

Chapitre C La lumière : Images, couleurs, ondes lumineuses, particules de lumière... Tout un monde !

Nous supposons connus les concepts suivants :

- Propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène, modèle du rayon lumineux.
- Valeur de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.
- Lumière blanche, spectre continu.
- Lumière monochromatique, longueur d'onde.
- Spectres discontinus (de raies d'absorption, de raies d'émission).
- Réfraction et réflexion de la lumière, Lois de Snell-Descartes.
- Dispersion d'une lumière polychromatique par un prisme.

Ce qui n'a peut-être pas été traité (exceptionnellement) en 2018-2019 :

- Lentilles minces convergentes.
- Foyers, distance focale.
- Obtention de l'image d'un objet réel donnée par une lentille mince convergente.
- Grandissement.
- L'œil, modèle de l'œil réduit.

I Images

1) Introduction

Voir un objet lumineux

Si de la lumière va directement de l'objet à mon œil, tous deux se trouvant dans le même milieu transparent et homogène, alors je peux considérer des rayons lumineux rectilignes qui vont directement de l'objet à l'œil. Ainsi je peux annoncer : « je vois l'objet AB » (nous appellerons souvent l'objet « AB »).

Si je regarde maintenant cet objet à travers une loupe, que vois-je ?

- Autre chose (cela ressemble à ce que j'ai appelé « l'objet »), mais c'est plus gros)...
- Le trajet d'un rayon qui part de l'objet, passe par la loupe et arrive dans mon œil n'est plus rectiligne, la lumière est déviée lors de la traversée de la loupe.
- Nous observons l'objet à travers un **système optique** (la loupe) et nous voyons **l'image** que ce système donne de l'objet. Nous voyons **l'image de l'objet donnée par la loupe**.
- Nous désignerons souvent l'image par le terme A'B'.

Avançons dans la modélisation :

- schéma 1 avec axe optique, objet AB et rayons entrant dans l'œil.
- Notez bien, sur les schémas de ce type :
 - o les distances sont algébriques : positives de gauche à droite et de bas en haut. Si elles sont notées sous la forme d'une distance entre deux points, par exemple A et B, elles sont notées avec une barre horizontale : \overline{AB}
 - o L'objet est toujours dessiné à gauche.
- Schéma 2 avec axe optique, objet AB, système optique, image A'B'.
 - o A propos : où est A'B' ?
 - o Deux rayons issus de B puis déviés par la loupe vont entrer dans notre œil : notre cerveau va considérer ces deux rayons comme provenant en ligne droite de B', image de B (idem pour A et A'). Nous « voyons » l'image A'B' et nous désignons une zone de l'espace où nous considérons qu'elle se trouve. (*schéma*)
- A' est un point image (un point de A'B'), A' est l'image de A donnée par la loupe.
- Idem B'
- Un point objet est un point de l'objet duquel partent plusieurs rayons lumineux.
- Un point image est un point sur lequel des rayons lumineux viennent se réunir (on peut dire « converger ») après leur traversée du système optique (ici la loupe).
- Un rayon issu d'un point objet qui n'a pas encore rencontré de système optique peut être appelé rayon incident.

Remarque :

Que se passe-t-il au juste lorsque de la lumière provenant d'un objet vu entre dans mon œil ?

Je perçois (de l'information se transmet vers mon cerveau) l'image de l'objet lumineux donnée par le cristallin de mon œil et qui se forme sur la rétine de celui-ci.

2) La loupe est une lentille convergente.

a. Expérience 1

Faisons passer un faisceau laser à travers la loupe (nous observons son passage en pulvérisant de la poussière à proximité du dispositif).

Expliquons la déviation observée en schématisant grossièrement deux réfractions successives.

Représentons notre loupe en sous la forme de deux arcs de cercle.

- Considérant les trois dimensions, la loupe est un milieu transparent homogène différent de l'air et délimité par deux portions de surfaces par exemple sphériques : une lentille.
- Nous remarquons que la loupe est plus épaisse au milieu qu'aux bords.
- Nous schématisons la loupe traversée par l'axe optique en son milieu et perpendiculairement aux arcs de cercles qui la représentent.
- Nous schématisons différents rayons ayant traversé la loupe (nous les représentons tous parallèles à l'axe optique :
 - o Après traversée de la loupe ils sont déviés de manière à se rapprocher les uns des autres : ils convergent !
 - o La loupe est une lentille convergente !

b. Les points caractéristiques d'une lentille mince

- o Les rayons convergent tous vers un même point !
 - qui est sur l'axe optique.
 - C'est le foyer image de la lentille.
 - Nous le notons F' .
- o Nous avons remarqué que les rayons parallèles entre eux et parallèles à l'axe optique convergeaient à peu près en F' . Pour se débarrasser de cet « à peu près », nous considérons un modèle un peu plus précis : le modèle de la lentille mince (voir symbole). Pour la lentille mince on désigne clairement un milieu, noté O et appelé centre optique.
- o Il existe logiquement (expliquer pourquoi c'est logique) un point symétrique de F' , situé à gauche de la lentille, noté F et appelé foyer objet : tout rayon incident (issu d'un point objet, donc) passant par F est dévié par la lentille de manière à émerger parallèlement à l'axe optique. (*schéma*)
- o Remarque (*expérience à l'appui*) : tout rayon incident passant par O traverse la lentille sans être dévié. (*schéma*)

Conséquence : Le modèle de la lentille mince et les rayons particuliers que nous venons de décrire nous permettent de nous débarrasser des lois de la réfraction ! Si nous connaissons ou si nous trouvons les foyers d'une lentille, nous pouvons prévoir les positions d'images par des tracés très faciles à réaliser.

c. Constructions d'images

On en profitera pour définir les termes : « image réelle », « image virtuelle », « image droite », « image renversée ».

d. Distance focale, vergence

La distance OF' est appelée la distance focale de la lentille et notée f' . L'unité de f' est le mètre (m)

L'inverse de la distance focale est appelée vergence de la lentille et est notée c . L'unité de c correspond donc au m^{-1} mais on lui a, dans ce cadre, donné un nom : la dioptrie (symbole δ , « delta » minuscule) : $1 \delta = 1 m^{-1}$.

e. Grandissement

C'est une grandeur sans unité notée γ (gamma). Il s'agit tout simplement du quotient $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$, mais sa valeur donne de précieuses informations :

- Si $\gamma < 0$, l'image $A'B'$ est renversée par rapport à l'objet AB
- Si $\gamma > 0$, l'image $A'B'$ est droite par rapport à l'objet AB
- Si $|\gamma| < 1$ L'image est plus petite que l'objet
- Si $|\gamma| > 1$ L'image est plus grande que l'objet

A l'aide du rayon allant de B à B' et passant par le centre optique O sans être dévié, nous disposons d'une relation très utile (relation de grandissement) : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ (*rappelons-nous du théorème de Thalès...*)

3) Une lentille convergente utilisée différemment.

Une image des bâtiments se trouvant face au lycée est obtenue sur le mur de la salle de classe à l'aide d'une simple lentille convergente.

- Expliquer pourquoi nous pouvons considérer que les rayons issus d'un point d'un objet lointain peuvent être considérés comme parallèles entre eux.
- Si nous positionnons correctement la lentille, nous pourrions considérer que ces rayons sont aussi parallèles à l'axe optique.
- Question : à quelle distance de la lentille se trouve l'image formée nettement sur le mur de la salle de classe.

4) Relation de conjugaison caractéristique d'une lentille mince (TP)

Matériel : Banc optique gradué, source lumineuse, lentille L_1 convergente, écran, tous disposés au même niveau vertical à l'aide de supports réglables pouvant coulisser sur le banc et dont la position peut être connue précisément.

- Mesure préliminaire : par une méthode rapide (à expliquer dans le CR), donner une première estimation de la valeur de la distance focale de la lentille utilisée.
- Etablir une relation simple entre $\overline{OA'}$ et \overline{OA}
 - o Cette relation s'appelle relation de conjugaison
 - o Il faut l'établir à l'aide d'une construction graphique qui sera une droite affine.
 - o La valeur de f'_1 , la distance focale de L_1 , intervient dans la relation cherchée.
 - o Dans le CRTP, expliquer votre démarche et présenter vos résultats.
- Le montage étant disposé de manière à obtenir une image nette (distance \overline{OA} au choix), changer de lentille (nouvelle lentille L_2) et, sans modifier \overline{OA} , repositionner l'écran de manière à retrouver une image nette.
 - o Sans aucune mesure supplémentaire, donner la valeur de f'_2 , la distance focale de L_2 .

5) Remarque : les lentilles divergentes

f' est négative !

A part ça, aucun changement dans les raisonnements et les règles de constructions d'images.

Prenons quelques exemples...