

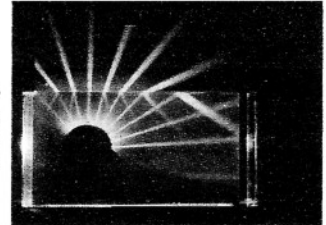
Chapitre 15

La réfraction de la lumière

Chacun, à l'occasion d'une promenade, a pu observer les rames d'un bateau semblant "se briser" en pénétrant dans l'eau, voir les étoiles scintiller dans l'eau ou être surpris en sautant dans une piscine de constater qu'elle est plus profonde qu'il n'y paraissait depuis le bord.

Ces observations sont à mettre sur le compte de la réfraction de la lumière.

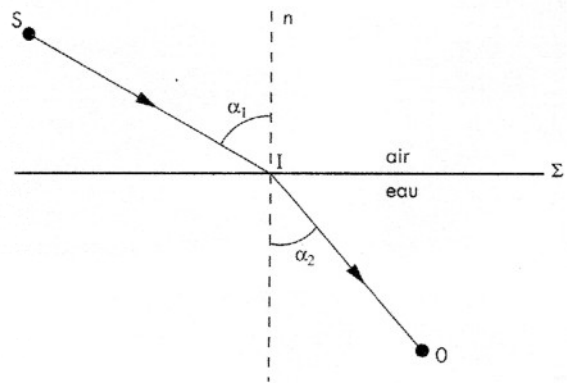
Si on observe un rayon lumineux se propageant d'abord dans l'eau puis dans l'air, on constate qu'un rayon non perpendiculaire à la surface de séparation des deux milieux transparents y subit un brusque changement de direction; c'est le phénomène de la réfraction de la lumière.



Définitions

Il est utile de donner les définitions suivantes:

- surface de séparation Σ (sigma): frontière entre les deux milieux transparents
- point d'incidence I: point de Σ où arrive le rayon lumineux
- normale n à Σ : perpendiculaire à Σ passant par I
- rayon incident: rayon lumineux SI qui traverse le premier milieu transparent
- angle d'incidence α_1 : angle déterminé par le rayon incident et la normale n à Σ
- rayon réfracté: rayon lumineux IO qui traverse le second milieu transparent
- angle de réfraction α_2 : angle déterminé par le rayon réfracté et la normale n à Σ

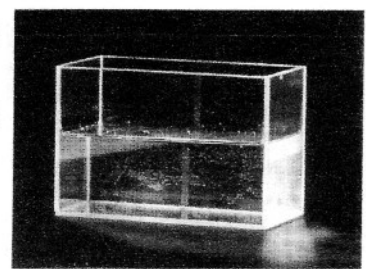


Illusion

Un trait vertical est dessiné sur la face arrière d'une cuve partiellement remplie d'eau.

Un observateur situé devant la cuve voit le trait "se casser" au niveau de l'eau.

Quelle est l'origine de cette illusion ?



- Les rayons lumineux issus de la partie immergée du trait (point T) atteignent l'œil de l'observateur après avoir subi une réfraction sur la face avant de la cuve, lorsque la lumière passe de l'eau dans l'air (on néglige l'effet des minces parois de verre).

- Pour l'observateur, tout se passe comme si la lumière provenait de T' où, en réalité, le trait ne se trouve pas.

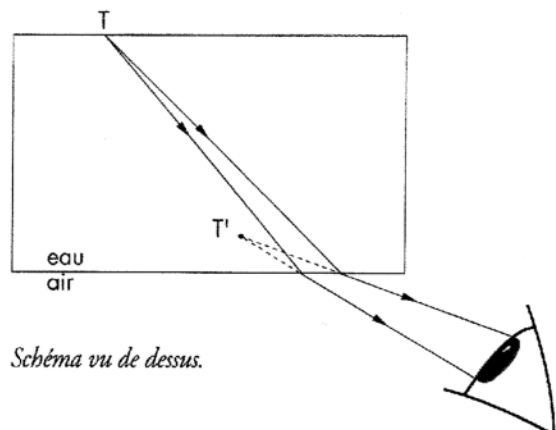


Schéma vu de dessus.

Réfraction et réflexion

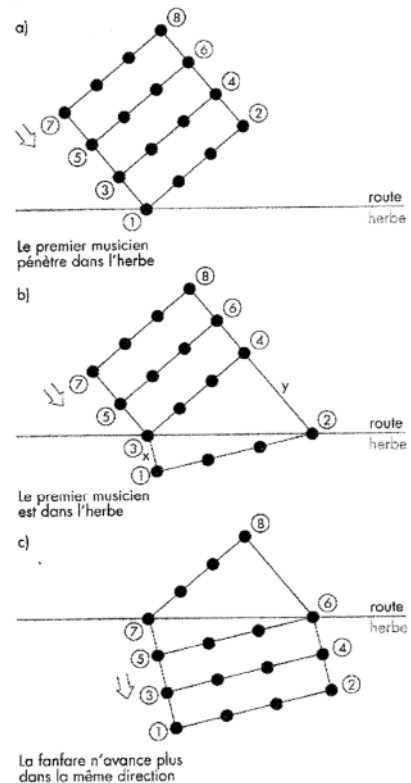
Lors d'une réfraction de la lumière, on constate toujours la présence d'un rayon réfléchi. La surface de séparation des deux milieux se comporte donc aussi comme un miroir. Il est d'ailleurs courant de constater ce phénomène sur la surface d'un plan d'eau tranquille.

La cause de la réfraction

La réfraction résulte du fait que la lumière ne se propage pas à la même vitesse dans tous les milieux transparents.

A la surface de séparation de deux milieux transparents, le comportement de la lumière ressemble à celui de la fanfare ci-contre dont les musiciens doivent marcher au pas et en restant alignés: pendant que le musicien 1, freiné dans l'herbe, parcourt une distance x , le musicien 2 parcourt une plus grande distance y sur la route et la fanfare change de direction.

La plus ou moins grande variation de vitesse de la lumière détermine la plus ou moins grande déviation du rayon lumineux.



Indices de réfraction

Un rayon lumineux passe de l'air dans un second milieu transparent. La déviation subie dépend de la nature de ce second milieu.

On attribue à chaque milieu un nombre appelé "indice de réfraction" et noté n_{milieu} .

Il est défini par: $n_{\text{milieu}} = \frac{c}{v_{\text{milieu}}}$, où c est la vitesse de la lumière dans le vide et v_{milieu} est la vitesse de la lumière dans le milieu considéré.

L'indice de réfraction satisfait les propriétés suivantes:

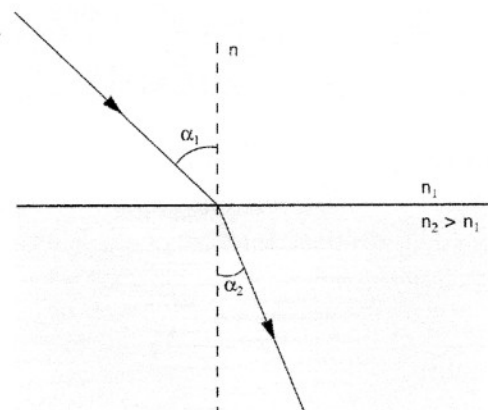
- Dans l'air, comme dans tous les gaz, la lumière se propage quasiment à la même vitesse que dans le vide; l'indice de réfraction des gaz vaut 1.
- Plus l'indice de réfraction d'un milieu est grand, plus la vitesse de la lumière dans ce milieu est faible.
- La lumière ne se propage jamais plus vite que dans le vide: l'indice de réfraction ne peut pas être plus petit que 1.

Sens de la déviation

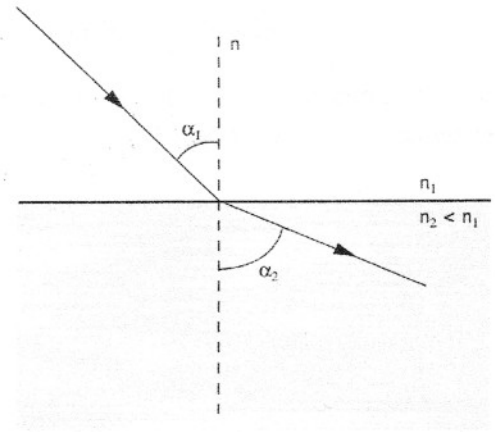
Deux situations peuvent se présenter lorsque la lumière passe d'un milieu d'indice n_1 dans un milieu d'indice n_2 :

- Si $n_2 > n_1$, le rayon réfracté se rapproche de la normale:

(la vitesse de la lumière diminue lorsqu'elle entre dans le deuxième milieu)



- Si $n_2 < n_1$, le rayon réfracté s'écarte de la normale n :
 (la vitesse de la lumière augmente lorsqu'elle entre dans le deuxième milieu)



Voici quelques indices de réfraction pour des milieux courants:

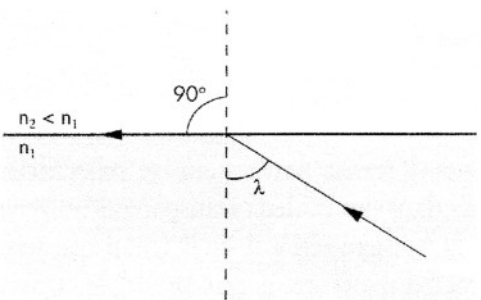
Milieu	Indice : n
vide	1
air et tous les gaz	1,000... = 1
eau	1,33
verre	1,5
diamant	2,4

La réflexion totale

Dans le cas où $n_2 > n_1$, on constate qu'à partir d'une certaine valeur de l'angle d'incidence, le rayon réfracté disparaît. Seul subsiste le rayon réfléchi.

On dit alors qu'il y a réflexion totale: toute la lumière est réfléchie.

L'angle d'incidence à partir duquel le rayon réfracté n'existe plus est appelé angle limite de réfraction: il se note λ (lambda). Si l'angle d'incidence vaut λ , l'angle de réfraction vaut 90° .

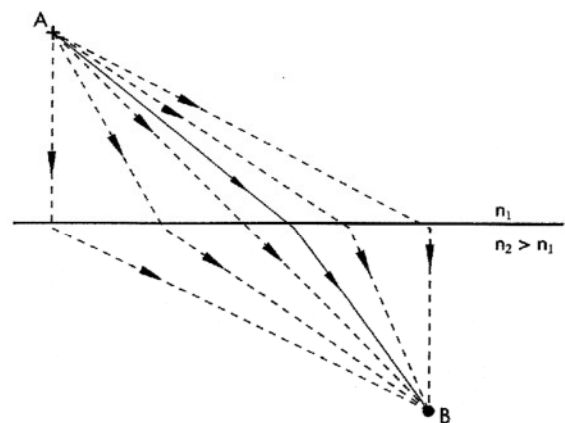


Principe de Fermat

Plusieurs trajets permettent de relier deux points A et B situés dans des milieux transparents adjacents.

Le trajet que suit la lumière entre A et B est celui qui prend le moins de temps.

Le principe de Fermat est encore vérifié pour la réfraction.



- - - différents trajets
 — le trajet suivi par la lumière (celui qui prend le moins de temps)

Exercices sur le chapitre 15

La réfraction de la lumière

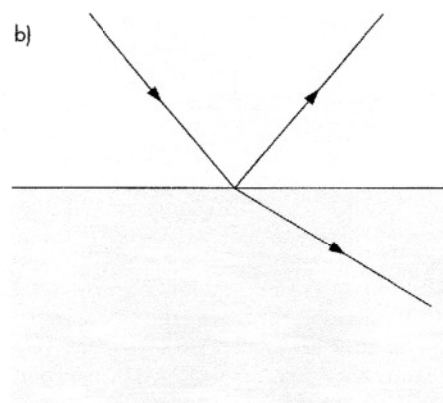
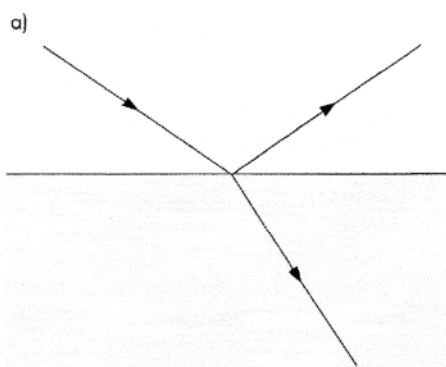
1. La vitesse de propagation de la lumière dans l'eau est de $2,25 \cdot 10^8$ m/s.
Quel est l'indice de réfraction de l'eau.

L'indice de réfraction du plexiglas est de 1,50.
Quelle est la vitesse de propagation de la lumière dans ce milieu ?

2. De ces deux affirmations, laquelle est correcte ?
A) La vitesse de la lumière dans un milieu est d'autant plus grande que l'indice de réfraction de ce milieu est grand.
B) La vitesse de la lumière dans un milieu est d'autant plus petite que l'indice de réfraction de ce milieu est grand.

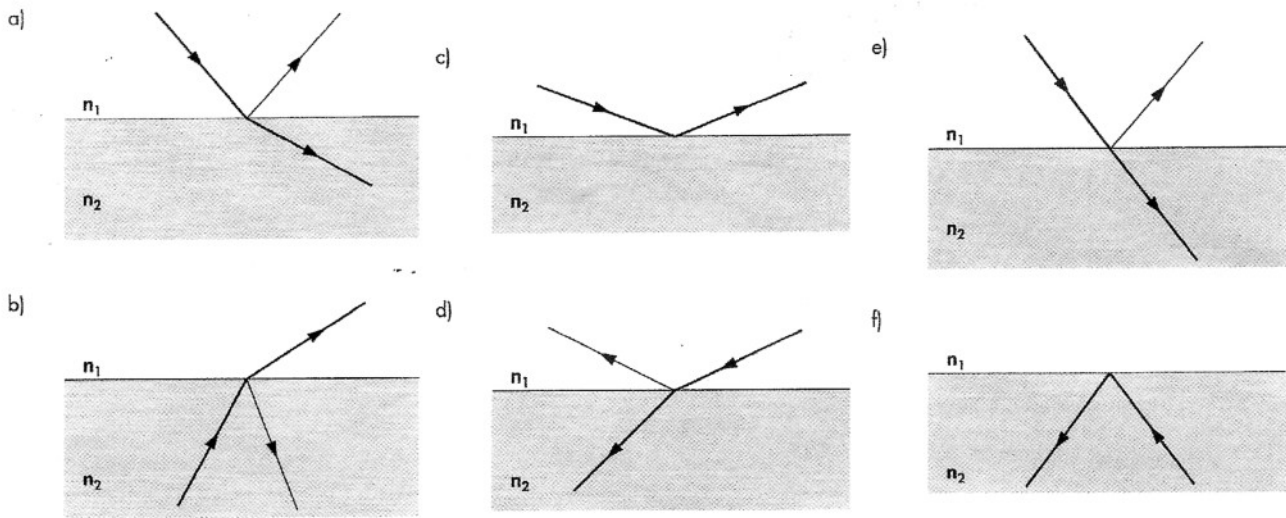
Classer les milieux transparents suivants par ordre croissant de la vitesse de la lumière: verre, air, eau, diamant.

3. Sur les figures, mesurer les angles d'incidence et de réfraction.



4. Quelle est l'affirmation correcte ?
A) Un rayon qui passe d'un milieu transparent dans un second milieu d'indice de réfraction inférieur se rapproche de la normale.
b) Un rayon qui passe d'un milieu transparent dans un second milieu d'indice de réfraction inférieur s'éloigne de la normale.

5. Pour chaque figure, préciser si l'indice de réfraction n_1 est supérieur, inférieur ou égal à l'indice de réfraction n_2 .



6. Pour atteindre un poisson avec un harpon à travers une surface d'eau, faut-il viser au-dessus ou au-dessous de ce que l'on voit ? (On suppose que le harpon ne change pas de direction en pénétrant dans l'eau)