

Optique géométrique

— Lentilles et images

4^e

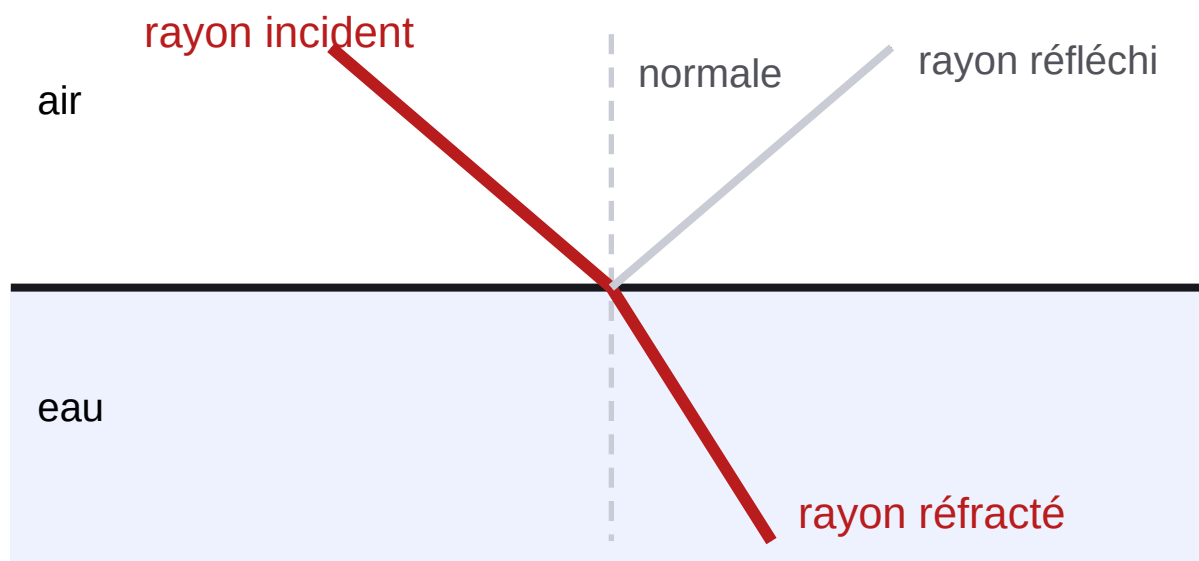
Programme du cycle 4 — arrêté du 9 novembre 2015, BO spécial n°11 du 26 novembre 2015

Plongez un bâton droit dans l'eau : il paraît cassé à la surface. Rien ne l'a plié — c'est la **lumière** qui a changé de direction en passant de l'eau à l'air. Ce phénomène s'appelle la **réfraction**, et c'est le même qui, dans un morceau de verre taillé, fabrique les lunettes, les appareils photo et les télescopes. Toute l'optique de ce chapitre tient dans la trajectoire de quelques rayons.

1 Réflexion et réfraction

DÉFINITION

La **réflexion** renvoie la lumière dans le milieu d'où elle vient : c'est ce que fait un miroir, et l'angle de repartir est égal à l'angle d'arriver. La **réfraction** fait passer la lumière d'un milieu à un autre — l'air vers l'eau, l'air vers le verre — en la faisant **changer de direction** à la traversée du **dioptré**, la surface qui sépare les deux milieux.



le rayon se rapproche de la normale en entrant dans l'eau

À la traversée du dioptré, le rayon change de direction : c'est la réfraction. Une partie de la lumière est aussi réfléchi.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Employer réflexion et réfraction l'un pour l'autre. — Les deux mots se ressemblent et décrivent des trajets opposés. La **réflexion** renvoie la lumière **en arrière**, dans le milieu de départ ; la **réfraction** la fait **traverser** en la déviant. Un miroir réfléchit, une vitre réfracte — et une vitre fait un peu les deux, ce qui explique qu'on s'y voit faiblement le jour et nettement la nuit.

Le réflexe : Retenir par le préfixe : **ré-fléchir**, c'est renvoyer en arrière ; **ré-fracter**, c'est briser la trajectoire en traversant.

2 Les lentilles

DÉFINITION

Une **lentille convergente** est plus épaisse au centre qu'aux bords : elle rassemble en un point les rayons parallèles qui la traversent. Une lentille **divergente** est plus mince au centre : elle les écarte. Au collège, on travaille presque exclusivement sur la **lentille convergente**, celle de la loupe, de l'appareil photo et du cristallin de l'œil.

DÉFINITION

Le **centre optique** O est le point central de la lentille : tout rayon qui y passe la traverse **sans être dévié**. L'**axe optique** est la droite perpendiculaire à la lentille passant par O . Le **foyer image** F' est le point de l'axe où se rassemblent les rayons arrivés parallèlement à cet axe. La distance OF' s'appelle la **distance focale**.

DÉFINITION

La **vergence** d'une lentille mesure sa capacité à faire converger la lumière : c'est l'inverse de la distance focale, exprimée en mètres. Elle s'exprime en **dioptries**. Une lentille de forte vergence est très bombée et fait converger vite ; une lentille de faible vergence est presque plate.

$$C = \frac{1}{f}$$

EXEMPLE

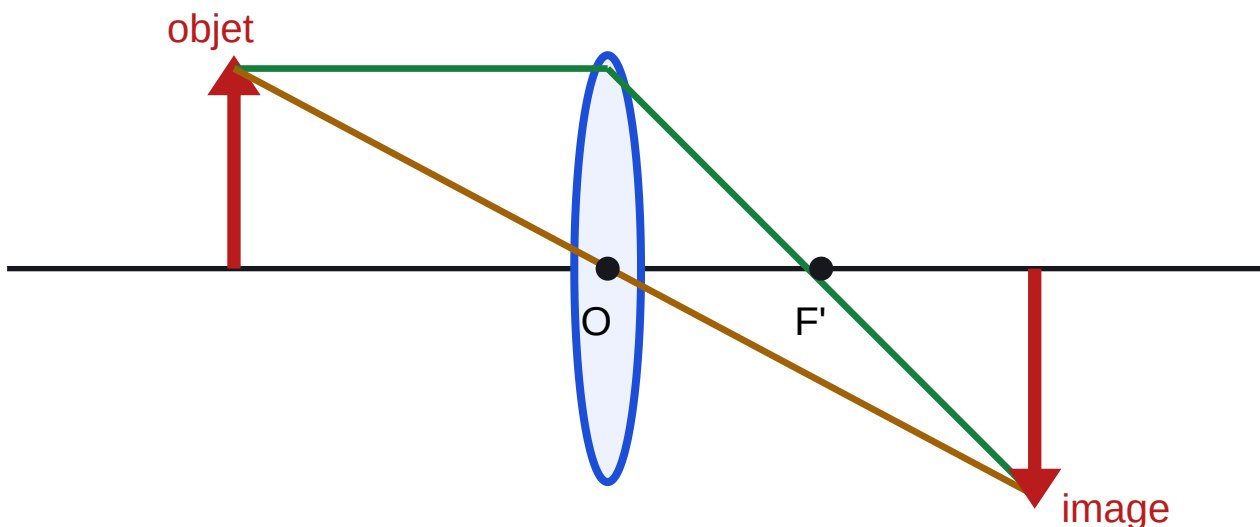
Une lentille a une distance focale de 20 cm. Calculer sa vergence. Une autre a une vergence de 2,5 dioptries : quelle est sa distance focale ?

- ① On convertit d'abord la distance focale en mètres, faute de quoi le résultat est cent fois trop petit : 20 cm valent 0,20 m.
- ② La vergence est l'inverse de cette distance :
 $1 \div 0,20 = 5$
- ③ Elle vaut 5 dioptries. Pour la seconde lentille, on inverse de nouveau :
 $1 \div 2,5 = 0,4$
- ④ Sa distance focale vaut 0,4 m, soit 40 cm : elle est deux fois moins convergente que la première.

5 dioptries pour la première, 40 cm de distance focale pour la seconde

3 Construire l'image d'un objet

l'image est renversée et réelle : on peut la recevoir sur un écran



Deux rayons particuliers suffisent : celui qui passe par le centre optique et celui qui arrive parallèle à l'axe. Leur intersection donne l'image.

CONSTRUIRE L'IMAGE D'UN OBJET PAR UNE LENTILLE CONVERGENTE

- ① Tracer l'axe optique, placer la lentille, le centre optique O et le foyer F' .
- ② Représenter l'objet par une flèche perpendiculaire à l'axe, du côté de la lumière incidente.
- ③ Tracer le rayon qui part du sommet de l'objet et passe par O : il n'est **pas dévié**.
- ④ Tracer le rayon qui part du même sommet **parallèlement à l'axe** : après la lentille, il passe par F' .
- ⑤ Marquer l'intersection des deux rayons : c'est le sommet de l'image. Un troisième rayon, facultatif, sert de vérification.

DÉFINITION

Une **image réelle** se forme là où les rayons se croisent effectivement : on peut la recevoir sur un **écran**, et elle est renversée. Une **image virtuelle** se forme là où les prolongements des rayons semblent se croiser : aucun écran ne la reçoit, elle se voit seulement à travers la lentille, et elle est droite. La loupe donne une image virtuelle et agrandie.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Croire qu'une image virtuelle peut être projetée sur un écran. — Aucun rayon lumineux ne passe réellement par l'endroit où l'image virtuelle se forme : ce sont les **prolongements** des rayons, tracés en pointillés, qui s'y croisent. Un écran placé là ne recevrait rien. C'est pourquoi on voit une image agrandie dans une loupe, et pourquoi une loupe ne sert pas de projecteur.

Le réflexe : Se demander si de vrais rayons arrivent à cet endroit. Ils s'y croisent réellement → image **réelle**, projetable et renversée. Ce sont leurs prolongements → image **virtuelle**, droite et seulement visible.

4 Applications : l'œil, la loupe, l'appareil photo

L'œil fonctionne comme un appareil photo : le cristallin joue le rôle de lentille convergente, la rétine celui de l'écran, l'iris celui du diaphragme. L'image qui s'y forme est **renversée** — le cerveau la remet à l'endroit. L'accommodation consiste à déformer le cristallin pour changer sa **vergence**, afin que l'image reste nette sur la rétine quelle que soit la distance de l'objet.

Les défauts courants de la vision s'expliquent par la position de l'image. Chez le **myope**, l'image se forme en avant de la rétine : on corrige par une lentille divergente, de vergence négative. Chez l'**hypermétrope**, elle se formerait en arrière : on corrige par une lentille convergente, de vergence positive. C'est le signe porté sur une ordonnance de lunettes.

À VÉRIFIER

- **Réflexion** — renvoyer en arrière · **réfraction** — traverser en déviant : ai-je le bon mot ?
- Ma lentille est-elle **convergente** — plus épaisse au centre ?
- Ai-je converti la distance focale en **mètres** avant de calculer une **vergence** ?
- Mon rayon passant par O est-il resté **rectiligne** ?
- Mon rayon parallèle à l'axe passe-t-il bien par F' après la lentille ?
- Image **réelle** : renversée, projetable · **virtuelle** : droite, non projetable.
- Ai-je écrit l'unité — centimètre, mètre, **dioptrie** ?

À RETENIR

- **Réflexion** : renvoyée en arrière · **réfraction** : traverse le **dioptré** en déviant.
- **Lentille convergente** : plus épaisse au centre — loupe, appareil photo, cristallin.
- Le rayon passant par le **centre optique** n'est **pas dévié**.
- Le rayon parallèle à l'axe passe par le **foyer** F' après la lentille.
- **Vergence** $C = \frac{1}{f}$, en **dioptries**, avec f en **mètres**.
- Distance focale courte → vergence grande → lentille très bombée.
- **Image réelle** : les rayons s'y croisent vraiment — renversée, projetable sur un écran.
- **Image virtuelle** : seuls les prolongements s'y croisent — droite, non projetable.
- L'**œil** : cristallin = lentille, rétine = écran, iris = diaphragme. L'image est renversée.
- Ordonnance **négative** → lentille divergente → myopie. **Positive** → hypermétropie.