

OPTIQUE : L'étude de la lumière

Objectifs :

- Savoir distinguer **source primaire** et **objet diffusant**.
- Connaître les risques d'utilisation d'un **laser**.
- Connaître et exploiter la propagation de la lumière (modèle du **rayon lumineux** et **vitesse**).
- Connaître et savoir utiliser l'**année-lumière**.

Introduction :



*Quelles sont les différentes sources de lumières ?
Comment la lumière se propage-t-elle ?
Comment déterminer une distance grâce à la lumière ?*

I) Les sources lumineuses

Définitions :

Il existe deux types de sources lumineuses :

Source primaire : source lumineuse produisant elle-même la lumière qu'elle émet.

Objet diffusant : objet renvoyant dans toutes les directions une partie de la lumière qu'il reçoit.

Page suivante, sont donnés quelques exemples de sources lumineuses.
Les classer en utilisant le tableau suivant.

Source primaire	Objet diffusant
<i>Soleil Télévision Bougie Lampe à incandescence Eclair Ver luisant</i>	<i>Lune Ecran de cinéma Yeux du chat Jupiter Gilet jaune</i>



Soleil



Ecran de télévision



Lune



Bougie



Ecran de cinéma



Lampe à incandescence



Yeux d'un chat



Jupiter



Eclair



Bandes
d'un gilet jaune



Ver luisant

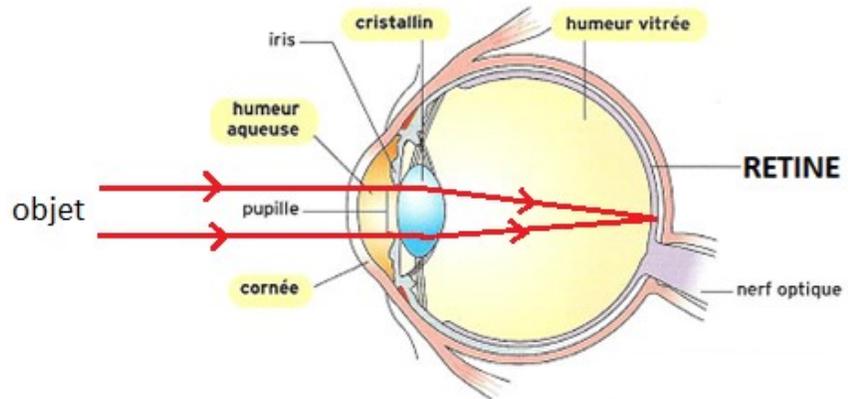
LE LASER

Un laser (source primaire) produit un faisceau de lumière **très fin** possédant une **grande énergie**. Il présente un **danger** pour l'œil car il peut brûler la **rétine** et donc rendre aveugle. Il doit être manipulé avec précaution !



Remarque :

Pour qu'un objet soit vu, il doit envoyer de la lumière et cette dernière doit pénétrer dans l'œil jusqu'à la rétine.

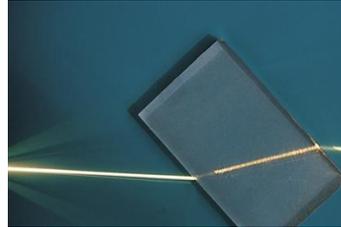


II) La propagation de la lumière

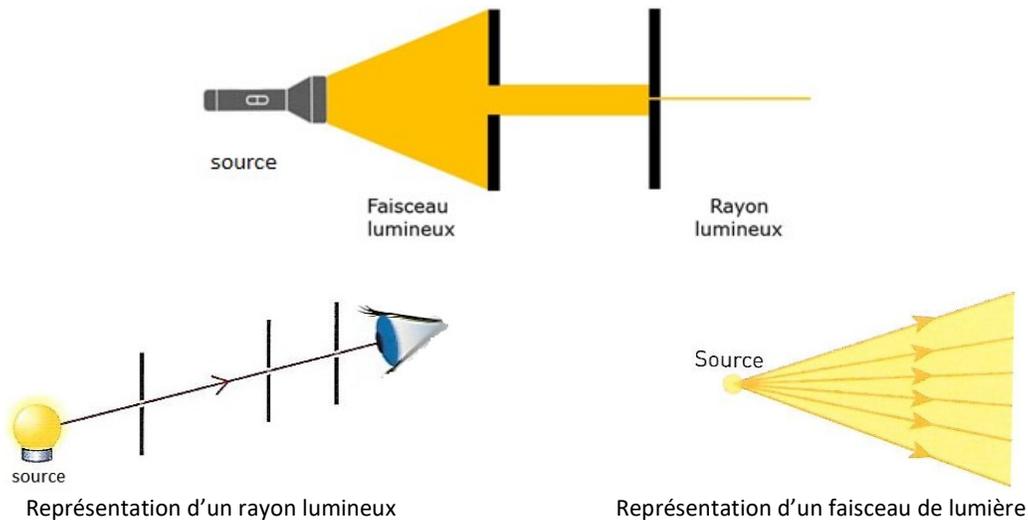
La lumière peut se propager dans des **milieux transparents** (ex : vide, air, eau, verre, diamant...).
Dans un milieu **transparent et homogène**, la lumière se propage de manière **rectiligne** (en ligne droite).

Remarque :

Dans un milieu transparent mais **hétérogène** (propagation dans l'air puis dans l'eau ou propagation dans l'air puis dans le verre, etc.), la lumière est déviée.



Le trajet de la lumière est généralement **invisible**. Il est représenté par un **rayon lumineux** : c'est un **segment fléché** indiquant, à partir de la source, la **direction et le sens de propagation de la lumière**.
Un **faisceau de lumière** est un ensemble de **rayons lumineux** provenant d'une même source.



III) Utiliser la lumière pour déterminer une distance

Activité documentaire : Lumière et distance

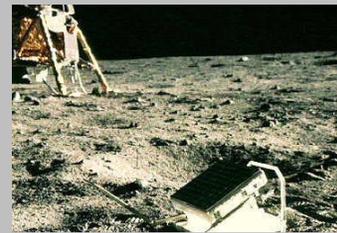
A) Utiliser la vitesse de la lumière

La lumière est une onde électromagnétique pouvant se déplacer à une certaine vitesse dans les milieux transparents. Sa vitesse dépend du milieu de propagation. Par exemple, la lumière n'a pas la même vitesse dans l'air et dans l'eau (voir tableau). Pour simplifier, on retiendra que la lumière se propage dans le **vide** et dans **l'air** à une vitesse d'environ **300 000 km/s**.

Milieu transparent	Vitesse de la lumière (en km/s)
vide	299 792
air	299 792
eau	225 563
verre	200 000
diamant	123 967

Doc 1 – La vitesse de la lumière

En 1969, des hommes ont, pour la première fois, marché sur la Lune. Différentes expéditions se sont ensuite succédées. Lors de ces missions, des réflecteurs de lumière (miroirs) ont été déposés à la surface de la Lune. Ils sont utilisés pour mesurer précisément la distance Terre-Lune à l'aide d'une lumière laser émise de la Terre.



réflecteur de lumière

Doc 2 – Mesurer la distance Terre-Lune

Questions :

- a) Dans quel(s) milieu(x), la lumière se propage-t-elle le plus rapidement ? Préciser la valeur (approximative) de sa vitesse.

La lumière se propage plus rapidement dans le vide et dans l'air. Sa vitesse vaut environ 300 000 km/s.

- b) La **vitesse v** d'un objet se calcule à partir de la distance parcourue **d** et du temps de parcours **t**. Rappeler les formules liant **v**, **d** et **t** (vues en mathématiques).

$$v = \frac{d}{t}$$

donc

$$d = v \times t$$

et

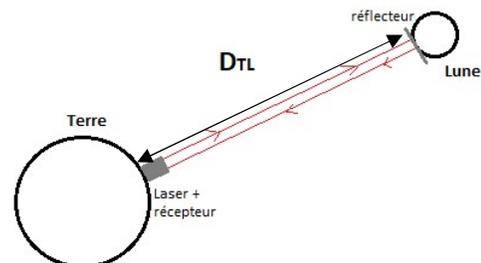
$$t = \frac{d}{v}$$

- c) Expliquer à l'aide de quelques phrases et d'un schéma, comment il est possible de mesurer la distance Terre-Lune (notée D_{TL}) en utilisant le réflecteur de lumière lunaire et un laser terrestre.

Schéma :

Grâce au réflecteur de lumière posé sur la Lune, la lumière fait un aller-retour entre la Terre et la Lune. Elle parcourt donc une distance $2 \times D_{TL}$. En mesurant la durée **t** s'écoulant entre son émission et sa réception sur Terre, on peut déterminer la distance D_{TL} :

$$2 \times D_{TL} = v \times t \quad \text{donc} \quad D_{TL} = \frac{v \times t}{2}$$



d) Sachant que la lumière laser met environ **2,507 s** pour faire un aller-retour entre la Terre et la Lune, calculer la distance entre les deux astres. **Ecrire le calcul.**

$$D_{TL} = 300\,000 \times 2,507 / 2 \approx 376\,050 \text{ km}$$

La distance entre la Terre et la Lune est donc d'environ **376 050 km**.

Remarque : la valeur officielle donnée pour la distance Terre-Lune comprend les rayons terrestres et lunaires, respectivement de 6300 km et de 1700 km soit $D_{TL} = 384\,000 \text{ km}$.

B) L'année-lumière

L'année-lumière est une **unité de distance** utilisée par les astrophysiciens pour exprimer les grandes distances des objets célestes dans l'Univers. En effet, les longueurs utilisées en astronomie sont si grandes que le mètre est une unité beaucoup trop petite pour cette échelle de grandeur.

L'année-lumière (symbole : al) est la **distance** parcourue par la lumière dans le **vide** en une **année**.

Doc 3 – L'année-lumière

La lumière des objets célestes de l'Univers met une certaine durée pour nous parvenir. Plus ces objets sont éloignés de la Terre, plus la lumière qu'ils émettent met du temps à nous parvenir. Ainsi, les astres que nous observons ne nous apparaissent pas tels qu'ils sont à l'instant où nous les observons mais tels qu'ils étaient dans le passé !

Astre	Durée mise par la lumière pour nous parvenir
Soleil	8 min et 20 s
Etoile Sirius	8,6 ans
Centre de la Voie Lactée	26 000 ans
Galaxie Andromède	2,5 millions d'années

Exemple : la lumière émise par l'étoile Sirius met 8,6 années pour nous parvenir, elle se situe donc à 8,6 années-lumière de la Terre.



Doc 4 – « Voir loin, c'est voir dans le passé ! »

Questions :

a) Donner la définition de **l'année-lumière**.

L'année-lumière est la **distance** parcourue par la lumière dans le **vide** en une **année**.

b) En considérant que la lumière se propage dans le vide à une vitesse d'environ 300 000 km/s, calculer le nombre de **kilomètres** correspondant à **une année-lumière**. **Ecrire le calcul.**

$$d = v \times t \quad \text{avec} \quad v = 300\,000 \text{ km/s}$$

$$\text{et} \quad t = 1 \text{ année} = 365 \times 24 \times 3600 = 31\,536\,000 \text{ s}$$

$$\text{Donc } d = v \times t = 300\,000 \times 31\,536\,000 = 9,4608 \times 10^{12} \text{ km} = \underline{\underline{9\,460\,800\,000\,000 \text{ km}}}$$

c) Pourquoi utilise-t-on souvent l'année-lumière en astronomie ?

Les distances en astronomie sont souvent très grandes. L'année-lumière est une unité plus adaptée que le mètre ou le kilomètre car elle permet d'écrire les distances avec moins de chiffres, ce qui nous aide à comparer les longueurs.

d) Expliquer ce que signifie : « **Voir loin, c'est voir dans le passé !** ».

Plus les astres sont éloignés de la Terre, plus la lumière qu'ils émettent met du temps à nous parvenir. Nous ne les voyons pas tels qu'ils sont à l'instant où nous les observons mais tels qu'ils étaient au moment où ils ont émis la lumière. Par conséquent, plus nous voyons loin dans l'Espace, plus nous voyons dans le passé !