

# Propagation de la lumière

## Principe de Fermat

Le principe de Fermat, énoncé par Pierre de Fermat en 1657, est un principe physique qui décrit la propagation des rayons lumineux :

**La lumière se propage d'un point à un autre sur des trajectoires telles que la durée du parcours est minimale.**

C'est le fondement de l'optique géométrique. Le principe ne se préoccupe aucunement de la nature de la lumière qu'il étudie, ni de la qualité de sa source. Il ne considère que les obstacles rencontrés lors de sa propagation comme les surfaces limitant deux milieux transparents différents.

### Propagation rectiligne de la lumière :

Pour la lumière, le chemin le plus court pour aller d'un point A à un point B est la ligne droite.



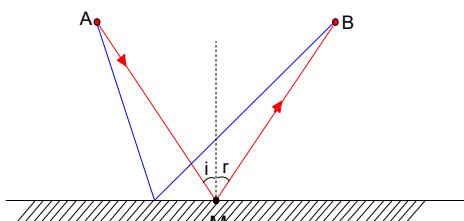
Le trajet ne dépend pas du sens de parcours. Le temps de parcours pour aller de A à B est identique à celui pour aller de B à A (retour inverse de la lumière).

### Réflexion par un miroir

Pour aller de A à B en passant par le miroir (M), le chemin qui prend le moins de temps est le chemin rouge tel que les angles  $i$  et  $r$  sont égaux.

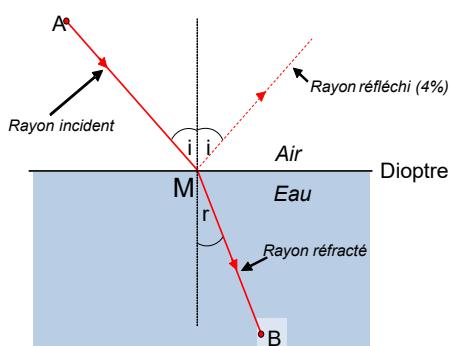
Les droites AM et MB sont situées dans un même plan.

Le chemin bleu prendra plus de temps et ne sera donc pas utilisé.



### Réfraction

La réfraction est le phénomène qui se produit lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu transparent à un autre, ici, de l'air à l'eau.



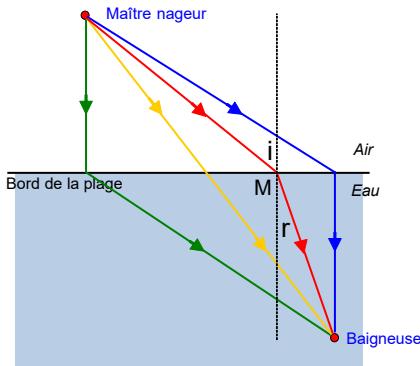
## L'astronomie à Maillet

Imaginons un maître-nageur sur une plage, et une belle baigneuse dans l'eau, en train de se noyer.

Le bord de la plage (passage de la plage à l'eau) est le dioptre. Évidemment, le maître-nageur court plus vite qu'il ne nage, de même que la lumière va plus vite dans l'air que dans l'eau, ou le verre.

La question qui se pose est de savoir quel chemin le maître-nageur va emprunter pour sauver la belle, sachant que ce chemin doit être le plus rapide. Plusieurs solutions s'offre au sauveteur :

- Courir sur la plage jusqu'à être en face de la baigneuse et nager droit devant. Il minimise ainsi la distance parcourue dans l'eau, là où il va le moins vite. C'est le chemin bleu.
- Courir droit devant pour être le plus rapidement dans l'eau. C'est le chemin vert.
- Aller droit vers la baigneuse, par le chemin jaune.



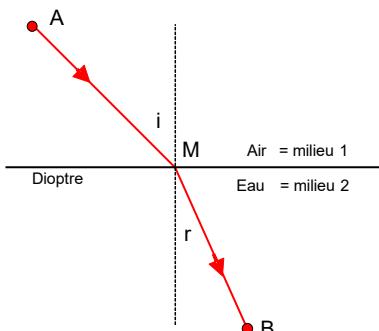
En fait, le chemin le plus rapide sera le rouge, qui optimise le temps de parcours. Le point M sera tel que les angles  $i$  et  $r$  répondent à la relation :

$$n = \frac{\sin(i)}{\sin(r)}$$

Où  $n$  est le rapport des vitesses du nageur dans l'air et dans l'eau.

Et pour la lumière ?

Conformément au principe de Fermat, le temps de parcours doit être le plus court possible.



L'indice de réfraction d'un milieu transparent est le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide ( $c$ ) à sa vitesse dans ce milieu ( $v$ ) :

$$n = \frac{c}{v}$$

Si la lumière passe d'un milieu 1 à un milieu 2 (par exemple de l'eau au verre), différent de l'air (du vide), la relation donnant la réfraction de la lumière s'écrit ainsi :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad \text{Loi de Snell-Descartes}$$

$n_1$  est l'indice de réfraction du milieu 1

$n_2$  est l'indice de réfraction du milieu 2

$i$  est l'angle d'incidence } par rapport à la « normale »

$r$  est l'angle réfracté } perpendiculaire au dioptre.