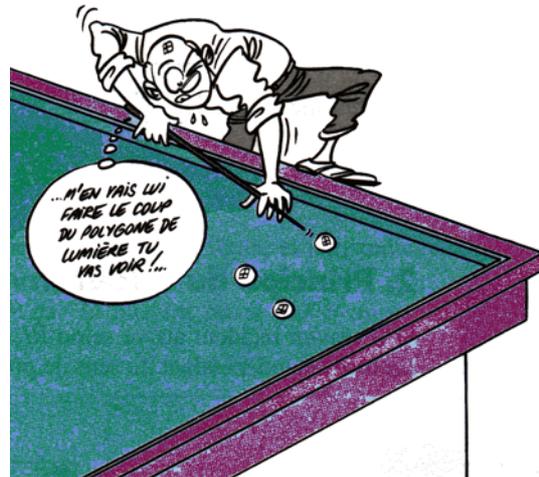




RÉFLEXION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

1) Réflexion

Une trajectoire de billard est appelée polygone de lumière. L'explication tient de la loi de la réflexion de la lumière.

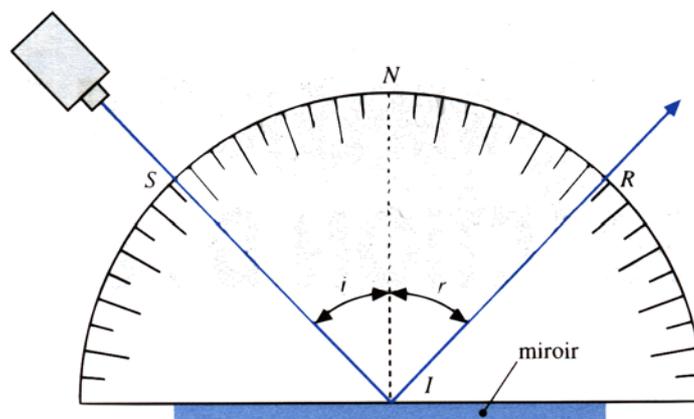


Un objet éclairé renvoie dans toutes les directions une partie de la lumière qu'il reçoit : ce phénomène de réflexion diffuse nous permet de les voir.

Lorsque la surface de l'objet est polie, comme : plaque métallique, vitre, bois vernis, nappe d'eau calme,... la réflexion est dite spéculaire ; de telles surfaces sont des miroirs.

1) Lois de Descartes pour la réflexion

Le rayon incident (SI) et le rayon réfléchi (IR) appartiennent à un même plan appelé plan d'incidence.



(SI) et (IN) définissent le plan d'incidence.

L'angle d'incidence i et l'angle de réflexion r sont égaux : $i = r$



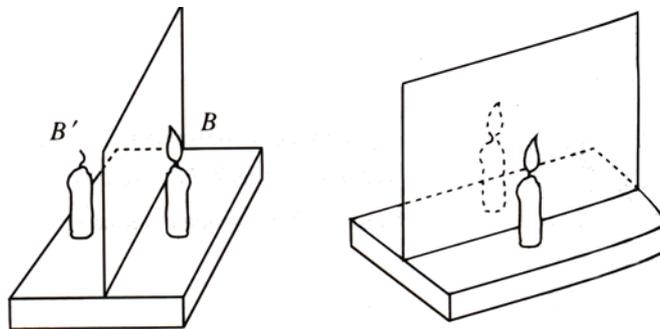
2) Principe du retour inverse de la lumière

Si un rayon incident arrive selon RI , le rayon réfléchi correspondant sera IS . Le chemin suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation.

Si deux bougies sont placées de part et d'autre d'une plaque de verre, et que seule la bougie située du même côté que l'observateur soit allumée, alors la bougie située de l'autre côté de la plaque paraît, elle aussi, allumée.

3) Image d'un objet par un miroir plan

Si deux bougies identiques sont placées de part et d'autre d'une plaque de verre et que seule la bougie située du même côté que l'observateur soit allumée, alors la bougie située de l'autre côté de la plaque paraît, elle aussi, allumée.

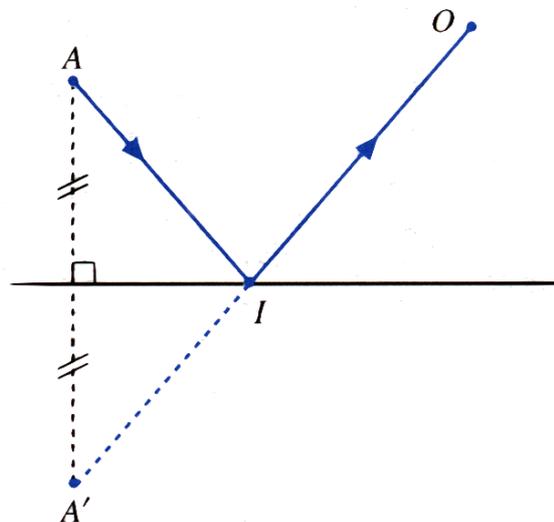


Cet effet d'optique montre que l'image est symétrique de l'objet par rapport à la surface réfléchissante. L'image est virtuelle.

4) Construction de l'image d'un point

Un observateur placé en O voit l'image du point A comme si le rayon provenait du point A' symétrique de A par rapport au miroir.

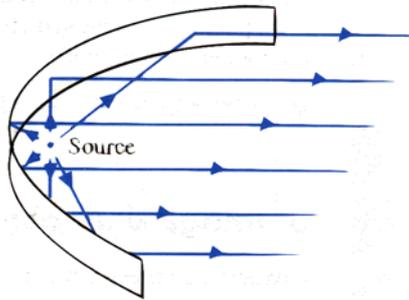
La construction du rayon ($A'O$) permet de déterminer le point d'incidence I et de déduire la marche du rayon (AI).





5) Miroir parabolique

Les rayons issus d'une source ponctuelle placée au foyer de la parabole sont parallèles à l'axe de la parabole après réflexion sur le miroir. (Cas des phares d'une voiture.)



Inversement, un faisceau de rayons parallèles à l'axe de la parabole se concentre en son foyer. (Cas des centrales solaires et des antennes réceptrices.)



II) Réfraction

La paille trempant dans l'eau paraît brisée.



L'infortuné voyageur du désert croit voir une nappe d'eau alors qu'il s'agit d'un effet d'optique appelé « mirage ».





Ces phénomènes sont dus à la déviation de la lumière lorsqu'elle change de milieu transparent c'est la réfraction de la lumière.

1) Mise en évidence de la réfraction

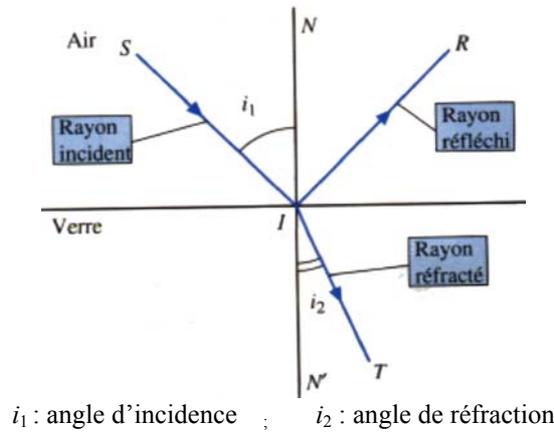
a) Au contact de la surface entre l'air et le verre le rayon incident donne naissance à deux rayons :

- un rayon réfléchi (*IR*)

- un rayon qui se propage dans le verre : c'est le rayon transmis ou réfracté (*IT*) .

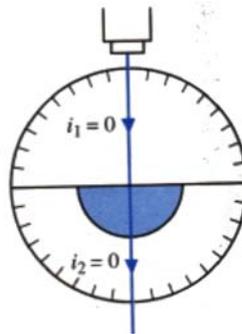
Le rayon réfracté n'est pas dans le prolongement du rayon incident : la réfraction provoque un changement de direction du rayon incident.

Remarque : La surface séparant deux milieux transparents différents est appelée **dioptre**.



i_1 : angle d'incidence ; i_2 : angle de réfraction

b) Lorsque $i_1 = 0$ (i_1 : angle d'incidence) le rayon n'est pas dévié : en cas d'incidence normale, la réfraction s'effectue sans changement de direction.



Quand l'angle d'incidence est nul, l'angle de réfraction est aussi nul (le rayon n'est pas dévié).

c) Les trois rayons (incident, réfléchi et réfracté) sont contenus dans le plan d'incidence.

d) Les grandeurs $\sin i_1$ et $\sin i_2$ sont proportionnelles :

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n \quad (1)$$

La valeur de n dépend des milieux transparents traversés ; n est appelé indice de réfraction du deuxième milieu par rapport au premier.

Notons n_1 et n_2 les indices absolus (par rapport à l'air) respectivement du premier et du deuxième milieux traversés par la lumière ; l'équation (1) devient :



$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} \text{ soit } n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

2) Loi de Descartes pour la réfraction

Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu transparent d'indice n_1 à un milieu transparent d'indice n_2 , le rayon réfracté est dévié d'un angle i_2 tel que :

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

QUELQUES INDICES DE RÉFRACTION			
Vide	1	Glace.....	1,31
Air	1	Verre ou plexiglas	1,5
Eau	1,33	Diamant	2,42

3) Condition de réfraction. Réflexion totale

a) Réfringence

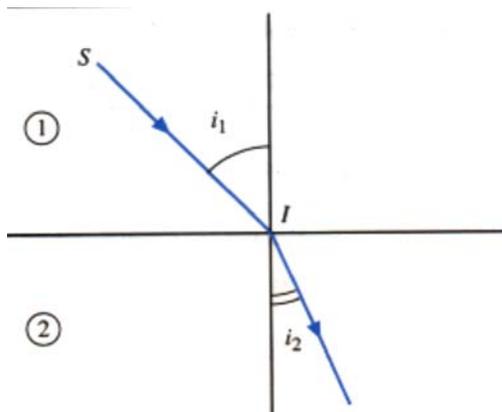
La réfringence d'un milieu transparent est donnée par son indice de réfraction. Un milieu ② est plus réfringent qu'un milieu ① si $n_2 > n_1$.

b) La lumière rencontre un milieu plus réfringent

Exemple : la lumière passe de l'air ① à l'eau ②, $n_1 = 1 < n_2 = 1,33$

$n_2 > n_1$ entraîne $\sin i_1 > \sin i_2$ d'où $i_1 > i_2$.

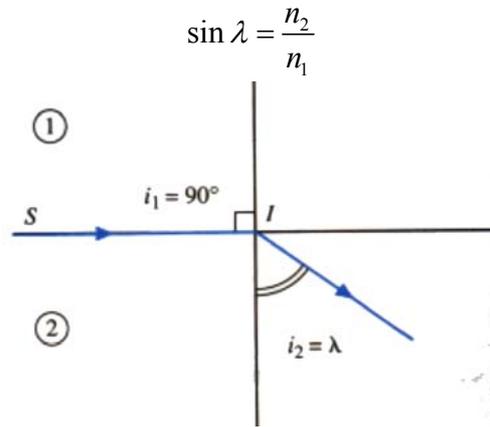
Le rayon réfracté se rapproche de la normale (figure) ; une partie de la lumière est transmise du milieu ① au milieu ② quel que soit l'angle d'incidence i_1 .



Le rayon réfracté se rapproche de la normale

-Angle de réfraction limite : λ .

Quand $i_1 = 90^\circ$ (incidence rasante), i_2 prend une valeur limite notée λ .
D'après la relation de Descartes :



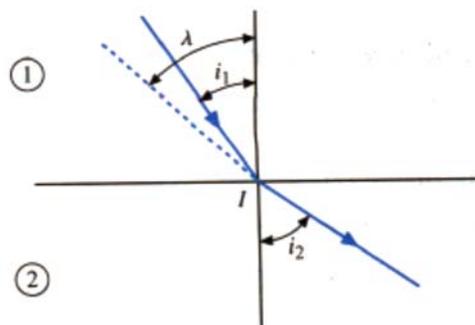
Incidence rasante et angle de réfraction limite

4) La lumière rencontre un milieu moins réfringent

$n_1 > n_2$ entraîne $\sin i_1 < \sin i_2$ d'où $i_1 < i_2$.

Le rayon réfracté s'écarte de la normale (figure).

Quand $i_2 = 90^\circ$, $i_1 = \lambda$ tel que $\sin \lambda = \frac{n_2}{n_1}$, λ : angle de réfraction limite.

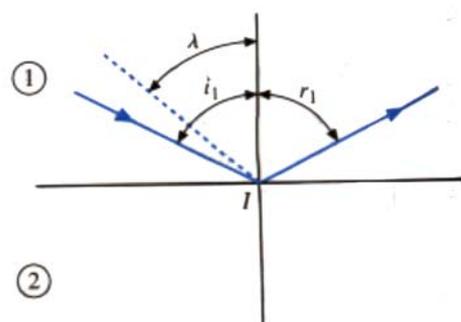


Le rayon réfracté s'écarte de la normale.

si $i_1 > \lambda$, il n'existe plus de rayon réfracté : il y a **réflexion totale**.

Lorsque la lumière rencontre un milieu moins réfringent, le rayon incident ne donne naissance à un rayon réfracté que si l'angle d'incidence i_1 est inférieur à l'angle de réfraction limite.

Quand $i_1 > \lambda$, le rayon incident se réfléchit totalement, la lumière n'est plus transmise.



Réflexion totale : $i_1 > \lambda$.

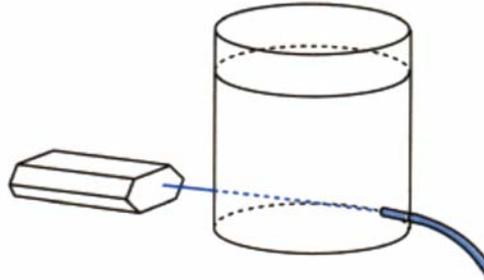


5) Application de la réflexion totale

a) Guide de lumière

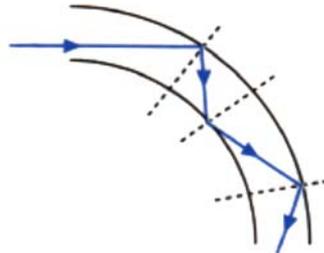
Expérience de la fontaine lumineuse.

Un rayon laser est dirigé vers l'écoulement d'un vase rempli d'eau comme l'indique la figure ci-contre, le jet d'eau guide le rayon lumineux.



L'eau peut être colorée avec de la fluorescéine.

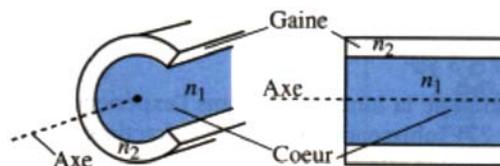
L'air étant moins réfringent que l'eau, le rayon lumineux est guidé grâce à la réflexion totale.



Canalisation de la lumière par réflexion multiple.

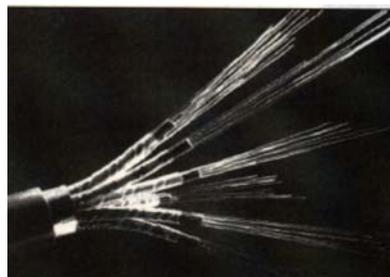
Fibres optiques

Les fibres optiques conduisent, comme le jet d'eau, la lumière par une suite de réflexions totales. Elles sont constituées d'un coeur d'indice n_1 entouré d'une gaine moins réfringente d'indice n_2 .



Constitution d'une gaine optique. $n_1 > n_2$

Les fibres optiques ont de nombreuses applications : elles sont utilisées en médecine (endoscopie), dans les transmissions d'informations numérisées (figure)...



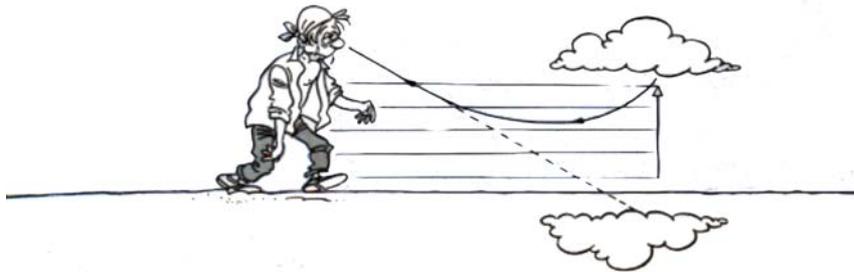
Câble optique.



C.A. : convertisseur analogique
C.A.N. : convertisseur analogique-numérique
C.N.A. : convertisseur numérique-analogique

Exemple : transmission d'un son. La télévision câblée utilise le même principe (double guide son et image)

b) Les mirages



Phénomène de mirage dans un désert.

C'est la réflexion totale qui est à l'origine des mirages lors des très grandes chaleurs.

La température de l'air diminue avec l'altitude ; l'indice de réfraction diminue quand on se rapproche du sol.

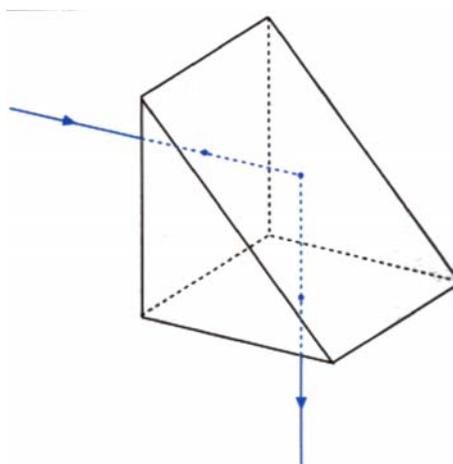
Les rayons lumineux issus des nuages (figure ci-dessous) subissent une série de réfractions successives par passage d'une couche réfringente à une couche moins réfringente, jusqu'à subir une réflexion totale. L'observateur reçoit ces rayons comme s'ils provenaient de points symétriques du nuage par rapport au plan de réflexion totale. Il a l'impression de voir un nuage au niveau du sol, qu'il confond avec une nappe d'eau à cause de sa forme.

Ce phénomène ne doit pas être confondu avec les hallucinations dues à des insulations extrêmes.

c) Prisme à réflexion totale

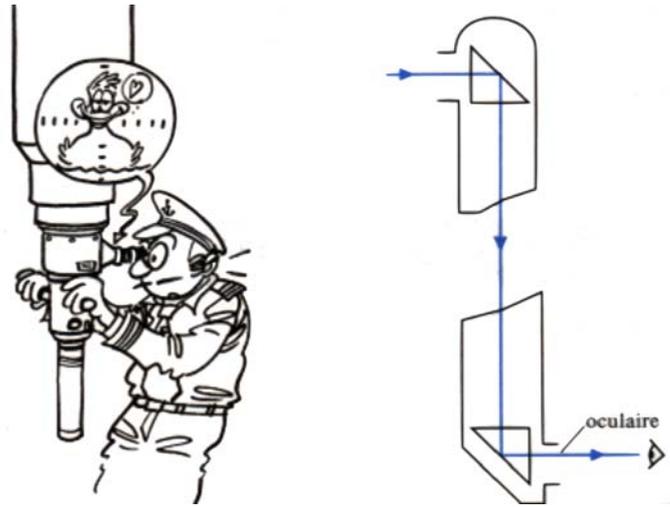
- Déviation à 90°

L'hypoténuse remplace un miroir plan grâce à la réflexion totale.



Prisme et déviation à 90°

Exemple d'application : le périscope.

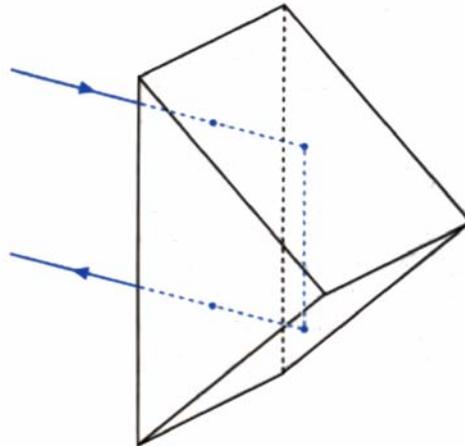


Disposition schématisée des prismes.

L'association de deux de ces prismes déviateurs à 90° utilisés de la même manière, avec les hypoténuses parallèles, est le principe du périscopie : la rotation autour de l'axe vertical autorise l'exploration panoramique.

- Déviation à 180°

Les deux faces égales du prisme remplacent deux miroirs plans (réflexion totale) ; il y a retournement de l'image accompagné d'un renvoi du faisceau lumineux parallèlement à la direction verticale.



Prisme et déviation à 180°