

Fata Morgana, aux origines du mythe

Faculté des Sciences – Département de physique

Nadja Sondag, Lise Plamont

Introduction

Un mirage est un effet d'optique. Il s'agit de la formation d'une image due à l'atmosphère.

Explication scientifique

L'atmosphère a un indice de réfraction. Cet indice dépend de la température de l'air. On peut donc avoir un effet de "lentille", c'est à dire des déviations de rayons lumineux si on superpose des couches d'air de températures différentes. Si ces couches sont "bien" placées alors les rayons déviés forment une image virtuelle renversée de l'objet. Cette image est le "mirage".

Phénomène de réfraction

Un rayon lumineux venant frapper un matériau avec un angle donné, entre dans ce matériau avec un autre angle. Ce phénomène se nomme réfraction. La loi qui lie les deux angles est nommée la loi de Snell-Descartes:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Elle exprime le lien entre les angles et les propriétés optiques de la matière.

Les propriétés optiques sont données par "l'indice de réfraction".

Cet indice est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide et la vitesse dans le matériau.

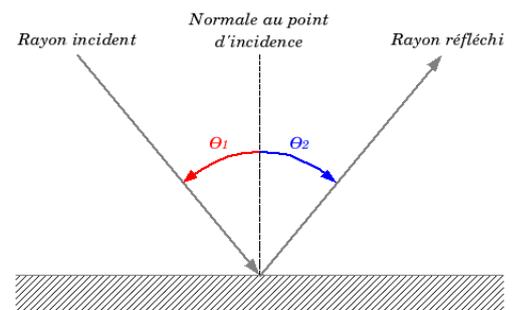
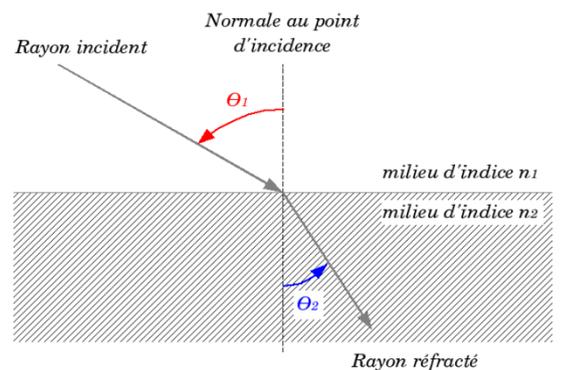
L'expression mathématique de la loi:

$$n_{matière} = \frac{c_{vide}}{c_{matière}}$$

1) Phénomène de réflexion

Cette fois-ci, nous nous intéressons au rayon réfléchi, celui qui ne passe pas d'un milieu à l'autre, mais "rebondit" à l'interface des deux milieux. On peut obtenir cette réflexion avec un miroir. Mais aussi lorsque la loi de Snell-Descarte rend impossible la détermination de l'angle dans le matériau.

En effet $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ donc $\sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2}$



mais l'angle n'existe que si $\sin\theta_2 < 1$

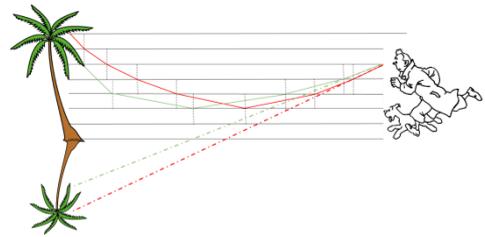
si par contre $\frac{n_1 \sin\theta_1}{n_2} > 1$

alors l'angle n'existe pas et il y a réflexion totale.

$\sin\theta_1 > \frac{n_2}{n_1}$ n'est possible que si $\frac{n_2}{n_1} < 1$

2) Le mirage, créé par une succession de réfractions

Le mirage a lieu dans des zones où il y a un gradient de température. Par exemple, dans le désert, on observe des mirages inférieurs. Le sol est beaucoup plus chaud que l'air ambiant et les couches d'air de températures différentes se superposent. Le rayon lumineux est dévié successivement en traversant ces couches de températures et d'indice de réfraction différents. Lorsque le rayon atteint l'angle critique, il est réfléchi pour ensuite être perçu par l'oeil humain, qui lui interprète les rayons qu'il reçoit comme étant droit. C'est pourquoi nous voyons un reflet de l'objet !



Notre expérience

Cette expérience consiste à mettre en évidence la courbure des rayons lumineux, due cette fois-ci à la différence de concentration de la solution de sucre.

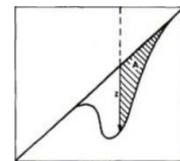
1. Dispositif

Nous remplissons une cellule en verre d'eau à forte concentration de sucre. Nous projetons ensuite un faisceau lumineux droit au travers de notre cellule. Le faisceau reste droit. Nous mettons ensuite par dessus l'eau sucrée une fine couche d'eau pure. Nous observons ensuite que le faisceau lumineux n'est plus droit, mais courbé!

2. Mesure de l'indice de réfraction

Il est possible de calculer l'indice de réfraction à n'importe quelle hauteur de la grâce à la relation

$$N(y) = N_1 + \frac{bA}{a(a+b)t}$$

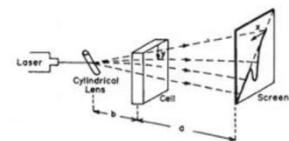


cellule

où $N(y)$ est l'indice de réfraction à la hauteur y , N_1 est l'indice de réfraction de la plus faible concentration du liquide

a : distance cellule-écran, b : distance "émetteur de lumière"-cellule

A : la surface correspondante, t : l'épaisseur de la cellule



Il est ensuite possible de déterminer la concentration de sucre à la hauteur

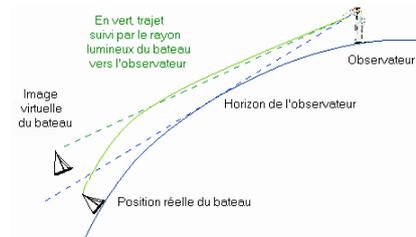
y en

regardant dans des tables la concentration associée à l'indice trouvé.

Anecdotes

Ce phénomène physique amusant n'a pas toujours été bien interprété par l'homme et a donné naissance à de nombreuses légendes, notamment celle du Hollandais volant. Les marins, trompés par le mirage, pensaient voir un vaisseau fantôme.

Autre fait amusant: il est possible d'apercevoir la Corse de Nice certaines conditions météorologiques. La distance Nice-Corse d'environ 160 km, l'horizon au plus haut point de Nice est à 80 s'agit donc d'un mirage.



SOUS
est
km. Il

Conclusion

Les mirages sont des effets d'optique créés par la déviation des rayons lumineux réfractés. Ces rayons forment une "courbe" du fait qu'il y a plusieurs réfractions successives à travers des couches d'air de températures différentes.