

Puzzle

sur le laser

BUT DU JEU

Régler le chemin d'une lumière laser pour atteindre une cible :

A partir de différents dispositifs optiques : prisme, miroirs, laser, et de différents milieux matériels (eau, air...), créer une lumière laser et régler son chemin pour réussir à atteindre une cible. Dans son inventaire, le joueur dispose :

- D'une burette d'huile qui lui permettra de dégripper le robinet d'eau
- D'un cristal récupéré au cours du puzzle pour changer la couleur de la lumière

PÉDAGOGIE

Prérequis pour exploiter pédagogiquement le puzzle :

→ Connaître les principes de base en optique : réflexion, réfraction, indices optiques d'un milieu matériel.



Notions scientifiques mises en œuvre dans le puzzle :

Ce puzzle permet de manipuler des éléments d'optique et de visualiser leurs effets sur un faisceau laser. Il offre donc une illustration des **lois de base en optique : lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction**. Ces notions sont abordées dans le programme de physique de seconde.

Parmi les notions exploitées dans ce puzzle :

La définition d'un indice optique

Un milieu matériel homogène est caractérisé par un indice optique, indice de réfraction noté n . $n = c/v$ où v est la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu et c la vitesse de propagation de la lumière dans le vide. n est supérieur ou égal à 1.

Quelques indices de réfraction dans différents milieux :

MILIEU	INDICE n DU MILIEU
Vide	1,00000
Air	1,00029
Eau	1,33
Huile	Environ 1,5 selon la nature de l'huile
Verre	1,5 à 1,7
Diamant	2,42

Le joueur pourra ajouter, à un moment donné dans le jeu, de l'huile pour modifier la direction de la propagation de la lumière.

Loi de Snell-Descartes sur la réflexion

Les rayons incident et réfléchi font un angle égal et opposé avec la normale à la surface d'une surface réfléchissante telle qu'un miroir.

Loi de Snell-Descartes sur la réfraction

Loi de réflexion totale interne

Une réflexion totale interne survient lorsque l'angle du rayon réfracté dépasse 90° . À ce moment, le rayon incident ne peut plus pénétrer à l'intérieur du deuxième milieu et, par conséquent, le rayon subira une réflexion sur la surface séparant les deux milieux, et ce, selon les lois de la réflexion. La surface se comporte alors comme un miroir.

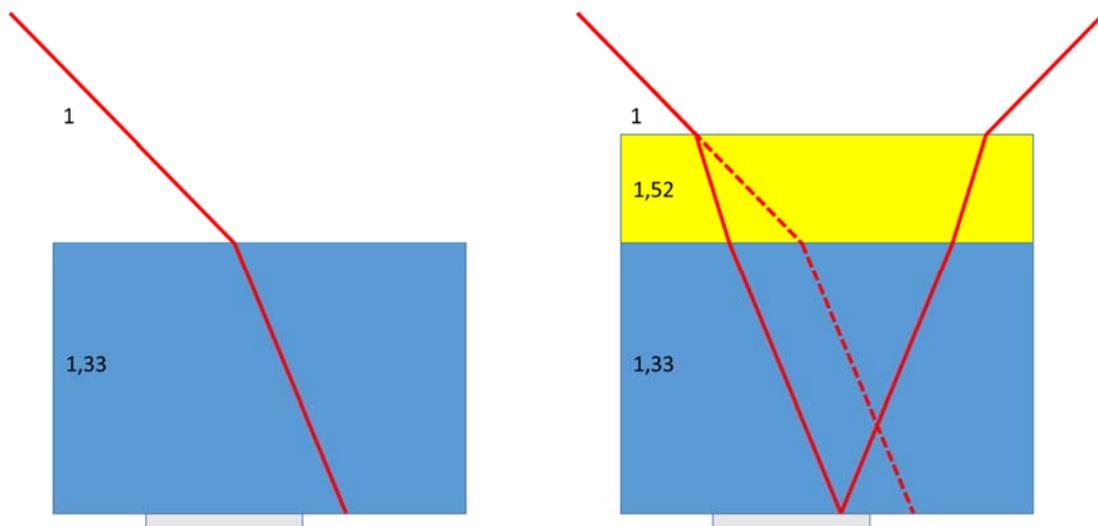
Deux conditions doivent être réunies pour qu'une réflexion totale interne puisse se produire.

L'indice de réfraction du milieu incident doit être plus grand que celui du milieu réfracté ($n_1 > n_2$).

L'angle d'incidence doit être supérieur à l'angle critique ($\theta_i > \theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$) ; l'angle critique étant l'angle incident avec lequel le rayon est réfracté à 90° dans le milieu de réfraction.

Notions pouvant être approfondies/complétées avec ce puzzle :

- L'enseignant pourra demander à l'élève de calculer les angles de réfraction successifs des faisceaux lumineux lorsque ceux-ci traversent le milieu huile et eau.



- L'enseignant pourra, en fonction du niveau des élèves, **expliquer davantage le « comment ça marche » d'un laser** en expliquant la notion d'émission stimulée. Il pourra également aborder les différentes applications d'un laser.
Un laser va pouvoir être fabriqué en plaçant un matériau transparent bien particulier dans une cavité fermée par des miroirs. Le matériau est particulier car une majorité de ses atomes peuvent être maintenus excités assez longtemps, en apportant de l'énergie. Dans ce cas, les milliards d'atomes excités vont générer une émission stimulée en cascade, qui va être amplifiée par les multiples passages entre les miroirs. Il suffit que l'un des deux miroirs laisse passer un pour mille de ce qu'il reçoit et de l'autre côté, on récupère : la lumière laser.

La lumière laser est **monochromatique** et **unidirectionnelle**.

Exemples de situations d'apprentissage :

- Le puzzle peut permettre à un enseignant de vérifier qu'un élève a bien compris **le rôle et l'intérêt des différents dispositifs optiques utilisés dans ce puzzle : miroirs, prismes, milieux matériels se comportant comme une surface réfléchissante**. Il permet à l'enseignant de tester à la fin du cours d'optique que l'élève a bien assimilé les principes de base liés à **la réfraction et à la réflexion**.

Limites ou approximations de pédagogie :

Les principales approximations concernent le laser :

- Les faisceaux laser ne sont pas visibles par eux-mêmes, sauf en présence d'un milieu diffusant. Il faut dans ce puzzle que l'air soitensemencé de fumée pour que le faisceau soit aussi bien visible. Du coup sa luminosité diminue avec la distance, et il se met à diverger.
- Un laser rubis, le seul bien connu à l'époque du personnage de l'histoire, est impulsionnel à des fréquences faibles, visibles (20 à 30 Hz). Ces flash de lumière n'ont pas été clairement représentés.
- L'alignement des miroirs d'un laser avant l'apparition du faisceau est critique et nécessite des réglages beaucoup plus précis.
- Le cristal qui change la couleur du laser provoque un doublage de la fréquence du laser rubis, i.e. une division de la longueur d'onde émise 694 nm pour atteindre 347 nm, dans l'ultraviolet, qui n'est en réalité pas visible à l'œil nu. Cet effet a été découvert en 1961 et permet aujourd'hui de fabriquer le vert des pointeurs laser très répandus au néodyme YAG doublés (infrarouge 1064 nm => vert 532 nm).

RESSOURCES EN LIEN

ANIMATION SUR QU'EST-CE QU'UN LASER ?

- <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/fonctionnement-laser.aspx>

DOSSIER MULTIMÉDIA SUR LE LASER, UN CONCENTRÉ DE LUMIÈRE

- <http://www.cea.fr/comprendre/Pages/physique-chimie/laser-concentre-de-lumiere.aspx>

VIDÉO D'ANIMATION SUR LES LASERS ET LEURS APPLICATIONS EXTRÊMES

- <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/videos/culture-scientifique/physique-chimie/lasers-applications-extremes.aspx>

VIDÉO SPECTRES ET COMPOSITION CHIMIQUE DU SOLEIL

- <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/physique-chimie/spectres-et-composition-chimique-soleil.aspx>