

Chapitre 13

La propagation de la lumière

La lumière se propage depuis la source qui l'émet à l'oeil qui la regarde, ou jusqu'aux récepteurs de lumière. Comment se propage-t-elle ?

En observant les bords droits d'un faisceau lumineux, on peut penser que la propagation de la lumière est rectiligne. Les expériences confirment cette hypothèse.

Observations avec une chambre noire

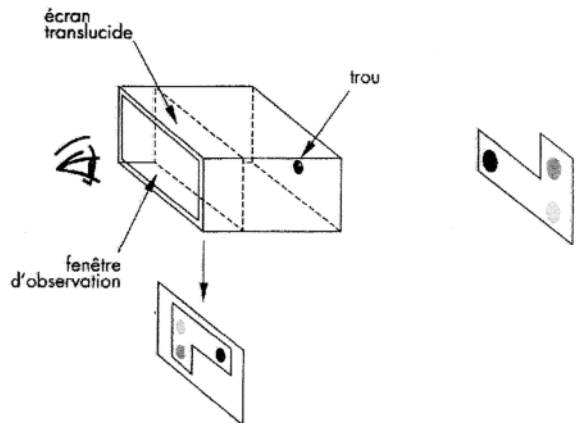
Une chambre noire est une boîte fermée. Un petit trou percé sur une des faces laisse entrer la lumière. La face opposée, faite d'une feuille de papier calque, sert d'écran.

Si on observe le monde extérieur avec une chambre noire, le résultat est surprenant: sur l'écran translucide apparaît une image colorée, lumineuse, renversée et un peu floue.

On améliore l'observation en réalisant une relative obscurité autour de l'écran. Pour cela, on forme avec ses mains, ou avec une feuille de papier, une visière. On obtient le même résultat en rentrant simplement l'écran à l'intérieur de la boîte.

Afin de rendre le phénomène plus lumineux, on observe l'image colorée et renversée de trois lampes.

La chambre noire a été utilisée dès le XVIème siècle pour la reproduction de dessins. Elle est le précurseur de l'appareil photographique.



« Le monde à l'envers » sur l'écran d'une chambre noire.

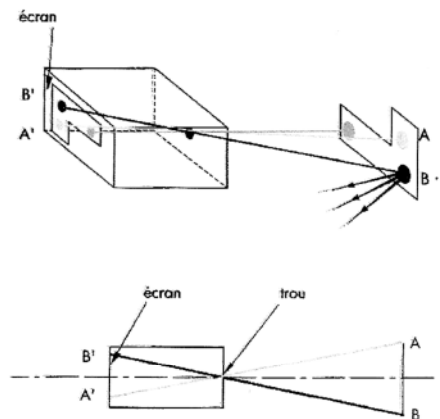
Formation de l'image

Interprétation

L'image est renversée mais non déformée; cela s'explique de la manière suivante:

Dans un milieu transparent et homogène comme l'air, la lumière se propage de manière rectiligne. On nomme rayons les droites qui figurent cette propagation.

Chaque point de la source émet des rayons lumineux dans toutes les directions. De tous ces rayons, ceux qui passent par le trou de la chambre noire viennent frapper l'écran. Il en est ainsi des rayons issus de A, donnant l'image A' et des rayons issus de B, donnant l'image B'.



Interprétation de la formation de l'image sur l'écran.
En haut, en perspective.
En bas, construction dans le plan défini par A, B et le trou.

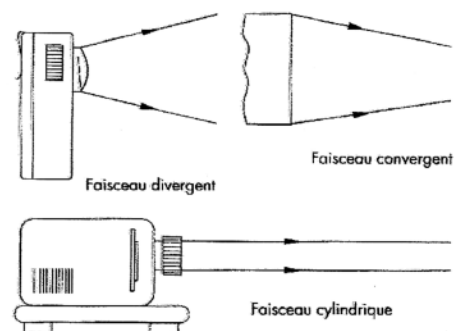
Faisceaux lumineux

Un faisceau lumineux est un ensemble de rayons provenant d'une même source.

Le sens de propagation de la lumière est indiqué par une flèche sur les schémas.

Un faisceau lumineux est dit convergent lorsqu'il se resserre. Il est dit divergent lorsqu'il s'élargit. S'il ne se resserre ni ne s'élargit, il est dit cylindrique, ou encore parallèle.

On appelle pinceau lumineux un faisceau étroit.



Opaque, translucide et transparent

Une plaque est opaque lorsqu'aucune lumière ne peut la traverser (bois, pierre, papier d'aluminium).

Une plaque est translucide lorsque la lumière qui la traverse est déviée n'importe comment. La vision est floue à travers une telle plaque (papier calque, verre dépoli).

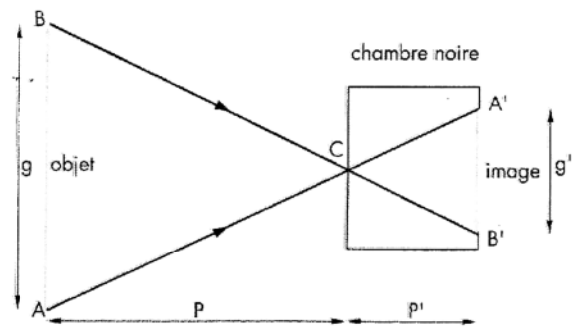
Une plaque est transparente lorsque la lumière qui la traverse est déviée de manière régulière. La vision est nette à travers une telle plaque (vitre).

Qualité de l'image

Est-il possible d'améliorer la netteté, d'augmenter la luminosité ou de faire varier la taille de l'image ?

Si on place un objet de grandeur g devant une chambre noire, on peut observer que:

- si l'on augmente la distance p entre l'objet et le trou,
- la grandeur g' de l'image diminue;
- si l'on augmente la distance p' entre le trou et l'écran (profondeur de la chambre noire), la grandeur g' de l'image augmente;
- les triangles ABC et $A'B'C'$ étant semblables, ces quatre paramètres satisfont la relation: $\frac{p'}{p} = \frac{g'}{g}$.
- si l'on augmente le diamètre du trou, l'image devient plus lumineuse, mais moins nette.



Formation d'une image par une chambre noire.

Interprétation

Le trou n'étant pas suffisamment petit, chaque point de l'objet envoie vers l'écran un pinceau lumineux, cône de lumière s'appuyant sur le cercle d'entrée.

A chaque point de l'objet correspond une tache sur l'écran, et non plus un point.

Les différentes taches obtenues se chevauchent partiellement:

- si elles sont très petites, le chevauchement est faible et l'image paraît nette (comme si un seul rayon était entré);
- si elles sont plus grandes, le chevauchement est important et l'image est floue.

Il est évident que plus les pinceaux sont ouverts, plus la quantité de lumière qui arrive sur l'écran est grande, donc plus l'image est lumineuse.

La vitesse de la lumière

Contrairement aux apparences, la lumière ne se propage pas instantanément entre la source et le récepteur. Depuis le XVII^{ème} siècle, des observations et des expériences ont permis de le prouver. La valeur de la vitesse de la lumière dépend du milieu dans lequel elle se propage.

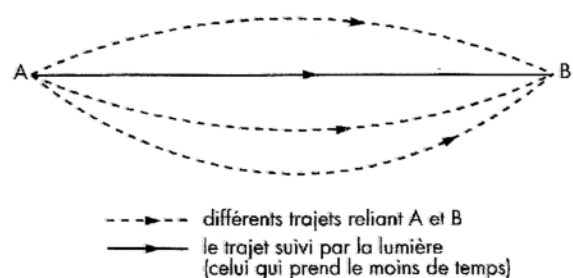
La valeur approchée de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air est de 300'000 kilomètres par seconde.

Ainsi, la lumière met environ une seconde pour venir de la Lune, 8 minutes pour venir du Soleil et 4,3 ans pour venir de l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure.

Le principe de Fermat

La propagation de la lumière entre deux points d'un même milieu homogène est rectiligne.

Cela concorde avec le principe de Fermat: la lumière, pour relier ces deux points, suit le trajet lui prenant le moins de temps.



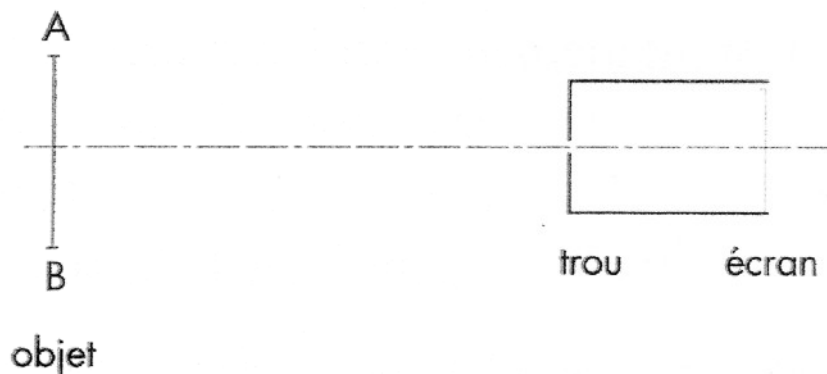
--- différents trajets reliant A et B
 — le trajet suivi par la lumière
 (celui qui prend le moins de temps)

Exercices sur le chapitre 13

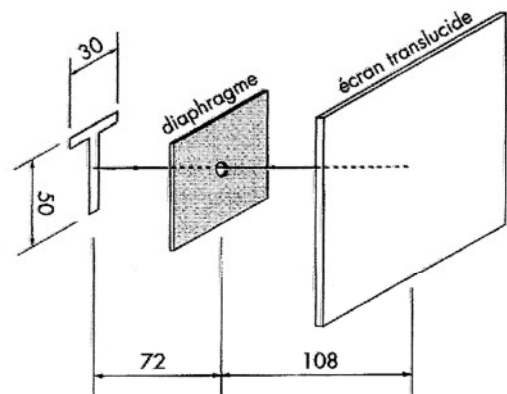
La propagation de la lumière

1. Vrai ou faux ?
- La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et transparent.
 - L'image obtenue sur l'écran de la chambre noire est toujours en noir et blanc.
 - Le diamètre du trou de la chambre noire n'a aucune influence sur la qualité de l'image.
 - Un ensemble de rayons lumineux provenant d'une même source constitue un faisceau lumineux.
 - Un faisceau lumineux conique peut être convergent ou divergent.

2. Construire l'image A'B' de l'objet AB sur l'écran.



3. Un T lumineux est placé devant un diaphragme à trou circulaire. Calculer les dimensions de l'image du T.



4. A) Quelle est, en kilomètres, la distance parcourue par la lumière en un clignement d'oeil (un dixième de seconde) ?
- B) Quel est le temps mis par la lumière pour traverser le lac Léman (12 km) ?

5. Les distances astronomiques s'évaluent souvent en années-lumière. Sachant qu'une année-lumière représente la distance parcourue par la lumière, dans le vide, en un an, calculer cette distance.
6. La distance qui nous sépare de la Lune est d'environ 380'000 km, celle qui nous sépare du Soleil de 150 millions de km et celle qui nous sépare de l'étoile Proxima de 4,3 années-lumières.
- A) Combien de temps la lumière met-elle pour nous parvenir de ces trois corps célestes ?
- B) Calculer la distance qui sépare le Soleil de Proxima en mètres.
- C) Dans le calcul de B), doit-on tenir compte de la distance Soleil-Terre (150 millions de km) ?
Justifier la réponse.