis.

### Conclusion et mise en pratique

1. Fais un schéma annoté d'une vue transversale d'un œil de brebis qui inclut toutes les structures que tu as étudiées.
2. Tu as peut-être remarqué que la rétine semble en continuité avec le nerf optique. Selon toi, fait-elle partie du cerveau ? Explique.

# Incredible mais vrai

## Peux-tu voir ce que j'entends?

Les chauves-souris, les dauphins et les baleines possèdent un sonar naturel pour percevoir le monde qui les entoure. En possèdes-tu un ? La réponse te surprendra peut-être. Si ton audition est normale, tu pourras tenter l'expérience suivante. Demande à 10 personnes de se mettre en rang. Détourne-toi et demande à l'une d'entre elles d'émettre un son. Tu te retourneras probablement vers la personne qui a émis le son.

Plusieurs raisons expliquent ce phénomène. Par exemple, le son atteint chaque oreille à des moments différents et ton cerveau peut détecter la différence entre les temps d'arrivée des signaux sonores. Tu as aussi conscience de l'espace autour de toi ; lorsqu'une personne émet un son, tu repères l'endroit où elle se trouve dans cet espace. Tu peux même le savoir au moment où tu te retournes pour faire face à cette personne. En d'autres mots, tu peux « voir » ce que tu viens t'entendre.

L'écholocalisation est la production de sons et l'interprétation de l'espace environnant en fonction de ces sons. Les chauves-souris émettent des sons de haute fréquence. Elles peuvent utiliser l'écho de ces sons pour éviter les obstacles et trouver des insectes à manger. Certaines personnes non-voyantes font un son de cliquetis lorsqu'elles marchent. Elles interprètent ensuite les échos pour déterminer où se trouvent les objets situés tout près.

Cette capacité a poussé plusieurs chercheurs à construire des appareils qui produisent des sons que les non-voyants peuvent utiliser pour trouver l'emplacement, la taille, la forme et même la texture des objets autour d'eux. Par exemple, un écho fort et clair indiquera la présence d'un objet dur situé tout près. Nous possédons tous la capacité innée d'interpréter les sons de manière visuelle, et cette habileté peut se développer avec le temps.

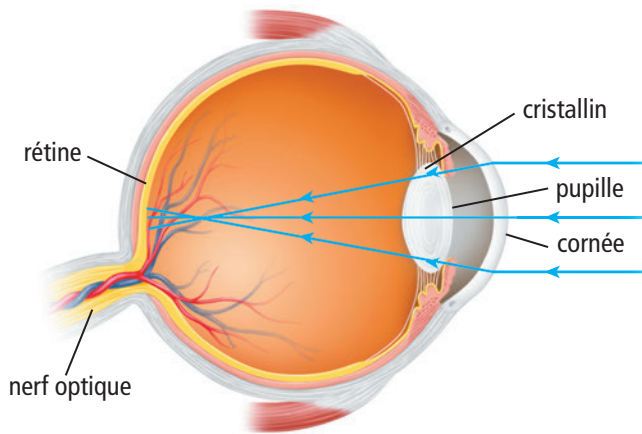


La femme ci-dessus porte une caméra vidéo. Cette caméra ainsi que l'équipement numérique qui crée un signal audio de tous les objets face à elle sont installée sur ses lunettes de soleil. La femme écoute les sons et convertit les « images sonores » en images mentales de l'espace environnant.

L'utilisation de ces appareils en est encore au stade expérimental. La technologie permet actuellement de produire des objets brillants capables d'émettre un son fort. Les objets noirs sont silencieux. Plus les objets se trouvent près de toi et plus ils semblent gros. Ce phénomène traduit une fréquence élevée. Une voiture qui s'éloigne de toi émet un son qui ressemble à une tonalité qui diminue. Même si nous sommes encore loin de pouvoir affirmer « je peux voir ce que tu vois », nous sommes peut-être à la veille de dire « je peux entendre ce que tu vois ».

## Des concepts à retenir

1. Fais un tableau qui présente les parties de l'œil dans une colonne et la fonction de chacune dans une autre colonne.
2. a) Quelle partie de ton œil participe à la focalisation de l'image ?  
b) Quel est le rôle de chaque partie ?
3. a) Décris le problème de vision présenté dans l'illustration ci-dessous.  
b) Pourquoi ce problème de vision devient-il si commun lorsque les gens prennent de l'âge ?
8. Décris comment l'œil s'adapte aux changements suivants :
  - a) une augmentation soudaine de l'intensité de la lumière ;
  - b) un affaiblissement graduel de la lumière jusqu'à l'obscurité ;
  - c) regarder un cerf-volant, puis sa main lâcher la ficelle.
9. La plupart des mammifères, incluant les chiens et les chats, ne peuvent voir les couleurs. Déduis en quoi la rétine d'un chat pourrait être différente de la rétine d'un être humain.



4. Pourquoi l'œil humain voit-il mieux les couleurs avec une lumière brillante qu'avec une lumière faible ?
5. Écris avec tes propres mots une définition de la non-voyance.

## Des concepts clés à comprendre

6. Quel serait l'effet sur la vision d'une personne si le cristallin de l'œil s'avérait incapable de changer de forme ?
7. Pourquoi est-il nécessaire de disposer de trois types de cônes pour voir toutes les couleurs ?

## Pause réflexion

Après des années de recherche sur le champ de vision et sur le travail communautaire, tu as été choisi pour présider la Commission pour l'élimination des problèmes de vision évitables. Tu disposes d'un budget d'un milliard de dollars. Ta commission a pour mandat de formuler quatre objectifs visant à améliorer la vision dans les pays en développement. Réfléchis sur ce problème, puis énumère les quatre objectifs ainsi que la portion du budget allouée à chacun. Explique brièvement tes choix.

## 6.3 Le prolongement de la vision humaine

Les microscopes et les lunettes astronomiques captent et concentrent la lumière au moyen de lentilles, alors que les télescopes utilisent à la fois des lentilles et des miroirs. Le télescope spatial Hubble permet de capter des images plus précises que les télescopes au sol, en raison de l'absence d'atmosphère dans l'espace. La vision humaine et les instruments optiques se ressemblent sur certains points et diffèrent sur d'autres.

### Mots clés

diaphragme  
dispositif à couplage de charges (DCC)  
lunette astronomique  
ouverture  
télescope réflecteur

Notre connaissance de notre planète et de l'Univers est demeurée très limitée jusqu'à ce que nous développions des outils pour repousser les limites de notre vision. Nous pouvons maintenant scruter aussi bien des micro-organismes que les vastes étendues de l'espace intersidéral. Les instruments que nous utilisons pour faire ces observations peuvent sembler très différents les uns des autres. Leur conception repose cependant sur une même compréhension des propriétés de la lumière, des miroirs et des lentilles.

Les microscopes, les télescopes et d'autres instruments optiques utilisent plusieurs miroirs et lentilles pour agrandir les images. Tu peux utiliser tes connaissances sur la réflexion et la réfraction pour réaliser des schémas des rayons simplifiés qui te permettront de comprendre le fonctionnement de ces instruments.

## Une expérience avec des lentilles simples

6-3A

### ACTIVITÉ d'exploration

Dans cette activité, tu examineras certaines propriétés d'une lentille.

#### Matériel

- une éprouvette en verre avec un bouchon
- de l'eau
- du papier ou une fiche cartonnée

#### Ce que tu dois faire

1. Remplis l'éprouvette avec de l'eau et mets le bouchon.
2. Inscris le nom de ton scientifique favori en lettres majuscules sur une feuille de papier ou une fiche.
3. Dépose l'éprouvette à plat sur la feuille ou la fiche en la plaçant sur le nom que tu as écrit.

4. Observe l'effet de grossissement des lettres, si les lettres sont au foyer et si l'image est à l'endroit ou à l'envers. Note tes observations.
5. Tiens le tube à environ 1 cm au-dessus et observe les lettres. Note tes observations.
6. Répète l'exercice à plusieurs reprises en tenant l'éprouvette à différentes hauteurs.

#### Qu'as-tu découvert?

1. Décris ce qui arrive aux images des lettres lorsque tu éloignes lentement la lentille.
2. Trace et annote un schéma des rayons qui montre ce qui se produit lorsque l'image semble à l'envers et agrandie.

## La focalisation d'une image

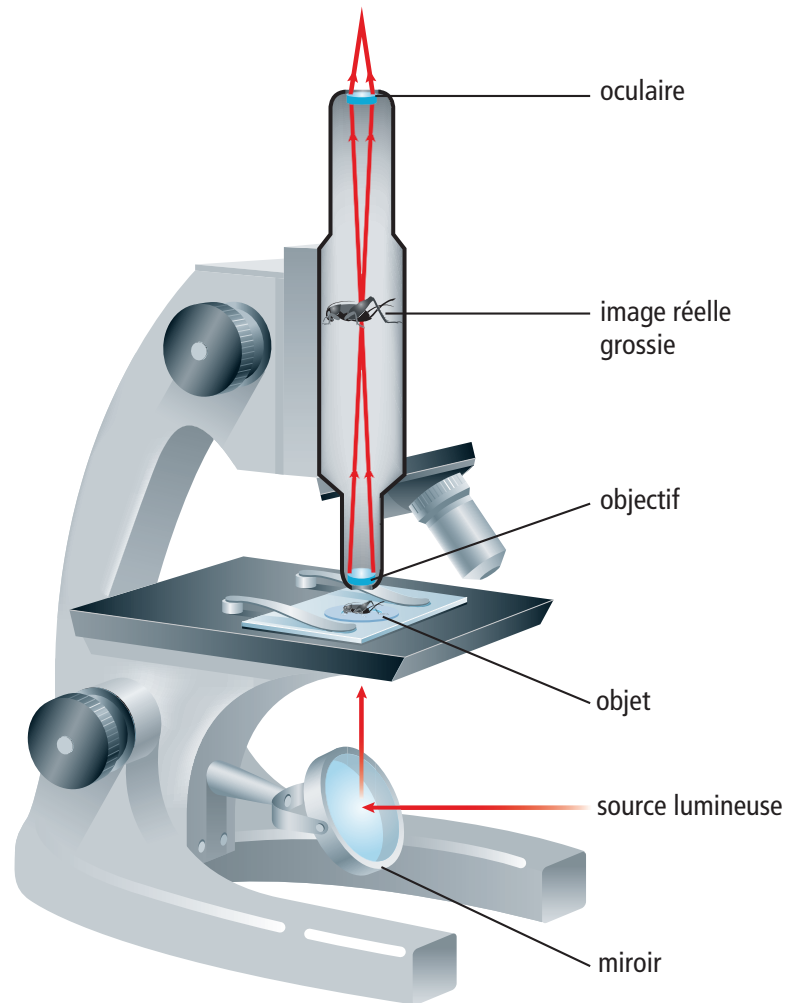
Afin que les rayons lumineux qui passent à travers une lentille forment une image claire, l'écran qui capte l'image doit être placé à la bonne distance de la lentille, c'est-à-dire à l'endroit où convergent tous les rayons lumineux provenant d'un point donné de l'objet. Si l'écran est placé trop près de la lentille, les rayons lumineux n'auront pas totalement convergé au moment d'atteindre l'écran. Une image sera formée, mais elle sera brouillée. De même, si l'écran est placé trop loin de la lentille, les rayons lumineux convergeront, puis commenceront à diverger avant de toucher l'écran, ce qui produira aussi une image brouillée. L'ajustement de la distance entre l'écran et la lentille pour obtenir une image claire est appelé focalisation. La focalisation est une étape importante dans l'utilisation des appareils optiques comme les microscopes, les télescopes, les jumelles et les appareils photo.

## Les microscopes

Un microscope utilise deux lentilles convexes possédant des distances focales relativement courtes pour agrandir de petits objets.

La figure 6.26 montre un microscope. L'objet à examiner est placé sur une lame transparente et éclairé par dessous. La lumière éclaire l'objet sur la lame et passe ensuite à travers les objectifs.

L'objectif est une lentille convexe. Rappelle-toi que si la distance entre un objet et une lentille convexe se situe entre une et deux fois la distance focale, cela produit une image agrandie de l'objet. L'oculaire, lui aussi une lentille convexe, grossit l'image de nouveau. L'image finale peut être des centaines de fois plus grosses que l'objet, selon les distances focales des deux lentilles.



**Figure 6.26** Ce microscope utilise deux lentilles convexes pour grossir de petits objets. Pour focaliser l'image, tu dois rapprocher ou éloigner l'objet à l'étude des objectifs.



Tu as peut-être déjà vu comment les biologistes utilisent un microscope. Toutefois, ils ne sont pas les seuls à avoir besoin de microscopes. Dans cette activité, tu découvriras avec ton équipe que les microscopes sont utilisés dans d'autres professions. Vous présenterez ensuite vos découvertes.

### Ce que vous devez faire

1. Travaillez en équipe de deux ou trois. Votre équipe sélectionnera une profession qui utilise un microscope, par exemple :
  - technicienne ou technicien de laboratoire médical;
  - minéralogiste (spécialiste des minéraux);
  - technicienne ou technicien de laboratoire judiciaire (spécialiste des preuves en lien avec des crimes);
  - gemmologiste (spécialiste des pierres précieuses);
  - métallurgiste (spécialiste des métaux);
  - pétrographe (géologue spécialisé dans l'origine et la composition des roches).
2. Recherchez le type de travail accompli par chaque personne exerçant la profession choisie. Vous pouvez trouver de l'information à la bibliothèque, sur Internet ou auprès des gens qui exercent ces professions. Commencez votre recherche à l'adresse [www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca). Répondez aux questions suivantes :
  - a) À quelles fins cette personne utilise-t-elle un microscope ?



Un médecin légiste utilise un microscope pour examiner une coccinelle trouvée sur un corps.

- b) Quel type de microscope cette personne utilise-t-elle ?
  - c) Que peut-on voir avec un microscope ? (Dans votre présentation, incluez une image typique. Présentez-la dans un cercle pour représenter le champ de vision du microscope. Indiquez le grossissement si possible.)
  - d) Comment cette personne utilise-t-elle l'information obtenue avec un microscope ?
  - e) Quel est l'apport du microscope dans le travail de cette personne ?
3. Créez une présentation basée sur la profession choisie. Incluez l'information en lien avec les questions pour lesquelles vous avez fait une recherche. Utilisez le matériel de présentation approprié : une brochure, une affiche, un transparent à rétroprojecteur, une vidéo, un ordinateur ou un site Web. Dans la mesure du possible, préparez une présentation multimédia.

### Qu'as-tu découvert ?

Sur la base des informations que tu as découvertes :

1. Trouve des professions qui font des usages similaires du microscope.
2. Trouve quelle profession utilise le microscope selon le plus grand nombre de façons différentes.
3.
  - a) Parmi ces professions, laquelle t'intéresse le plus ?
  - b) Que trouves-tu le plus intéressant dans cette profession ?
4. Décris comment il serait possible d'améliorer la présentation de ton équipe.



Une image au microscope électronique présentée sur un écran d'ordinateur.

## Les télescopes

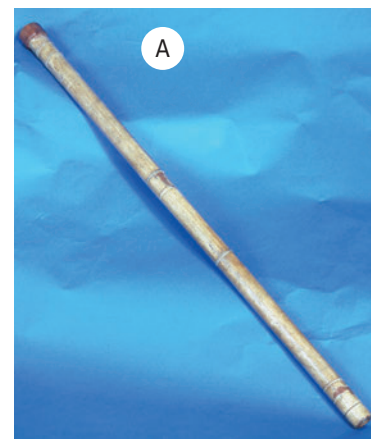
Tu sais déjà qu'il est difficile de voir clairement des objets lointains. Lorsque tu regardes un objet, une partie seulement de la lumière réfléchié par sa surface entre dans ton œil. Plus l'objet s'éloigne, plus la quantité de lumière qui entre dans ton œil diminue et plus l'objet s'estompe.

Un télescope utilise une lentille ou un miroir convexe beaucoup plus grand que ton œil pour capter le plus de lumière possible provenant d'objets lointains. Les plus grands télescopes peuvent capter un million de fois plus de lumière que l'œil humain. C'est pourquoi des objets comme les galaxies lointaines semblent plus brillants. Étant donné que l'image créée par un télescope est beaucoup plus brillante, l'image peut être grossie pour révéler davantage de détails.

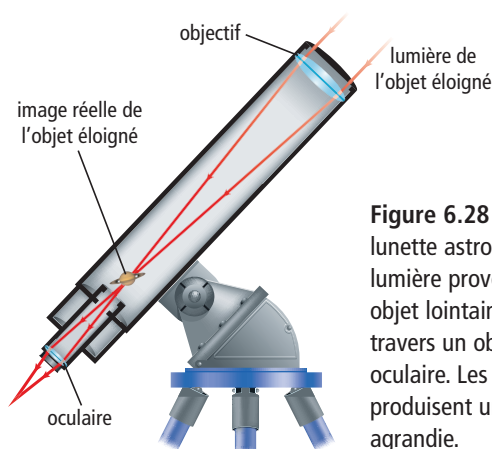
## Les similitudes entre les lunettes astronomiques et les microscopes

Un télescope, comme un microscope, est muni d'un objectif et d'un oculaire. Toutefois, la distance focale de l'objectif d'un télescope est plus longue que celle de l'objectif d'un microscope, car les objets observés sont éloignés de la lentille. Les modèles les plus simples de microscopes et de télescopes utilisent uniquement deux lentilles. Ces lentilles dévient la lumière pour la focaliser et c'est pourquoi ce type de télescope est appelé **lunette astronomique** (voir la figure 6.28).

Dans les microscopes et dans les lunettes astronomiques, l'objectif capte la lumière et la focalise pour former une image (voir la figure 6.29). Cette image créée à l'intérieur du microscope ou du télescope n'est jamais observable directement. Elle est grossie par l'oculaire, puis dirigée vers l'œil ou dans un appareil photo.

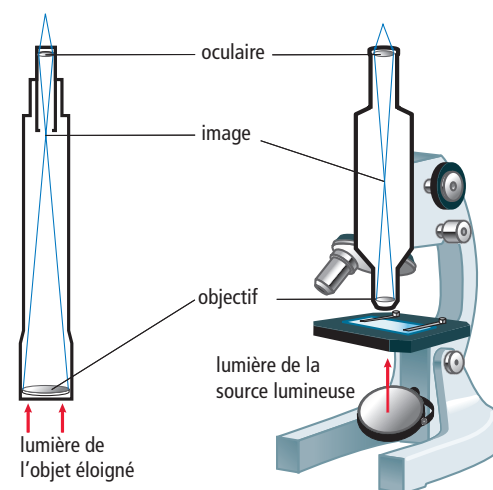


**Figure 6.27** A) C'est en se servant de lentilles que Galilée a construit des lunettes astronomiques et qu'il a pu faire des découvertes sur l'Univers. B) Isaac Newton a amélioré l'invention de Galilée en installant un miroir pour capter et concentrer la lumière des étoiles. Ce dispositif est maintenant connu sous le nom de « télescope réflecteur ».



**Figure 6.28** Dans une lunette astronomique, la lumière provenant d'un objet lointain passe à travers un objectif et un oculaire. Les deux lentilles produisent une image agrandie.

**Figure 6.29** Pour focaliser une image avec un microscope, il faut déplacer l'objet observé. Pour obtenir une image au foyer avec une lunette astronomique, il faut déplacer l'oculaire et l'observateur.





**Figure 6.30** La lunette astronomique de 102 cm de l'Observatoire de Yerkes au Wisconsin est la plus grande lunette astronomique jamais utilisée.

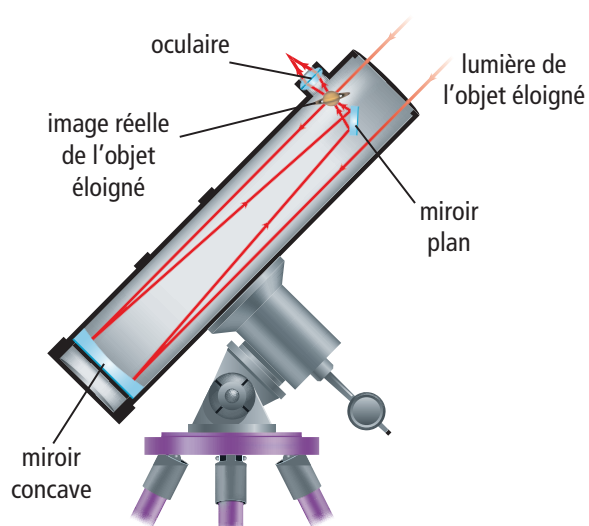
## Les problèmes liés aux lunettes astronomiques

Pour former une image détaillée d'objets lointains comme des planètes ou des galaxies, l'objectif doit être le plus grand possible (voir la figure 6.30). Toutefois, une lentille de grande dimension est lourde et ne prend appui que sur le contour intérieur du tube. Elle peut se déformer sous son propre poids, déformant ainsi l'image créée. De plus, le verre épais est coûteux et difficile à fabriquer. Même si un verre de la plus haute qualité est utilisé, la lentille absorbera néanmoins une partie de la lumière.

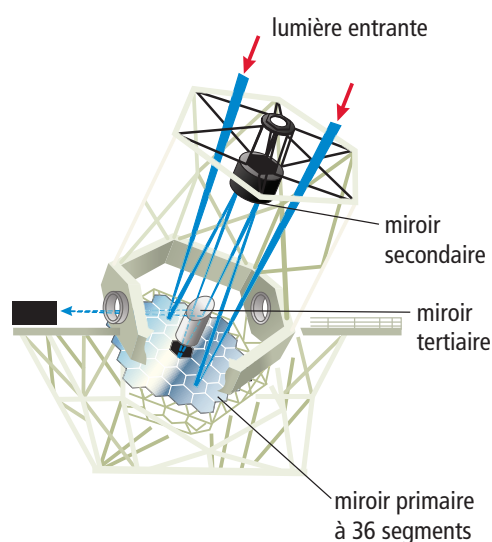
## Les télescopes réflecteurs

En raison des problèmes rencontrés dans la fabrication des grandes lentilles, la plupart des grands télescopes aujourd'hui sont des **télescopes réflecteurs**. Un télescope réflecteur utilise un miroir concave, un miroir plan et une lentille convexe pour capter et focaliser la lumière provenant d'objets lointains (voir la figure 6.31). La lumière provenant d'objets lointains pénètre à une extrémité du télescope et atteint un miroir concave placé à l'autre extrémité. La lumière est réfléchi par ce miroir et converge. Avant de converger vers le foyer, elle atteint un miroir plan placé en angle à l'intérieur du tube. La lumière est ensuite réfléchi par ce miroir vers l'oculaire. Les rayons lumineux convergent, formant une image. Tout comme dans une lunette astronomique, l'oculaire est muni d'une lentille convexe pour grossir cette image.

Certains télescopes utilisés pour l'observation de galaxies lointaines captent les rayons lumineux à partir de plusieurs miroirs, puis combinent ces rayons pour reformer une seule image (voir la figure 6.32).



**Figure 6.31** Les télescopes réflecteurs utilisent deux miroirs pour former une image réelle qui est ensuite grossie par une lentille convexe. Pour focaliser une image avec un télescope réflecteur, on déplace l'oculaire (lentille convexe).



**Figure 6.32** Le télescope Keck, situé à Hawaii, combine la lumière de deux miroirs primaires pour former une seule image beaucoup plus claire que l'image produite par un seul miroir.

## Le télescope spatial Hubble

Imagine que tu es au fond d'une piscine et que tu essaies de lire un signe inscrit sur le bord. L'eau de la piscine déformerait ta vision des objets se trouvant en dehors de l'eau. De la même façon, l'atmosphère de la Terre embrouille notre vision des objets dans l'espace. Pour surmonter ce problème, le télescope spatial Hubble a été mis en orbite en 1990. Le télescope spatial Hubble est un type de télescope réflecteur qui utilise deux miroirs pour capter et focaliser la lumière, et former une image. Le miroir primaire de ce télescope a un diamètre de 2,4 m et peut capter la lumière visible ainsi que certains autres types de rayonnement électromagnétique provenant de planètes, d'étoiles et de galaxies lointaines. Libéré des distorsions causées par l'atmosphère de la Terre, le télescope spatial Hubble peut produire des images beaucoup plus nettes et plus détaillées que les plus grands télescopes au sol (voir la figure 6.33).

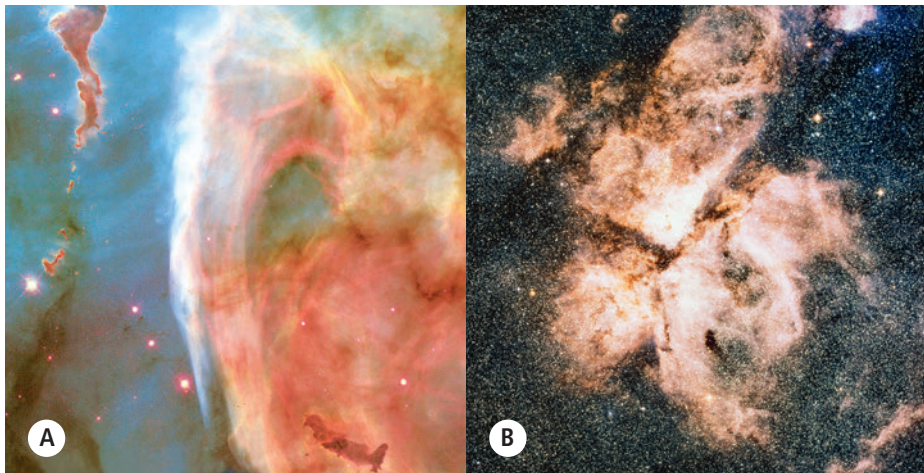


Figure 6.33 L'image provenant du télescope spatial Hubble est claire (A) et non brouillée par l'atmosphère de la Terre (B).

## Les jumelles

Les jumelles sont en fait deux lunettes astronomiques montées côte à côte. Peux-tu imaginer combien il serait difficile de tenir deux longs télescopes? Pour raccourcir ces télescopes, des prismes sont placés à l'intérieur pour servir de miroirs plans. Plutôt que de se propager à travers le long tube d'un télescope, la lumière est réfléctée par des prismes dans un mouvement de va-et-vient à l'intérieur d'un tube plus court (voir la figure 6.34).

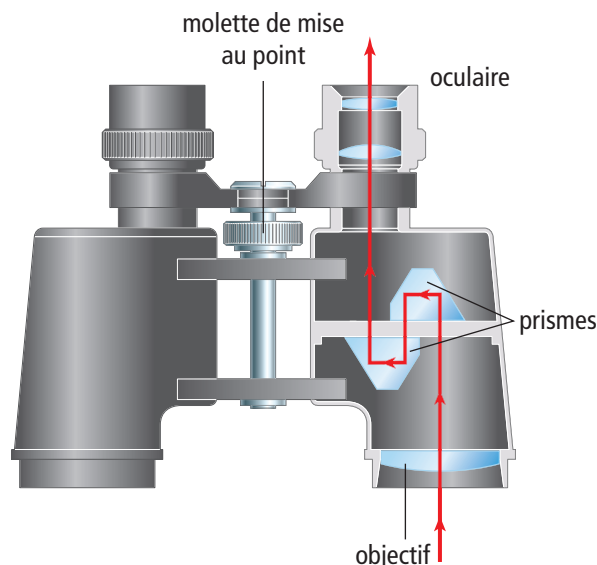


Figure 6.34 La molette de mise au point des jumelles sert à régler la distance focale afin de focaliser l'objet observé.

 **Lien**  **Internet**

Pour en savoir davantage sur le télescope spatial Hubble, les images qu'il a produites et le rôle joué par le Canada dans son entretien, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.  
[www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca)



## Les appareils photo

Un appareil photo numérique utilise une lentille convexe pour capter et dévier la lumière. La lentille projette ensuite une image sur un photodétecteur pour enregistrer l'image numérique d'une scène. Au moment de prendre une photo, un obturateur s'ouvre pour laisser la lumière entrer dans l'appareil pendant un certain temps. La lumière réfléchiée par le sujet entre dans l'appareil par l'**ouverture**, et passe ensuite à travers la lentille qui focalise l'image vers le photodétecteur. En raison de l'utilisation d'une lentille convexe, l'image est inversée et plus petite que l'objet réel.

## Les objectifs grands-angles

Supposons que deux appareils différents sont utilisés pour photographier un même objet à la même distance. Si les appareils sont munis de lentilles différentes, les photos pourraient également être différentes. Par exemple, certaines lentilles ont des distances focales courtes qui produisent une image relativement petite de l'objet, mais avec un large champ de vision (voir la figure 6.35). Ces lentilles sont appelées objectifs grands-angles. Elles doivent être placées près du photodétecteur pour former une image nette.



Figure 6.35 Une photographie prise avec un objectif grand-angle

## Les téléobjectifs

Les téléobjectifs possèdent une longue distance focale. L'image vue à travers un téléobjectif semble plus grosse et plus près qu'elle ne l'est en réalité (voir la figure 6.36). Les téléobjectifs sont très longs afin d'augmenter la distance entre la lentille et le photodétecteur (voir la figure 6.37).

Figure 6.36 Une photographie de la même scène que celle de la figure 6.35 prise cette fois avec un téléobjectif.



Figure 6.37 Un téléobjectif

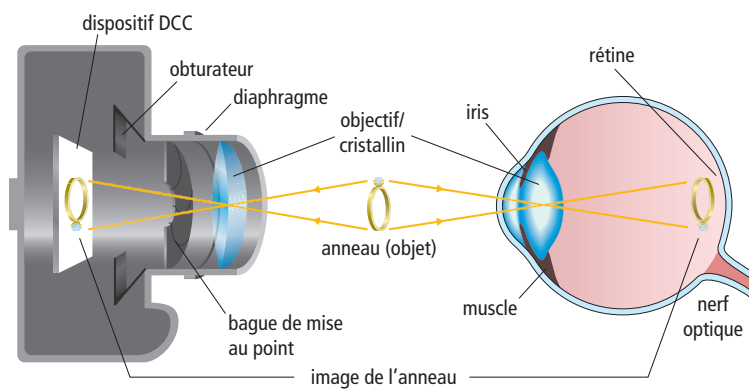
## Les similitudes entre les appareils photo et les yeux humains

Il existe plusieurs similitudes entre un appareil photo et un œil humain (voir la figure 6.38). Par exemple, compare le protège-objectif d'un appareil photo avec une paupière : les deux réduisent le risque de dommages accidentels. L'iris limite la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil. Dans un appareil photo, cette fonction est accomplie par le **diaphragme**.

Le diaphragme est composé de plusieurs cercles opaques disposés en un cercle central. On enlève des cercles pour agrandir ou réduire le cercle central. La lumière passe à travers la lentille, ou le cristallin, pour former une image inversée dans l'appareil photo, ou dans l'œil.

Certaines structures cependant fonctionnent différemment. Par exemple, la focalisation dans un appareil photo s'effectue en modifiant la distance entre la lentille et le détecteur. Chez les humains, le cristallin ne se rapproche pas de la rétine, il change de forme.

Au dos de l'appareil photo se trouve un détecteur appelé **dispositif à couplage de charge (DCC)**. Ce dispositif absorbe la lumière et émet les signaux électriques nécessaires pour produire une image numérique ; il est doté de plusieurs surfaces minuscules, appelées pixels. Chaque pixel enregistre une petite partie d'une image. Les pixels sont les équivalents des bâtonnets et des cônes. Des recherches sont en cours pour relier les signaux électriques d'un appareil photo numérique directement au nerf optique humain, ce qui permettrait aux personnes non-voyantes de voir.



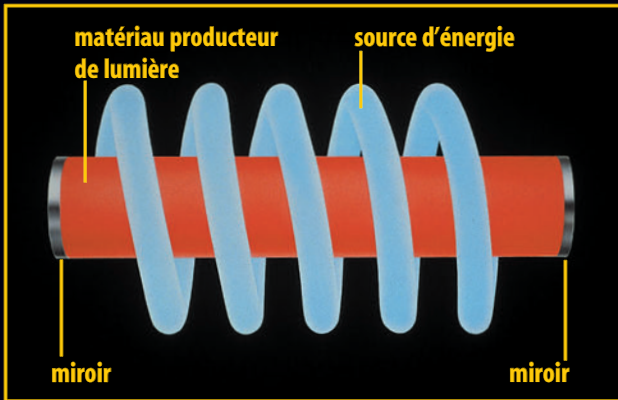
**Figure 6.38** Une comparaison entre un appareil photo et un œil humain

### Vérifie ta lecture

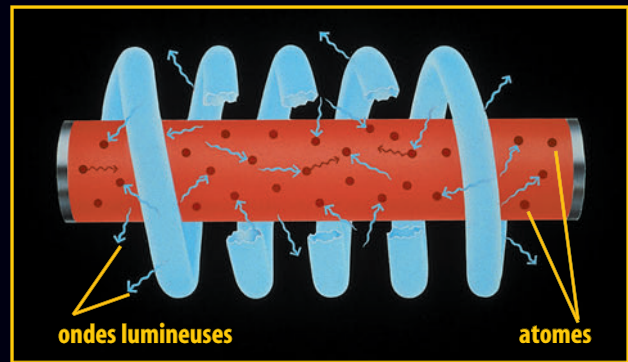
1. Comment un microscope grossit-il une image ?
2. Quelle est la ressemblance entre un télescope réflecteur et un microscope ?
3. En quoi un télescope réflecteur est-il différent d'une lunette astronomique ?
4. Pourquoi le télescope spatial Hubble est-il capable de produire des images plus nettes que les télescopes sur Terre ?
5. À quoi servent les prismes dans des jumelles ?
6. Quelle comparaison peut-on faire entre la distance focale d'un téléobjectif et celle d'un objectif grand-angle ?
7. Nomme deux ressemblances et deux différences entre un appareil photo et un œil humain.



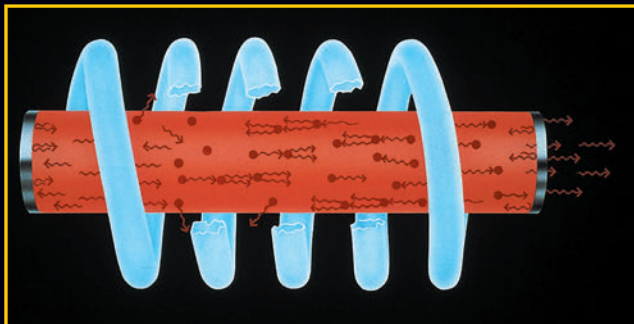
**L**es lasers produisent des ondes lumineuses qui ont la même longueur d'onde. Presque toutes ces ondes se déplacent dans la même direction. Par conséquent, il est plus facile de concentrer les rayons laser que la lumière ordinaire. Les lasers remplacent souvent les scalpels dans la chirurgie oculaire moderne.



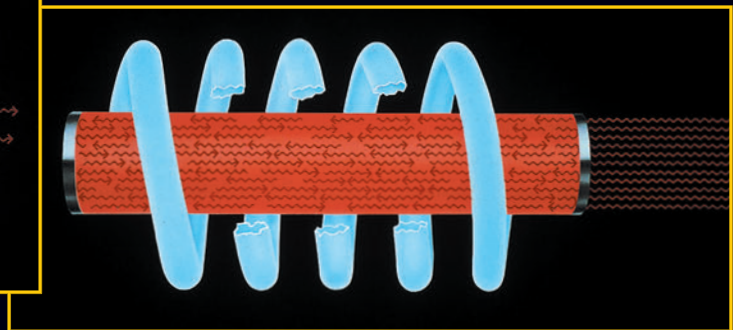
**A** Les parties clés d'un laser comprennent un matériau que l'on peut stimuler pour produire de la lumière, par exemple une tige de rubis, et une source d'énergie. Dans cet exemple, la source d'énergie est une ampoule électrique enroulée en spirale autour de la tige de rubis qui émet une lumière intense.



**B** Une fois l'ampoule allumée, l'énergie est absorbée par les atomes de la tige. Ces atomes émettent de nouveau cette énergie sous forme d'ondes lumineuses en phase dont la longueur d'onde est identique.



**C** La plupart de ces ondes sont réfléchies par les miroirs situés à chaque extrémité du laser. Toutefois, un des miroirs effectue une réflexion partielle, permettant à 1 % des ondes lumineuses de passer à travers pour former un rayon.



**D** Lorsque les ondes vont et viennent entre les miroirs, elles forcent d'autres atomes dans la tige de rubis à émettre des ondes lumineuses. En une fraction de seconde, des milliards d'ondes identiques rebondissent entre les miroirs. Les ondes forment un faisceau de lumière laser à partir du miroir partiellement réflecteur.

## Des concepts à retenir

1. Fais un tableau qui présente les trois parties d'un appareil photo dans une colonne et la fonction de chacune dans une autre.
2. a) Fais un schéma annoté de la disposition des lentilles dans une lunette astronomique.  
b) Montre comment les rayons lumineux d'un objet lointain sont transmis à l'œil d'une personne qui regarde dans l'oculaire.
3. a) Quelle lentille d'un microscope est responsable du grossissement d'une image à l'intérieur du microscope, image qui n'est pas vue directement par l'utilisatrice ou l'utilisateur?  
b) Pourquoi cette image est-elle produite?
4. Explique ce qui distingue une lunette astronomique d'un télescope réflecteur.
5. Compare les distances focales, les tailles des images formées et les champs de vision d'un objectif grand-angle et d'un téléobjectif.

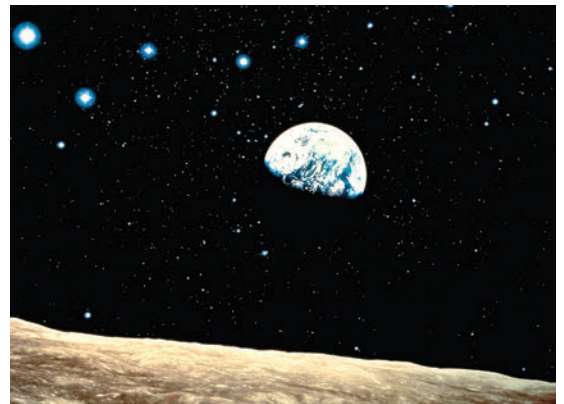
## Des concepts clés à comprendre

6. a) Pourquoi les télescopes utilisés pour étudier les galaxies lointaines ont-ils de grands miroirs?  
b) Donne deux raisons qui expliquent pourquoi une grosse lentille donne de moins bons résultats qu'un grand miroir dans un télescope.
7. L'image formée par un microscope est-elle réelle ou virtuelle? Explique ta réponse à l'aide d'un schéma des rayons.
8. Selon toi, pourquoi les télescopes utilisés de nos jours sont-ils si grands?
9. Il y a des siècles, Galilée et Isaac Newton travaillaient chacun de leur côté à

construire des lunettes astronomiques et des télescopes réflecteurs. À ton avis, pourquoi la collaboration de scientifiques et d'ingénieurs est-elle nécessaire pour concevoir et construire des télescopes modernes, comme Hubble?

## Pause réflexion

Voici deux photographies, une prise avec un télescope et l'autre avec un microscope. Une photo montre la Terre vue de la Lune. L'autre montre la bactérie *E. coli* qui se trouve à l'intérieur de la bouche de toute personne en santé. Personne n'avait jamais vu ces images il y a à peine trois générations. Examine chaque photo, choisis-en une et explique pourquoi elle pourrait jouer un rôle important dans la façon dont les humains voient le monde.





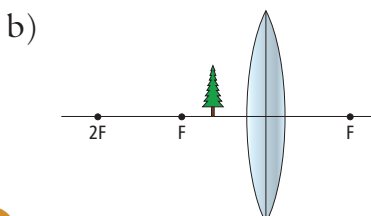
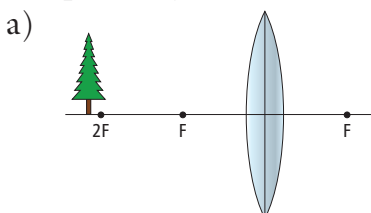
### Prépare ton propre résumé

Dans ce chapitre, tu as examiné les mécanismes de la vision humaine et tu as appris comment il est possible de prolonger cette vision avec des appareils optiques. Prépare ton propre résumé des idées clés de ce chapitre. Tu pourrais accompagner tes notes de tableaux ou d'illustrations. (Voir l'Omni truc 10 pour l'utilisation des tableaux.) Utilise les titres suivants pour structurer tes notes.

1. La structure de l'œil humain
2. Comment nous voyons
3. La correction des problèmes de focalisation
4. Le grossissement d'objets rapprochés à l'aide d'appareils optiques.
5. Le grossissement d'objets lointains à l'aide d'appareils optiques.
4. a) Quels types de lentilles, convexes ou concaves, devrait utiliser une personne myope? Explique.  
b) Quels types de lentilles, convexes ou concaves, devrait utiliser une personne hypermétrope? Explique.
5. Qu'est-ce que l'astigmatisme?
6. Fais un schéma qui montre la disposition des miroirs et de la lentille dans un télescope réflecteur.
7. a) Explique le mécanisme de la focalisation dans un microscope.  
b) Explique pourquoi ce type de focalisation ne fonctionnerait pas dans un télescope.
8. Les jumelles sont similaires à deux télescopes montés en parallèle, sauf qu'ils sont moins longs. Comment peut-on réussir une telle miniaturisation?

### Des concepts à retenir

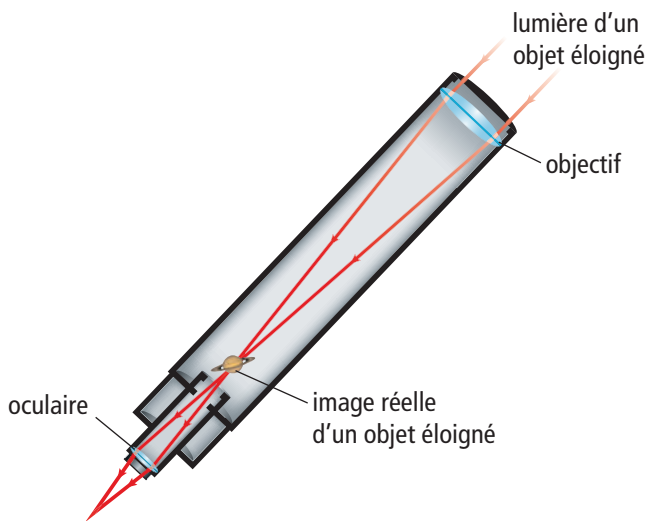
1. Quelle lentille produit la convergence de rayons parallèles?
2. Quelle lentille produit la divergence de rayons parallèles?
3. Copie dans ton cahier les schémas de rayons de lentilles convexes. Complète chacun des schémas en traçant trois rayons. Décris les caractéristiques de chaque image formée.



### Des concepts clés à comprendre

9. La plupart des personnes âgées de plus de 50 ans portent des lunettes de lecture. Pourquoi?
10. Explique pourquoi il faut quelques minutes pour être en mesure de voir dans une pièce obscure. Énumère les adaptations qui ont lieu dans l'œil pour s'ajuster à la faible luminosité.
11. Qu'ont en commun le fait de porter des lunettes et la méthode de correction des problèmes de vision par la chirurgie au laser?
12. Lorsqu'une personne myope regarde un objet sans porter ses lunettes ou ses lentilles de contact, l'image est floue. Expliques-en la raison.

13. L'image formée par une lentille est inversée, réelle, plus éloignée de la lentille que l'objet, et plus grande que ce dernier. Cette lentille est-elle convexe ou concave? Trace un schéma de rayons pour justifier ta réponse.
14. Dans un télescope, indique la fonction :  
 a) de l'objectif ou du miroir ;  
 b) de l'oculaire.



15. Pourquoi l'image observée dans une lunette astronomique est-elle inversée?
16. Suppose que ton appareil photo focalise une personne qui se trouve à 2 m de distance. Tu veux maintenant focaliser un arbre qui se trouve plus loin. Devrais-tu rapprocher la lentille du dispositif à couplage de charge ou l'éloigner? Explique ta réponse.

17. Lorsque tu utilises le plus fort grossissement d'un microscope, l'image est beaucoup plus sombre que si tu utilisais le grossissement le moins fort.  
 a) Donne les raisons possibles d'une image plus sombre.  
 b) Comment pourrais-tu obtenir une image plus claire?

### Pause réflexion

Les lunettes ont été inventées en Italie au XIII<sup>e</sup> siècle. Elles étaient utilisées par les nobles et les membres du clergé. Puis, en 1456, Johannes Gutenberg a inventé la presse à imprimer. Selon toi, quel a été l'impact des lunettes sur le nombre de livres imprimés? Selon toi, quel a été l'effet du nombre de livres imprimés sur la production de lunettes? S'il n'y avait pas eu de lunettes, les livres seraient-ils devenus une source si importante d'information? Explique tes idées.



#### 4 Les propriétés de la lumière et son modèle ondulatoire

- Les humains ont su construire des télescopes et des microscopes bien avant de comprendre la nature de la lumière. (4.1)
- Les ondes sont une perturbation du milieu qui permet la transmission d'énergie d'un endroit à un autre. (4.2)
- Une onde a une amplitude, une longueur d'onde et une fréquence. (4.2)
- Plus la longueur d'onde est courte, plus la fréquence est grande. (4.2)
- Des lumières de couleurs différentes ont des longueurs d'onde différentes. (4.3)
- La lumière blanche est constituée d'un mélange de nombreuses longueurs d'onde. (4.3)
- Un prisme peut séparer la lumière en différentes couleurs puis les recombinaison en lumière blanche. (4.3)
- Le spectre électromagnétique comprend des ondes semblables à celles de la lumière, dont les longueurs d'onde sont plus longues ou plus courtes. (4.4)
- Les ondes radioélectriques, les micro-ondes et le rayonnement infrarouge ont des longueurs d'onde plus longues que la lumière visible. (4.4)
- Le rayonnement ultraviolet, les rayons X et les rayons gamma ont des longueurs d'onde plus courtes que la lumière visible. (4.4)

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

- L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. (5.1)
- La réflexion peut être spéculaire ou diffuse, selon la nature de la surface réfléchissante. (5.1)
- Une image formée par un miroir plan est virtuelle et a la même taille, la même orientation (droite), et est située à la même distance du miroir que l'objet. (5.2)
- La surface réfléchissante d'un miroir concave est creuse ; celle d'un miroir convexe est bombée. (5.3)
- L'image formée par un miroir concave peut être réelle ou virtuelle, droite ou renversée, plus grande ou plus petite que l'objet, selon la distance de l'objet au miroir. (5.3)
- L'image formée par un miroir convexe est virtuelle, droite et plus petite que l'objet. (5.3)
- Le schéma des rayons permet de prédire les caractéristiques d'une image formée par un miroir. (5.3)

#### 6 La réfraction et la formation des images par les lentilles

- Les caractéristiques de l'image formée par une lentille convexe dépendent de la distance de l'objet à la lentille. (6.1)
- L'image formée par une lentille concave est toujours droite, virtuelle, plus près de la lentille que l'objet, et plus petite que ce dernier. (6.1)
- L'œil détecte la lumière grâce au système cornée-cristallin-rétine. (6.2)
- Les bâtonnets sont sensibles à la lumière faible, mais non aux couleurs. (6.2)
- Les cônes fonctionnent lorsque la lumière est vive et permettent de distinguer les couleurs. (6.2)
- Parmi les anomalies de la vision, on peut nommer la myopie, l'hypermétropie, l'astigmatisme et certaines anomalies liées à la perception des couleurs. (6.2)
- Il y a des similarités dans le fonctionnement des yeux et des instruments optiques. (6.3)
- Les microscopes et les lunettes astronomiques n'utilisent que des lentilles pour grossir les objets, alors que les télescopes réflecteurs utilisent aussi des miroirs (6.3)



### Mots clés

- amplitude
- crête
- creux
- énergie
- énergie de rayonnement
- force
- fréquence
- hertz
- longueur d'onde
- lumière
- lumière visible
- médium
- micro-onde
- microscope
- modèle ondulatoire
- onde
- onde infrarouge
- onde radioélectrique
- Pythagore
- rayon gamma
- rayon ultraviolet
- rayon X
- rayonnement électromagnétique
- réflexion
- réfraction
- spectre
- télescope



### Mots clés

- angle d'incidence
- angle de réflexion
- angle de réfraction
- axe principal
- distance de l'image
- distance de l'objet
- foyer
- image
- image réelle
- image virtuelle
- lois de la réflexion
- miroir concave
- miroir convexe
- miroir plan
- modèle du rayon de lumière
- modèle particulaire de la lumière
- normale
- opaque
- propagation rectiligne
- rayon incident
- rayon réfléchi
- rayon réfracté
- rayons prolongés
- réflexion diffuse
- réflexion spéculaire
- sommet
- translucide
- transparent



### Mots clés

- astigmatisme
- bâtonnet
- cécité
- cécité des neiges
- cécité nocturne
- centre optique
- cône
- cornée
- daltonisme
- diaphragme
- dispositif à couplage de charges (DCC)
- distance focale
- hypermétrope
- iris
- lentille
- lentille concave
- lentille convexe
- lunette astronomique
- myopie
- nerf optique
- ouverture
- pupille
- rétine
- sclère
- tache aveugle
- télescope réflecteur

## La construction d'un instrument optique

Les technologies optiques modernes associent des lentilles, des miroirs, des prismes et d'autres éléments optiques. Dans ce projet, tu devras concevoir, construire et mettre à l'essai un instrument qui fonctionne à l'aide de miroirs et de lentilles.

### Problème

Il te faudra concevoir un instrument optique qui utilisera au moins trois éléments, dont un miroir et une lentille. Tu peux en inclure plus si tu le désires. L'instrument te permettra de regarder derrière toi ou de l'autre côté d'un coin, et de voir clairement des objets au loin.

### Consigne de sécurité



- Sois prudent quand tu manipules des objets en verre et des ciseaux.

### Matériel

- un ensemble de lentilles (convexes et concaves)
- un ou plusieurs miroirs plans
- du carton
- du ruban adhésif
- des ciseaux
- de la colle
- une règle
- un crayon

### Exigences

- En équipe, concevoir et construire un instrument optique.
- Cet instrument doit comprendre à la fois des miroirs et des lentilles.
- L'instrument doit te permettre d'obtenir une image agrandie d'objets minuscules ou éloignés, ou de voir derrière toi, par dessus un obstacle ou de l'autre côté d'un coin.
- L'image obtenue doit être nette.

### Marche à suivre

1. En équipe, organisez un remue-méninges pour déterminer ce que vous allez construire. Le périscope jouet illustré ci-contre vous inspirera peut-être.
2. Faites une esquisse de l'instrument en précisant ses caractéristiques, dont ses dimensions. Dressez la liste du matériel dont vous aurez besoin.
3. Rassemblez le matériel dont vous aurez besoin.
4. Présentez votre projet à votre enseignant ou votre enseignante en vue d'obtenir son approbation avant de commencer à construire votre instrument.
5. Assemblez votre instrument et essayez-le. S'il ne fonctionne pas comme vous l'aviez prévu, discutez de modifications possibles.
6. Apportez les modifications nécessaires pour que votre instrument fonctionne correctement.



### Présentez vos découvertes

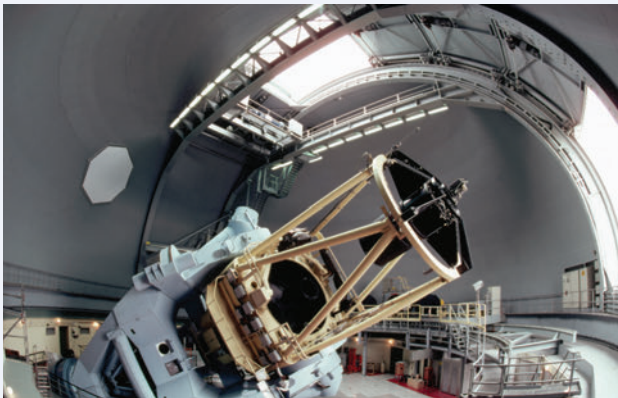
1. Préparez un exposé destiné à présenter vos découvertes à la classe.
  - Incluez le matériel utilisé.
  - Expliquez et montrez comment votre instrument fonctionne.
  - Discutez des problèmes que vous avez rencontrés et des solutions retenues.
2. Évaluez votre instrument. Est-ce qu'il répond à vos attentes?

## Les miroirs des télescopes réflecteurs

Tu as appris beaucoup de choses sur les miroirs, les lentilles, et l'usage qu'on en fait. Dans cette activité, tu feras des recherches pour mieux connaître une des utilisations des miroirs qui sont spécifiques aux télescopes réflecteurs.

### Mise en situation

Galilée a conçu et construit des lunettes astronomiques. Isaac Newton a conçu et construit le premier télescope réflecteur en 1668. Ces premiers instruments ont permis de faire d'importantes découvertes, comme les lunes de Jupiter. De nos jours, toutefois, les astronomes construisent des télescopes qui sont plus gros et plus performants. Certains, comme celui présenté ci-dessous, ne ressemblent pas à l'idée qu'on se fait d'un télescope.



Tous les télescopes modernes sont dotés de très grands miroirs, dont le diamètre peut même atteindre 10 m. Certains télescopes sont dotés de plusieurs miroirs qui travaillent ensemble. Dans certains centres de recherche, on travaille à mettre au point des miroirs liquides, comme celui de la photo de droite, pour les télescopes.

### Renseigne-toi

Pour en apprendre davantage sur les miroirs utilisés dans les télescopes, utilise des documents imprimés et Internet, en commençant ta recherche à l'adresse [www.cheneliere.ca](http://www.cheneliere.ca).

Les questions suivantes constituent un point de départ.

- Pourquoi les miroirs des télescopes sont-ils si grands? Que peuvent découvrir les astronomes avec ces très grands miroirs et qu'ils ne pourraient pas découvrir avec des miroirs plus petits?
- Qu'est-ce qu'un miroir liquide? Comment un liquide peut-il présenter une surface incurvée réfléchissante qui est nécessaire pour capter et focaliser la lumière?
- Quelle est le diamètre du plus grand miroir pour télescope?
- Quel est le poids d'un miroir télescopique?

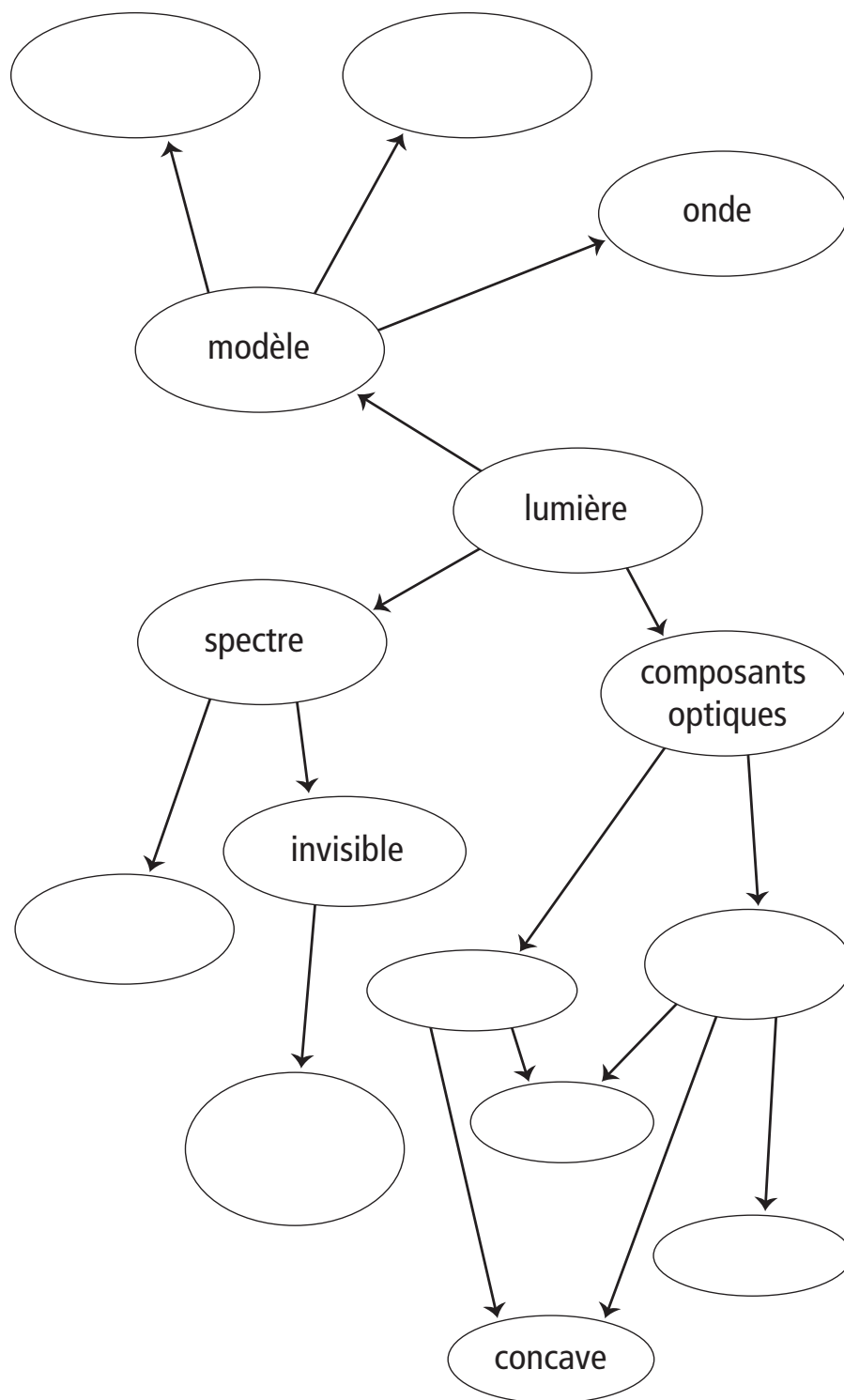
### Présente tes découvertes.

Prépare une affiche, une brochure ou une présentation électronique pour fournir de l'information aux autres élèves de la classe. Inclus des photos, des explications et un résumé des découvertes que tu as faites au cours de ta recherche. Si possible, fais un exposé oral devant ta classe.



## Les idées du module en bref

1. Reproduis dans ton cahier le diagramme conceptuel suivant qui porte sur la lumière. Complète le diagramme pour t'aider dans ta révision du module 2.



## Des mots clés à employer

2. Indique si les énoncés suivants sont vrais ou faux. Si un énoncé est faux, réécris-le de manière à ce qu'il soit vrai.
  - a) L'amplitude d'une onde correspond à la distance entre la crête et le creux.
  - b) Le rayonnement infrarouge transfère de la chaleur.
  - c) Un matériau translucide bloque le passage de la lumière.
  - d) La réfraction est le phénomène dans lequel une onde subit un changement de direction lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre.
  - e) La réflexion spéculaire disperse la lumière, empêchant la formation d'une image.
  - f) L'angle de réflexion est l'angle entre l'onde réfléchi et la surface réfléchissante.
  - g) Une image réelle peut être vue si l'on place un écran à l'endroit où elle se forme.
  - h) Lorsque des rayons parallèles sont réfléchis par un miroir convexe, ils convergent les uns vers les autres et se croisent au foyer.
  - i) Les miroirs concaves dispersent la lumière et, par conséquent, ne peuvent pas former d'images.
  - j) Lorsqu'un rayon passe d'un milieu à un autre qui est plus dense, il s'écarte de la normale.
  - k) L'hypermétropie découle du fait que les rayons lumineux forment une image avant d'atteindre la rétine.
  - l) Les lentilles convexes forment toujours des images virtuelles.
  - m) Les microscopes sont dotés d'objectifs. Ce n'est pas le cas des lunettes astronomiques.
  - n) Une lunette astronomique est constituée d'un ensemble de lentilles et de miroirs.

## Des concepts à retenir

- 4 .....
  3. Décris une situation pour laquelle les premières technologies liées à la lumière ont permis de faire de nouvelles découvertes scientifiques.
  4. Dessine une onde lumineuse. Indique l'amplitude, la longueur d'onde, le creux et la crête.
  5. Explique ce qui arrive à la lumière blanche lorsqu'elle passe à travers un prisme.
  6. En optique, quelle est la différence entre une substance transparente et une substance translucide ?
  7. Explique pourquoi la lumière peut voyager dans le vide, contrairement au son.
  8. Décris une application des micro-ondes et une application des rayons X.
- 5 .....
  9. Énonce les lois de la réflexion.
  10. Pourquoi les rayons lumineux réfléchis lors d'une réflexion diffuse et ceux réfléchis lors d'une réflexion spéculaire obéissent-ils aux mêmes lois de la réflexion ?
  11. Explique comment un changement de la vitesse d'une onde résulte en un changement de la direction de celle-ci.
  12. Décris les caractéristiques des images formées par un miroir plan.
  13. En traçant un schéma des rayons pour un miroir concave, tu traces un rayon partant du sommet de l'objet et passant par le foyer du miroir. Comment traceras-tu le rayon réfléchi ?
  14. Dans le cas d'un miroir concave, quelles sont les caractéristiques de l'image d'un objet qui se trouve entre le foyer et un point situé à une distance équivalant au double de la distance focale ? Si nécessaire, fais un schéma des rayons pour analyser l'image formée.

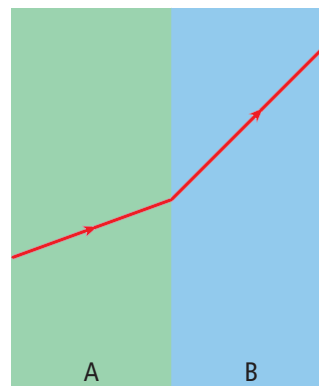


15. Fais un diagramme illustrant comment tu t'y prendrais pour trouver le foyer d'un miroir convexe.
16. Explique la différence entre une image réelle et une image virtuelle.
- 6** .....
17. En construisant un schéma des rayons pour une lentille convexe, tu traces un rayon parallèle à l'axe principal qui part du sommet de l'objet et qui va jusqu'à la lentille. Comment traceras-tu le rayon réfracté?
18. Où doit se trouver un objet pour que son image, obtenue au moyen d'une lentille convexe, soit réelle, renversée, plus petite que l'objet et plus près de la lentille que ne l'est l'objet? Si nécessaire, trace un schéma des rayons pour trouver la réponse.
19. Dans le cas d'une lentille concave, comment la distance entre l'objet et la lentille affecte-t-elle l'image de l'objet? Qu'arrive-t-il aux caractéristiques de l'image quand, par exemple, l'objet s'éloigne de la lentille?
20. Décris comment la forme du cristallin de l'œil change quand tu regardes un objet qui est près, puis un objet au loin.
21. Quel type de lentille peut corriger la myopie? Explique ta réponse au moyen d'un diagramme.
22. Énumère et décris quatre anomalies courantes de la vision humaine.
23. Fais un schéma détaillé illustrant le fonctionnement de jumelles.
24. Compare la lunette astronomique et le microscope en soulignant leurs différences.

## Des concepts clés à comprendre

25. Décris sommairement deux applications de la partie invisible du spectre en imagerie médicale du corps humain.

26. Décris deux propriétés de la lumière et d'un autre type d'ondes électromagnétiques qui démontrent que la lumière et ces ondes électromagnétiques sont en fait deux formes différentes d'un même type général d'ondes.
27. Explique quelles propriétés de la lumière et de la réflexion rendent possible la lecture de caractères noirs sur une feuille de papier blanc.
28. Explique pourquoi tu peux voir ton image dans un miroir, mais que lorsque tu regardes une feuille de papier, tu ne vois aucune image, même si le papier réfléchit la lumière selon les lois de la réflexion.
29. Explique l'énoncé suivant: « Un miroir concave peut former une image sur un écran, mais pas un miroir convexe. »
30. Compare le fonctionnement de la vision en couleurs avec celui de la vision en noir et blanc.
31. Explique le rôle de l'objectif et celui de l'oculaire dans un microscope.
32. Examine le schéma des rayons ci-dessous, dans lequel les couleurs bleue et verte représentent différents milieux. Quel milieu est le plus dense? Explique ta réponse.



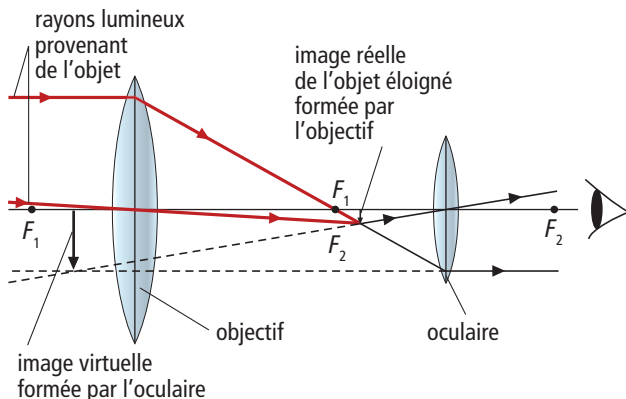
33. Explique comment tu t'y prendrais pour trouver la distance focale d'une lentille convexe.
34. Pourquoi les miroirs n'ont-ils qu'un seul foyer, alors que les lentilles en ont deux?

## Réflexion critique

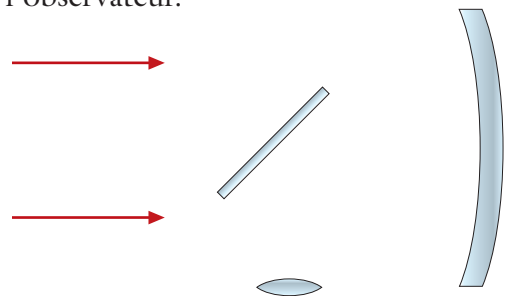
35. Une lentille faite de plastique est déposée dans un liquide. Les rayons lumineux qui voyagent dans le liquide ne sont pas réfractés lorsqu'ils traversent la lentille. Compare la vitesse de la lumière dans ce plastique et dans ce liquide.
36. Une personne fait une photo d'une image formée par un miroir plan. Si l'appareil photo se trouve à 2 m en avant du miroir, à quelle distance la lentille de l'appareil devrait-elle faire la mise au point?
37. Qu'arriverait-il à l'image formée par des rayons qui traversent une lentille et qui sont focalisés sur un écran, si tu cachais la moitié gauche de la lentille avec ta main?

## Des compétences à acquérir

38. Le diagramme ci-dessous est le schéma des rayons d'une lunette astronomique. Vérifie et explique le tracé de chaque rayon en utilisant à chaque fois la règle appropriée.



39. Le diagramme ci-dessous illustre les composants d'un télescope réflecteur. Il y a un miroir concave, un miroir plan et une lentille convexe. Les flèches représentent les rayons lumineux en provenance d'une étoile lointaine. Reproduis ce diagramme et montre comment les rayons voyagent et comment ils atteignent l'œil de l'observateur.



## Pause réflexion

En vieillissant, le cristallin des yeux devient plus rigide et les muscles ne réussissent plus à en changer la forme. Il devient alors difficile de faire la mise au point sur des objets tout près. Certaines personnes portent des lunettes de lecture pour corriger ce problème. D'autres portent des lunettes bifocales qui comportent une petite section permettant de lire, dans la partie inférieure de la lentille. Selon toi, ces lunettes bifocales sont-elles portées par les gens myopes ou hypermétropes ?

