

Principe de Fermat

Soit v la vitesse de la lumière dans un milieu transparent. L'intégrale curviligne $L = \int_A^B \frac{ds}{v}$ calculée selon la trajectoire d'un rayon lumineux allant de A en B se nomme **chemin optique**.

L'indice du milieu est $n = c/v$. Le chemin optique s'écrit aussi : $L = \frac{1}{c} \int_A^B n \cdot ds$

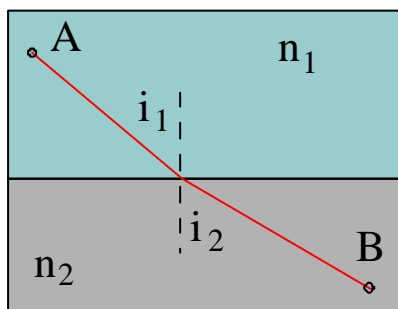
Pierre de Fermat (1601-1665) a le premier posé en principe que le chemin optique des rayons lumineux était **minimal**. On a ensuite montré qu'il était **extrémal**. Appliqué aux dioptrés et aux miroirs, ce principe est équivalent aux lois de Descartes.

*C'est la traduction pour l'optique géométrique des conditions aux limites des équations de Maxwell sur un dioptré ou un miroir (voir les **relations de Fresnel**).*

Le **premier programme** permet la vérification de ce principe pour la **réfraction par un dioptré plan** et pour la **réflexion sur un miroir plan**.

Soit un point source A (x_A, y_A) situé en dans un milieu d'indice n_1 . Un point B (x_B, y_B) est situé dans un milieu d'indice n_2 , séparé du premier par un dioptré plan. Le plan de figure est le plan normal au dioptré contenant A et B.

Quel est le trajet suivi par la lumière entre A et B ?



Soit M le point d'intersection du rayon avec le dioptré. ($y_M = 0$). Dans le milieu 1, le chemin optique est :

$$n_1 \sqrt{(x - x_A)^2 + y_A^2}$$

Dans le milieu 2, le chemin est : $n_2 \sqrt{(x_B - x)^2 + y_B^2}$.

Le point M est celui qui rend extrémal le chemin total L, donc le point pour lequel $dL/dx = 0$.

La valeur de x qui annule dL/dx est calculée par la méthode de la sécante. Le programme calcule ensuite les angles d'incidence et de réfraction et affiche les produits $n_1 \cdot \sin(i)$ et $n_2 \cdot \sin(r)$.

Dans le cas du miroir l'indice n du milieu est pris égal à 1. Le chemin optique est calculé de la même manière que pour le dioptré et ensuite on cherche son minimum.

Le chemin suivi par le rayon réel est tel que les angles d'incidence et de réflexion sont égaux et que le chemin optique est minimal.

Un **second programme** permet la vérification du principe de Fermat pour la **réflexion par des miroirs sphériques**. Pour les miroirs sphériques concaves, le chemin optique est maximal ; il est minimal pour les miroirs sphériques convexes. Le programme effectue une recherche de l'extremum du chemin optique quand on presse le bouton solution.

On vérifie à nouveau que le chemin suivi par le rayon réel est tel que les angles d'incidence et de réflexion sont égaux.