



PRINCIPES OPTIQUES

MISE EN SITUATION

Avez-vous déjà regardé à travers une loupe? Avez-vous déjà vu un miroir qui fait paraître les objets plus petits ou plus grand qu'ils ne le sont en réalité? Avez-vous déjà vu l'action d'un cristal qui génère un arc-en-ciel de couleurs?

Tous ces phénomènes relèvent de principes optiques qui changent la lumière et nous font percevoir des images de façon différente.

OBJECTIFS

Ce module a pour but de vous familiariser à l'étude des principes optiques. Vous y apprendrez notamment comment voyage la lumière et comment les surfaces la réfléchissent ou la laissent passer.

APPRENTISSAGES

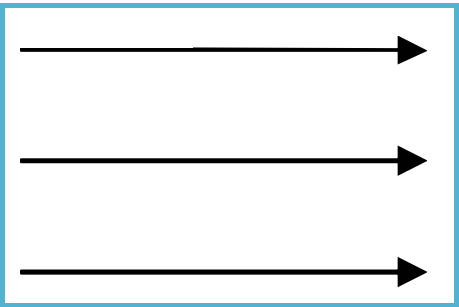

À la fin de ce module, vous serez en mesure de:

- expliquer comment voyage la lumière
- expliquer comment les rayons lumineux sont réfléchis, réfractés ou absorbés
- décrire les différents supports optiques et la façon dont leur indice de réfraction affecte la lumière
- décrire comment un prisme fait dévier la lumière
- décrire comment une lentille focalise la lumière
- expliquer le comportement d'un rayon lumineux à travers une lentille
- définir ce qu'est une lentille plano.

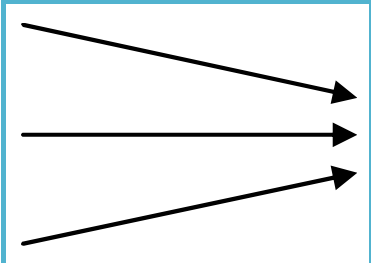
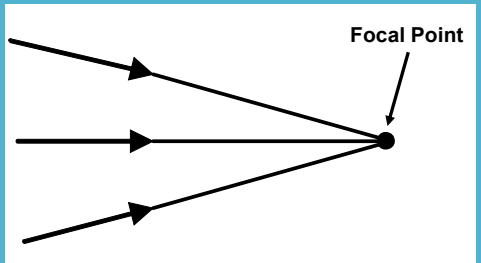
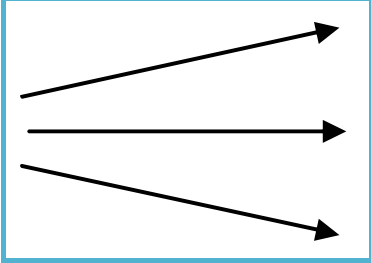
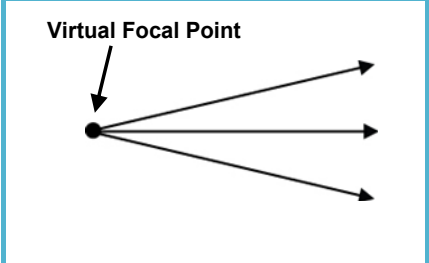

LA LUMIÈRE

Nous sommes en mesure de percevoir des images grâce à la lumière que nos yeux reçoivent en provenance des objets. Cette lumière est alors convertie en signaux nerveux interprétables par le cerveau. La lumière contient de nombreuses d'informations quant aux objets dont elle émane, notamment leur couleur, leur forme et leur mouvement. L'interprétation de ces informations par le cerveau permet l'identification et l'analyse de l'objet observé.

Pour voir clairement, la lumière reçue par l'œil doit être correctement focalisée sur la rétine, sans quoi des lunettes peuvent être nécessaires pour une vision claire.

<p>Comportement de la lumière</p>	<p>La lumière voyage en ligne droite à partir d'un objet jusqu'à nos yeux. Ces lignes droites sont appelées rayons lumineux.</p> <p>Les rayons lumineux peuvent être représentés sur un schéma, de façon à prévoir la trajectoire de la lumière. Ces schémas sont appelés constructions géométriques. Sur une construction géométrique, on trace une ligne droite afin de représenter un rayon et une pointe de flèche à l'une des extrémités afin de marquer dans quelle direction la lumière voyage.</p> <p>Les rayons lumineux peuvent se déplacer dans différentes directions ou dans la même direction. Les types de rayons lumineux comprennent:</p> <ul style="list-style-type: none"> • les rayons lumineux parallèles • les rayons lumineux convergents • les rayons lumineux divergents
<p>Rayons lumineux</p>	<p>Ces rayons lumineux se déplacent tous dans la même direction et demeurent à la même distance l'un de l'autre.</p> <div data-bbox="740 1191 1200 1496" data-label="Image">  </div> <p><i>Figure 2.1: Rayons lumineux parallèles</i></p> <div data-bbox="421 1554 545 1657" data-label="Image">  </div> <p>Les rayons lumineux parallèles proviennent des objets lointains (éloignés).</p> <p>En optique, tous les objets à 6 mètres ou plus de distance sont considérés lointains.</p> <p>Cela signifie que les rayons lumineux parallèles proviennent de tous les objets à 6 m ou plus de distance.</p>

LA LUMIÈRE (cont.)

<p>RAYONS LUMINEUX CONVERGENTS</p>	<p>Ces rayons lumineux se rapprochent les uns des autres. Ils convergent vers un point focal de rencontre.</p> <div data-bbox="507 360 879 622">  </div> <p><i>Figure 2.2: Rayons lumineux convergents</i></p> <div data-bbox="1002 360 1485 622">  </div> <p><i>Figure 2.3: Les rayons lumineux convergent vers un point focal</i></p>
<p>RAYONS LUMINEUX DIVERGENTS</p>	<p>Ces rayons lumineux voyagent en s'éloignant les uns des autres. Les rayons lumineux divergents proviennent d'un objet placé à moins de 6 mètres de distance de l'œil.</p> <div data-bbox="507 748 879 1010">  </div> <p><i>Figure 2.4: Rayons lumineux divergents</i></p> <div data-bbox="1027 748 1458 1010">  </div> <p><i>Figure 2.5: Les rayons lumineux divergent d'un objet placé à moins de 6 m de distance</i></p> <p>Les rayons voyagent en ligne droite jusqu'à ce qu'ils atteignent un objet. Une fois l'objet atteint, ils peuvent avoir plusieurs comportements:</p> <ul style="list-style-type: none"> • réfléchis par l'objet – phénomène de réflexion de la lumière; • réfractés par l'objet (voyagent à travers l'objet) phénomène de réfraction de la lumière; • absorbés par l'objet <div data-bbox="432 1272 544 1368">  </div> <p>La réflexion et la réfraction peuvent changer la direction dans laquelle voyagent les rayons lumineux.</p> <p>Les rayons lumineux s'arrêtent s'ils sont absorbés par l'objet. Un objet qui absorbe l'ensemble des rayons lumineux nous apparaîtra de couleur noire.</p>
<p>MILIEU OPTIQUE</p>	<p>Les rayons lumineux peuvent voyager à travers tout matériel transparent. On nomme un matériel qui laisse passer la lumière un milieu optique (ou simplement un milieu).</p> <p>Un milieu optique peut être:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gazeux (comme l'air) • liquide (comme l'eau) • solide (comme le verre ou le plastique transparent)
<p>INDICE DE RÉFRACTION</p>	<p>Chaque milieu optique possède un indice de réfraction qui lui est propre. L'indice de réfraction nous indique dans quelle mesure la lumière voyage plus rapidement dans l'air qu'elle ne le fait dans le milieu. Il s'agit donc d'une comparaison entre la vitesse de la lumière dans l'air et la vitesse de la lumière dans le milieu.</p> <p>La lumière se propage plus vite dans un milieu avec un faible indice de réfraction (comme l'air), et plus lentement dans un milieu ayant un indice de réfraction élevé (comme le verre).</p> <p><i>Exemple:</i> L'air a un indice de réfraction de 1, alors que celui du verre est de 1.5</p> <p>Cela signifie que la lumière voyage 1.5 fois plus rapidement dans l'air qu'elle ne le fait dans le verre.</p>

RÉFLEXION

Un rayon de lumière de lumière peut rebondir sur une surface (comme une balle au sol) lorsqu'il atteint une surface lisse réfléchissante, un miroir par exemple. On nomme ce phénomène la réflexion de la lumière.

Lorsqu'un rayon lumineux entrant (également appelé un rayon incident) frappe une surface réfléchissante, on dit du rayon lumineux sortant qu'il est le rayon réfléchi.

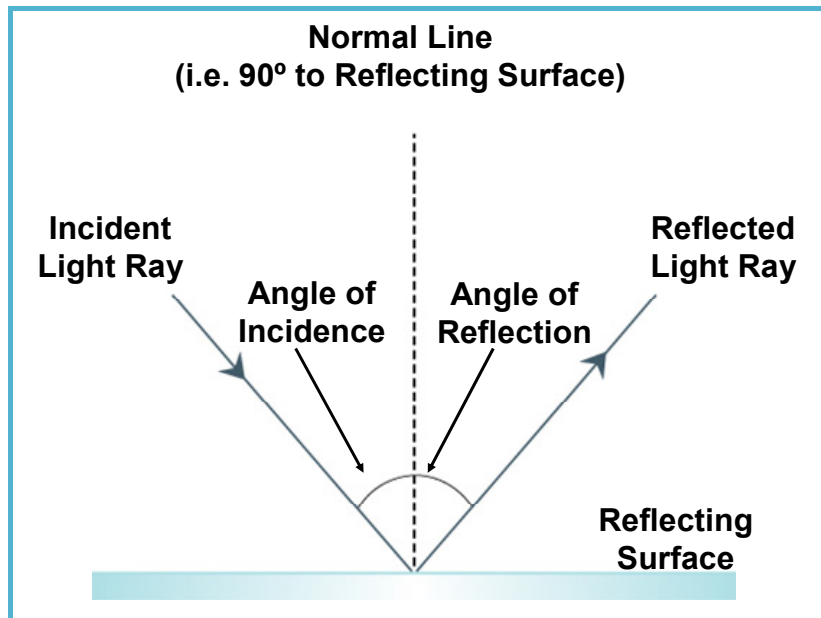


Figure 2.6: Réflexion

On peut tirer une ligne perpendiculaire (angle de 90°) à la surface réfléchissante à l'endroit où le rayon de lumière frappe la surface. Cette ligne est appelée la normale.

L'angle entre le rayon incident et la normale est appelé l'angle d'incidence.

L'angle entre le rayon réfléchi et la normale est appelé l'angle de réflexion.



Loi de la réflexion:

Valeur de l'angle d'incidence = Valeur de l'angle de réflexion

RÉFRACTION

La lumière continue parfois à voyager à travers un milieu au lieu d'être réfléchi ou absorbée. Un rayon lumineux incident frappe une surface de réfraction et puis voyage à travers celle-ci. Le rayon réfracté change alors de direction lorsqu'il se déplace à travers ce nouveau milieu.

On peut tirer une ligne perpendiculaire (angle de 90°) à la surface de réfraction à l'endroit où le rayon de lumière frappe la surface. Il s'agit de la normale. L'angle entre la normale et le rayon lumineux incident est appelé l'angle d'incidence (i). L'angle entre le rayon réfracté et la normale est appelé l'angle de réfraction (i').

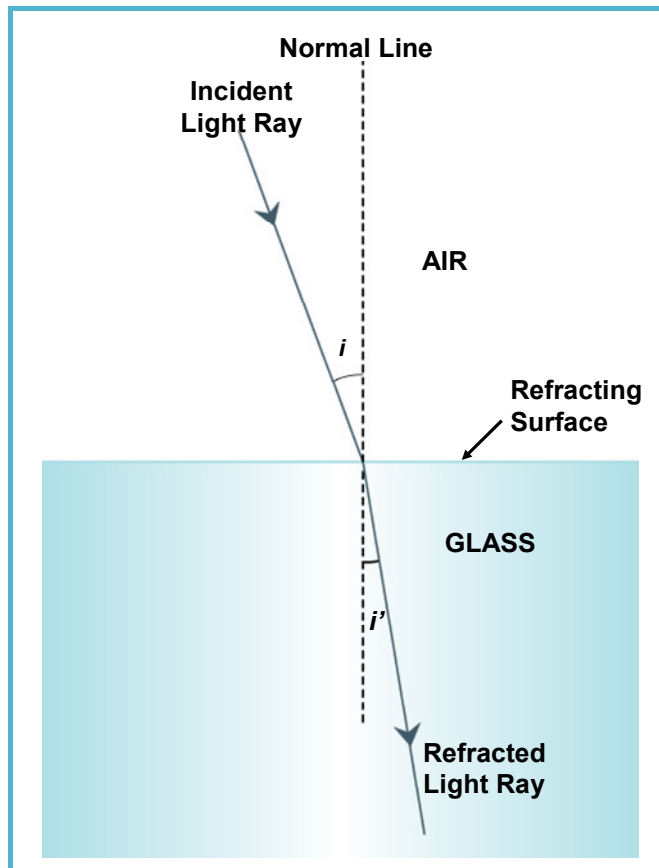


Figure 2.7: Réfraction

Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu à un autre (de l'air au verre par exemple), sa direction change elle aussi. On nomme ce phénomène la réfraction de la lumière.

Exception:

Si le rayon lumineux pénètre perpendiculairement dans un nouveau milieu (le long de la normale), sa direction demeure alors inchangée.

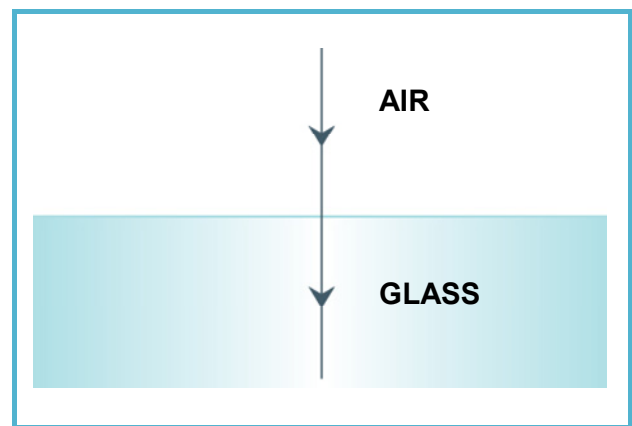


Figure 2.8: Un rayon lumineux qui se déplace le long de la normale ne change pas d'orientation.

L'ampleur de la réfraction de la lumière (valeur par laquelle un rayon de lumière est dévié) dépend de l'indice de réfraction du milieu d'où provient le rayon lumineux et de l'indice de réfraction du milieu qu'il pénètre.



Un rayon lumineux sera davantage réfracté si la différence entre l'indice de réfraction du milieu d'origine et du nouveau milieu est grande.

Un rayon lumineux sera moins réfracté si la différence entre l'indice de réfraction du milieu d'origine et du nouveau milieu est faible.

RÉFRACTION (cont.)

Lorsqu'un rayon lumineux se déplace d'un milieu avec un indice de réfraction moindre vers un milieu ayant un indice de réfraction plus élevé, le rayon lumineux est courbé vers la normale.

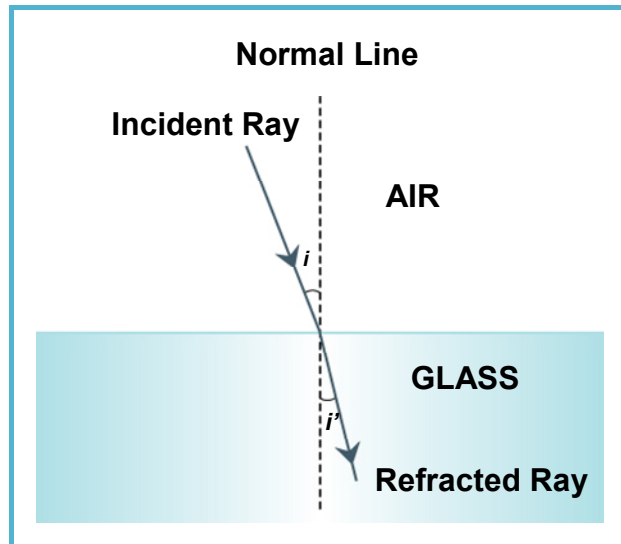


Figure 2.9: Le rayon lumineux voyage vers un milieu ayant un indice de réfraction supérieur au précédent

À l'inverse, lorsqu'un rayon lumineux se déplace vers un milieu dont l'indice de réfraction est moins élevé que le précédent le rayon lumineux s'éloigne de la normale.

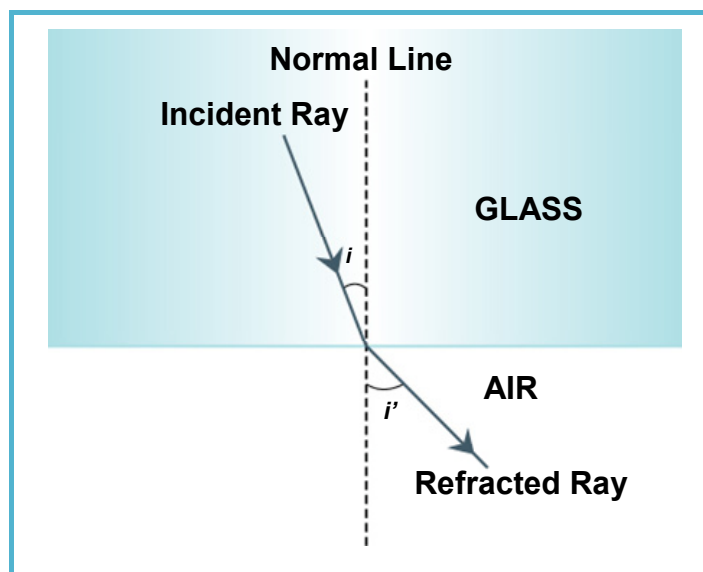


Figure 2.10: Le rayon lumineux voyage vers un milieu ayant un indice de réfraction inférieur au précédent



- Pour un rayon lumineux qui passe à **un milieu ayant un indice de réfraction plus élevé**: l'angle de réfraction (i') **est plus petit que** l'angle d'incidence (i).
- Pour un rayon lumineux qui passe à **un milieu ayant un indice de réfraction plus faible**: l'angle de réfraction (i') **est plus grand** que l'angle d'incidence (i).

PRISMES

PRISMES

Les prismes dévient la lumière. Un prisme optique est fait d'un matériau transparent (comme du verre ou du plastique) ayant un indice de réfraction plus élevé que l'air.

Un prisme a la forme d'un triangle. Un côté de ce triangle lui sert de base, alors le coin opposé à cette base est appelé l'apex. L'angle du sommet est appelé l'angle apical et aura une incidence sur la valeur à laquelle la lumière est réfractée.

On peut tirer une ligne perpendiculaire (angle de 90°) à la surface de réfraction à l'endroit où le rayon de lumière frappe la surface. Il s'agit de la normale. L'angle entre la ligne normale et le rayon réfracté est modifié lorsqu'un rayon lumineux se déplace à travers un nouveau milieu, dans ce cas un prisme.

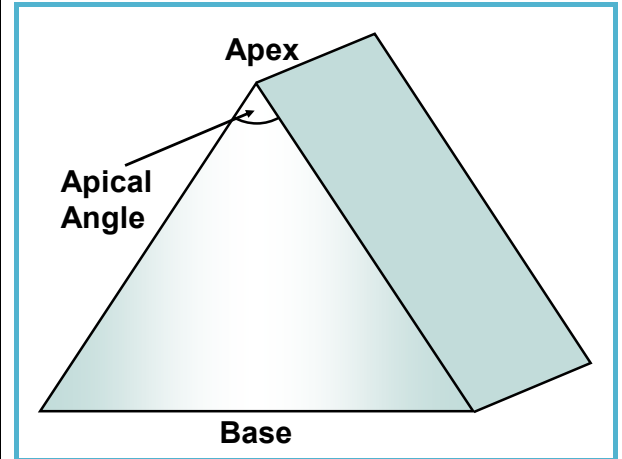
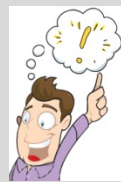


Figure 2.11: Un prisme optique

PRISMES ET INDICES DE RÉFRACTION



Rappel:

- Pour un rayon lumineux qui passe à un milieu ayant un **indice de réfraction plus élevé**: l'angle de réfraction est **plus petit** que l'angle d'incidence.
- Pour un rayon lumineux qui passe à un milieu ayant un **indice de réfraction plus faible**: l'angle de réfraction **est plus grand** que l'angle d'incidence.

Un prisme fait de verre ou de plastique possède un indice de réfraction plus élevé que l'air. Lorsqu'un rayon lumineux incident pénètre un prisme, il est dévié vers la normale à l'intérieur du prisme et s'en éloigne à la sortie du prisme.

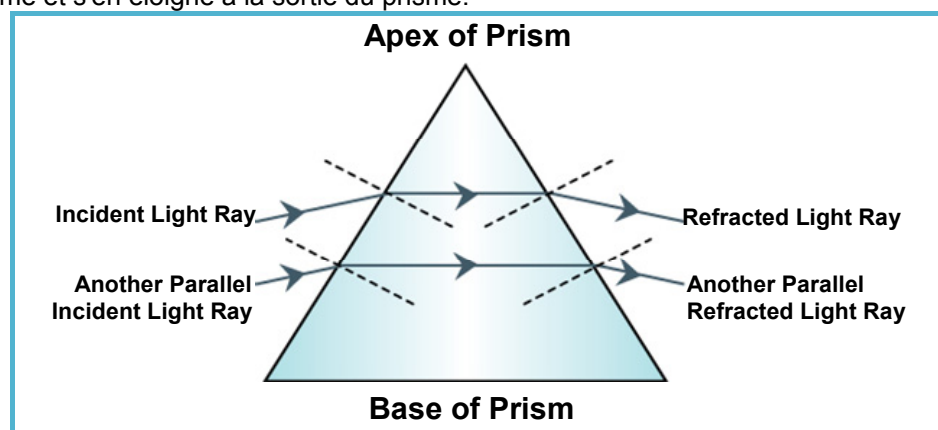


Figure 2.12: Un prisme dévie les rayons lumineux également, peu importe où ils pénètrent dans le prisme. Tous les rayons lumineux parallèles qui entrent dans un prisme quittent encore parallèles mais déviés dans leur direction.



La lumière qui pénètre un prisme sera toujours déviée loin de l'apex du prisme.

Un prisme ne **concentre pas** la lumière. Les rayons lumineux parallèles qui entrent dans un prisme en sortiront également parallèles.

Déviati  n app  rente

The diagram shows a light blue triangle representing a transparent medium. A horizontal arrow labeled "Actual position of object" points from the left into the triangle. A dashed line labeled "Object appears to be here" extends from the point where the arrow enters the triangle to the top-left corner of the triangle. A solid arrow labeled "Image" points from the point where the arrow enters the triangle to the right, ending at an eye icon.

Figure 2.13: Déviation apparente: la lumière en provenance de l'objet est déviée vers la base du prisme et l'objet semble ainsi s'éloigner de l'apex.

LENTILLES

Une lentille optique (ou simplement une lentille) est une composante faite de matériau transparent qui réfracte les rayons lumineux en un certain point (appelé le point focal). Contrairement aux prismes qui ne font que dévier la lumière, les lentilles la focalisent. Les lentilles sont utilisées dans la fabrication de lunettes, loupes, microscopes et projecteurs.

Un projecteur de diapositives utilise des objectifs qui peuvent concentrer une image sur un écran. De la même façon, les verres de lunettes peuvent changer la puissance de focalisation des yeux afin de rendre la vue plus claire.



Les lentilles d'une paire de lunettes servent à corriger la mise au point d'un œil qui présente des erreurs de réfractions (myopie, hypermétropie, astigmatisme ou presbytie) afin de rendre plus claire la vision.

Toutes les lentilles présentent deux surfaces: avant et arrière. Une lentille doit présenter au moins une surface incurvée de manière à pouvoir focaliser la lumière.

Les lentilles sont généralement faites de verre ou de plastique, et se déclinent en de nombreuses formes. Les formes de verres les plus courantes sont:

- **Sphériques:** lentilles positives et négatives (convergentes et divergentes)
- **Astigmatiques:** cylindriques et sphéro-cylindriques

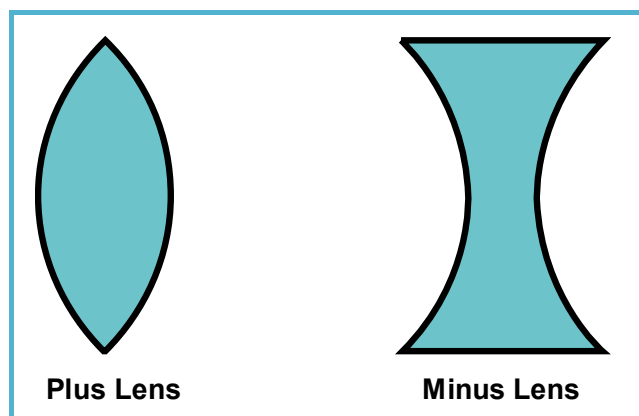


Figure 2.14: Lentille positive et négative

Une lentille positive possède un point focal où convergent et se rencontrent les rayons lumineux réfractés. Une lentille négative fait diverger les rayons lumineux en provenance d'un point.

Une lentille dévie les rayons lumineux selon une certaine force en fonction de l'indice de réfraction du matériau, et de l'endroit où pénètre le rayon incident.

Une lentille peut être représentée comme des prismes joints ensemble, bien que les prismes ne fassent que dévier la lumière sans la focaliser.



Une lentille positive peut être représentée comme deux prismes joints par la base.

Une lentille négative peut être représentée comme deux prismes joints par le sommet.

LENTILLES (cont.)

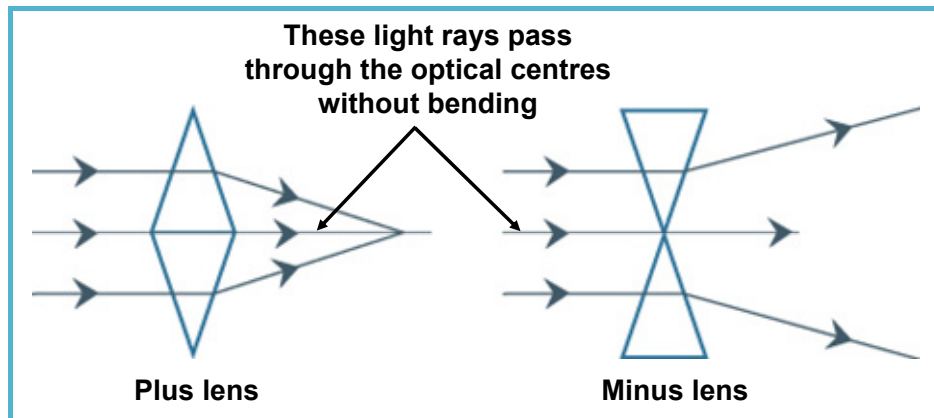


Figure 2.15: Les lentilles peuvent être vues comme des prismes joints ensemble

Cette description de base d'une lentille nous aide à comprendre comment les lentilles positives et négatives dévient la lumière, mais elle n'est pas parfaitement exacte. En effet, un problème apparaît avec cette explication si l'on ajoute quelques rayons supplémentaires, comme c'est le cas sur le schéma ci-dessous. On peut alors voir que deux prismes ne peuvent concentrer la lumière en un point unique, et ne font que la dévier.

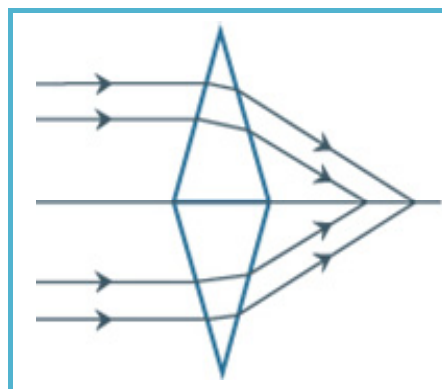


Figure 2.16: Les rayons lumineux traversent les deux prismes

Cet éclaircissement nous amène à affiner notre description: une lentille peut être représentée comme un grand nombre de prismes dont la force s'intensifie aux extrémités. Le schéma A illustre ce concept en ajoutant deux prismes supplémentaires au modèle précédent. Il faut ajouter des prismes au schéma chaque fois que l'on ajoute un rayon lumineux à la représentation (voir le schéma B).

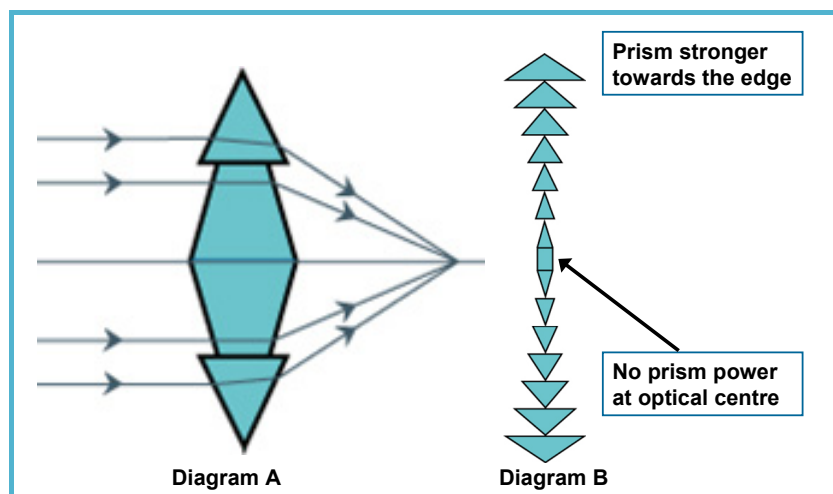


Figure 2.17: Une lentille peut être représentée comme un grand nombre de prismes dont la force s'intensifie aux extrémités

LENTILLES (cont.)

Un autre moyen faire converger la lumière en un point est de faire une lentille dont au moins une des surfaces est incurvée. On peut représenter le tout comme un très grand nombre de prismes dont l'intensité est plus forte aux extrémités. La plupart des lentilles de lunettes possèdent deux surfaces incurvées.

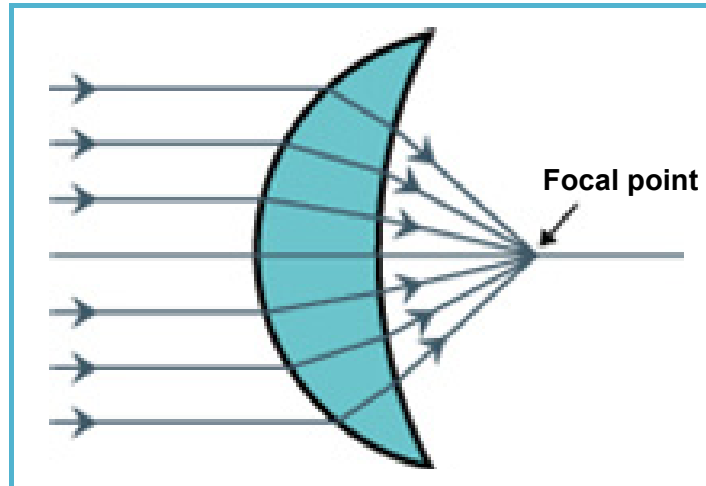


Figure 2.18: Une lentille de lunettes possède deux surfaces incurvées. Les surfaces incurvées permettent à la lumière de converger.

CENTRE OPTIQUE

Remarquez que le rayon lumineux n'est pas dévié à l'endroit où les deux prismes se rejoignent. Ce point est appelé le centre optique de la lentille.

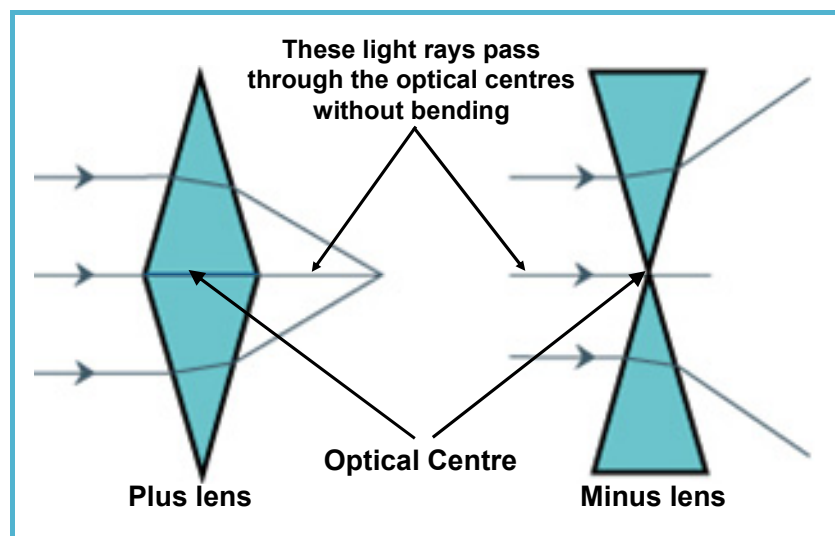


Figure 2.19: Le centre optique d'une lentille positive et négative

Le centre optique est la seule partie d'une lentille où un rayon de lumière peut voyager sans être réfracté. C'est le même centre optique d'une lentille que l'on aligne avec les yeux d'un patient lors de la fabrication de lunettes.

Le centre optique d'une lentille positive est le point où la lentille est la plus épaisse tandis que celui d'une lentille négative est le point où la lentille est la plus mince.

LENTILLES (cont.)

LENTILLES PLANO

Une lentille qui n'est ni positive ni négative est appelée lentille plano (ou lentille sans puissance réfractive).

Une lentille plano n'a aucune puissance de focalisation et ne peut dévier les rayons lumineux. La lumière voyage donc à travers une lentille plano sans changer de trajectoire, comme à travers une vitre.

Une lentille plano peut avoir deux surfaces planes ou deux surfaces courbes (égales et opposées).

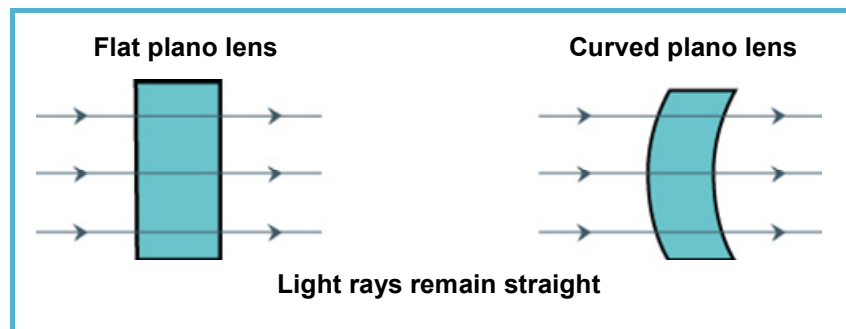


Figure 2.20: Une lentille plano peut être plate ou incurvée.
Les rayons qui la traversent ne sont pas déviés.

TESTEZ VOS CONNAISSANCES

1. Nommez les trois types de rayons lumineux (en fonction de la direction dans laquelle ils voyagent).

2. Nommez les deux seules façons dont la lumière peut changer de direction.

3. Comment appelle-t-on un rayon de lumière qui se dirige vers une surface?

4. Que mesure l'indice de réfraction?

5. Qu'est-ce qu'un prisme? Comment la lumière qui traverse un prisme est-elle déviée?

6. Un rayon lumineux qui passe à un milieu dont l'indice de réfraction est supérieur au précédent se rapproche ou s'éloigne de la normale?

7. Un rayon lumineux qui passe à un milieu dont l'indice de réfraction est inférieur se rapproche ou s'éloigne de la normale?

8. Un rayon lumineux est-il davantage réfracté si la différence entre les deux milieux est forte ou si elle est faible?
