

Le cerveau joue un rôle essentiel dans l'interprétation de l'information lumineuse reçue par la rétine de l'œil. Il est soumis à des illusions géométriques ou liées au temps.

I) Qu'est-ce qu'une illusion optique géométrique ?

I-1) Mise en évidence :

Il existe dans notre environnement un très grand nombre d'exemple d'illusions optique géométriques. On se propose d'étudier deux exemples : [VOIR](#) la vidéo

- Quand on introduit une pièce dans un bol et qu'on se positionne de façon a ne pas voir la pièce, celle-ci peut-être rendue visible en remplissant le bol d'eau.



- Quand on introduit un bâton dans un verre d'eau, on le perçoit comme s'il était brisé.



Comment expliquer ces observations ?

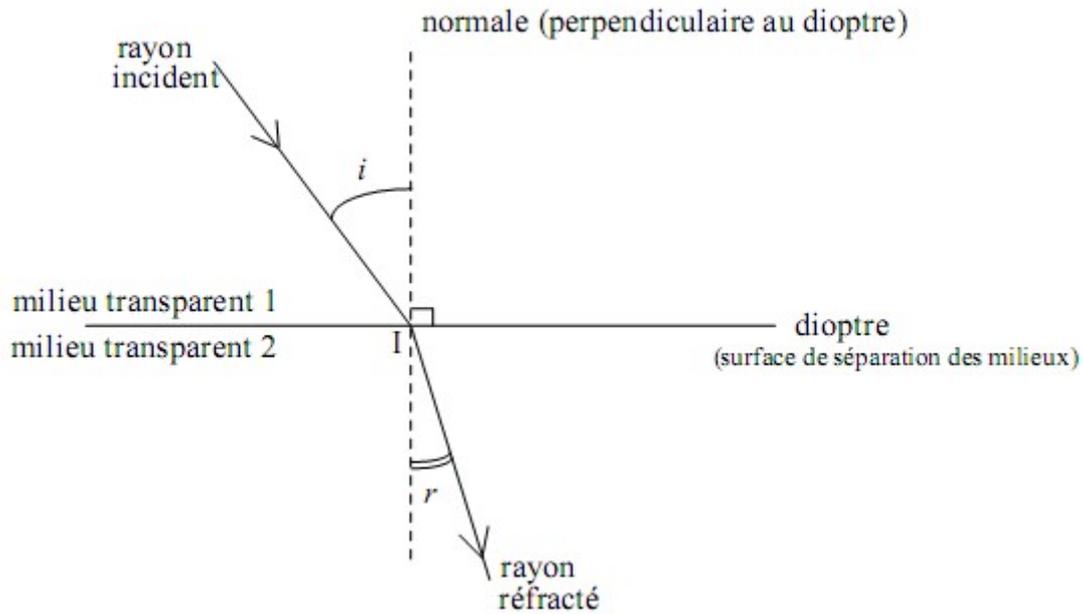
I-2) Qu'est-ce que la réfraction ?

- Définitions :

La réfraction est la **dévi**ation (le changement de direction) d'un faisceau lumineux lors de son passage entre deux milieux transparents (ex : l'air et l'eau)

La surface séparant deux milieux transparents différents est appelé un **diop**tre.

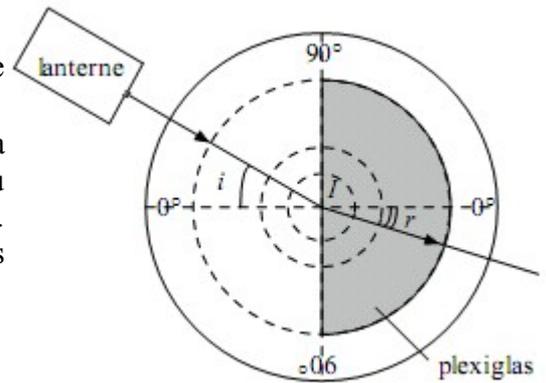
- **Vocabulaire associé au phénomène de réfraction :**



- **Expérience n°1 :**

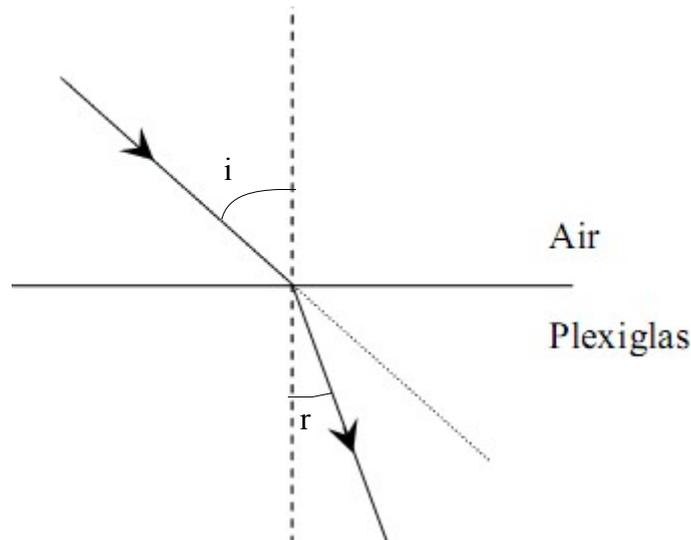
On utilise le dispositif schématisé ci-contre.

- ➔ On place le demi-disque de plexiglas et on le tourne de façon à ce que sa face plane soit du côté de la lanterne.
- ➔ On superpose le faisceau lumineux incident issu de la lanterne avec la perpendiculaire à la face plane du demi-disque. L'angle d'incidence i est alors égal à 0° . Puis on fait pivoter le disque pour obtenir différentes valeurs de l'angle d'incidence i (jusqu'à 90°).



- **Observations expérimentales :**

Lorsque la lumière passe de l'air au plexiglas, le rayon réfracté se rapproche de la normale. On dit que le milieu 2 (plexiglas) est plus réfringent que le milieu 1 (l'air).



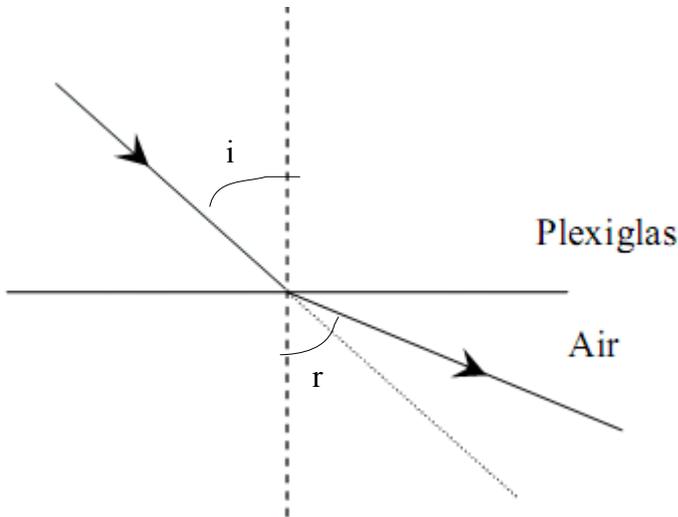
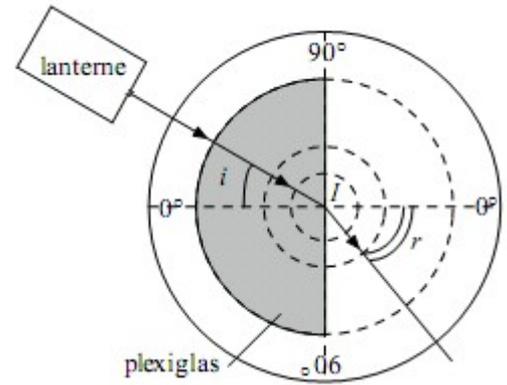
$i > r$, le plexiglas est plus réfringent que l'air.

- **Expérience n°2 :**

On place désormais la face courbe du demi-disque (voir schéma) face à la lanterne. Et on refait la même expérience.

- **Observations :**

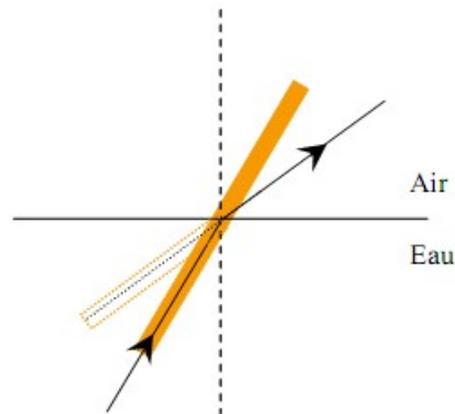
Lorsque la lumière passe du plexiglas à l'air, le rayon réfracté s'écarte de la normale. On dit alors que le milieu 2 (l'air) est moins réfringent que le milieu 1 (le plexiglas).



$i < r$, l'air est donc moins réfringent que le plexiglas.

Un rayon lumineux se rapproche de la normale au dioptre lorsqu'il passe dans un milieu plus réfringent.

- **Interprétation du phénomène du bâton brisé :**



I-3) La réflexion totale :

Lorsque la lumière passe du plexiglas à l'air, on constate que pour une certaine valeur de l'angle d'incidence, il n'y a plus de rayon réfracté : on a atteint l'angle limite.

- ➔ Lorsque l'angle d'incidence est inférieur à l'angle limite, il y a réfraction.
- ➔ Lorsque l'angle d'incidence est supérieur à l'angle limite, il y a réflexion totale. Cette propriété est utilisée dans la fibre optique.

- **Quelles sont les lois de la réflexion ?**

Expérience : on remplace le demi-disque de plexiglas par un miroir plan.

Observation : On constate que le rayon réfléchi par le miroir est symétrique au rayon incident par rapport à la normale.

Conclusion :

Lors d'une réflexion, l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion : $i = r$. Le rayon réfléchi est symétrique au rayon incident par rapport à la normale.

• Illusions d'optiques dues à la réflexion :

La loi de la réflexion impose que l'image donnée par réflexion sur un dioptre ou sur un miroir est géométriquement symétrique à l'objet par rapport au plan de ce dioptre ou de ce miroir. Cela signifie que par réflexion sur un dioptre ou un miroir, la lumière d'un objet qui arrive à l'œil semble provenir de son image.

Ainsi, par réflexion sur une vitre, l'œil voit une image symétrique de l'objet par rapport à la vitre. Pour le cerveau de l'observateur, habitué à la propagation rectiligne de la lumière, tout se passe comme si un objet se trouvait réellement à la place de cette image. L'observateur a l'illusion qu'il y a réellement un objet derrière la vitre.

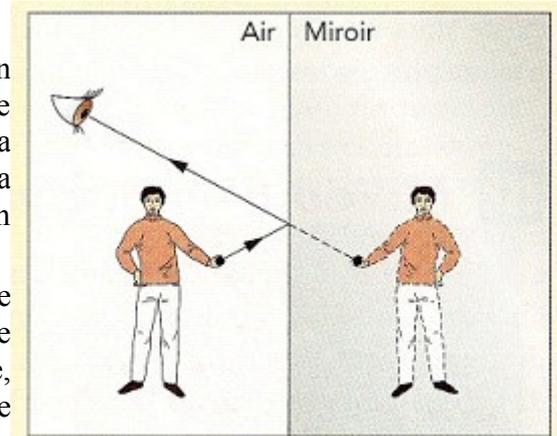


Fig. 2 - Pour l'œil, l'image semble de l'autre côté du miroir.

II) Quelles sont les illusions optiques temporelles ?

2-1) La persistance rétinienne :

Expérience :

On observe une diode électroluminescente alimentée par un générateur basse fréquence.

Observations :

Pour des fréquences basses (quelques Hz) on observe que la diode clignote. Mais dès qu'on atteint une certaine fréquence, on ne distingue plus le clignotement et on voit la diode s'allumer en continu.

Conclusion :

L'œil garde en mémoire un image pendant environ 0,1s. C'est ce que l'on appelle la persistance rétinienne.

2-2) La stroboscopie :

Un stroboscope est un appareil qui émet des éclairs lumineux brefs et intenses à intervalles de temps égaux. La durée séparant deux éclairs successifs est appelé la période (T).

La fréquence (f) des éclairs est l'inverse de la période. C'est donc le nombre d'éclairs pendant une durée

donnée. $f = \frac{1}{T}$

Expérience :

Un disque avec un trait noir, tourne à une fréquence f constante. On l'éclaire avec le stroboscope, pour différentes fréquences d'éclairs.

Observations :

- Le trait noir paraît immobile, lorsque la fréquence du stroboscope est égale à celle de rotation du disque ou à un de ses multiples. En effet le disque a effectué 1 ou plusieurs tour(s) complets à chaque fois qu'il est éclairé par un éclair (et on voit donc le trait noir toujours au même endroit).
- Le trait noir paraît tourner au ralenti et à l'envers, lorsque la fréquence du stroboscope est supérieure à la fréquence de rotation du disque. En effet, entre deux éclairs, le disque effectue moins d'un tour complet.
- Le trait noir paraît tourner au ralenti et dans le sens réel quand la fréquence du stroboscope est inférieure à la fréquence de rotation du disque. En effet, entre deux éclairs, le disque effectue plus d'un tour complet.

2-3) Le cinéma :

Le cinéma (comme la télévision et tout autre vidéo) utilise le principe de la persistance rétinienne. En effet, tout vidéo est en fait une succession d'images fixes, qui dans le cas du cinéma sont prises toutes les $1/24^e$ de seconde et projetées à la cadence de 24 images par secondes.

Le cerveau gardant en mémoire pendant $1/10^e$ de seconde une image formée sur la rétine, il les superpose donc, ce qui nous fait croire à un mouvement continu.

Les roues de chariot dans les westerns paraissent parfois tourner à l'envers car ils font moins d'un tour entre deux images, c'est un effet similaire à la stroboscopie.