

Chapitre 5 : les lentilles

I) Rappel sur la lumière

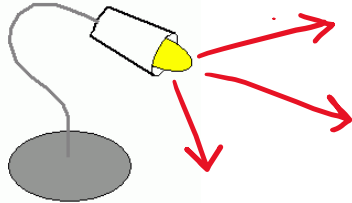
- Dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en ligne droite. On dit qu'elle a un trajet Rectiligne.

Que signifie homogène ? le milieu est identique à lui-même en tous points

Que signifie transparent ? qui laisse passer la lumière

- Dans le vide, la lumière se déplace à la vitesse de 3×10^8 m/s. On appelle cette valeur la célérité de la lumière. Cette valeur est légèrement inférieure dans l'air.
- Pour modéliser (= Représenter de manière simple) la lumière, on utilise le modèle du Rayon lumineux. Ce dernier représente la lumière à l'aide d'un segment au bout duquel on a ajouté une flèche qui désigne le sens de propagation.

Exemple :



- La lumière peut être amenée à changer de direction dans deux cas :

➤ Lorsqu'elle change de milieu :

Elle subit une Réfraction si le milieu change d'indice optique.

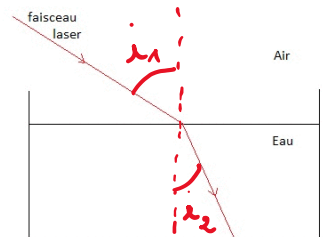
Exemple : L'indice de réfraction de l'eau est : $n_{\text{eau}} = 1,33$, celui de l'air est $n_{\text{air}} = 1$.

La vitesse de la lumière dans l'eau vaut alors : v_{eau}

$$v_{\text{eau}} = \frac{c}{n_{\text{eau}}} = \frac{3 \times 10^8}{1,33} = 2,26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{eau}} \approx 226\,000 \text{ km/s}$$

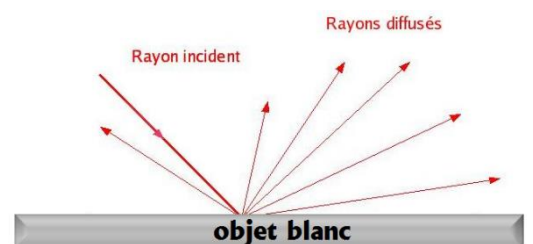
$$n = \frac{c_{\text{vide}}}{c_{\text{milieu}}}$$



Lorsqu'un rayon de lumière change de milieu transparent, sa vitesse change. C'est pour cette raison que sa trajectoire est déviée. C'est le phénomène de réfraction à l'origine de la déviation de la lumière par une lentille.

➤ Lorsqu'elle rencontre un obstacle :

- ❖ Elle est Réfléchi par un miroir.
❖ = renvoyer dans une seule direction
- ❖ Elle est diffusée par un objet blanc.
❖ = renvoyer dans toutes les directions
- ❖ Elle est absorbée par un objet noir.
❖ = pas renvoyée



II) Les lentilles, présentation (activité expérimentale)

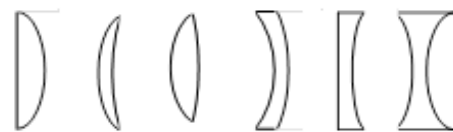


Définition : On appelle dioptrie une surface qui sépare deux milieux d'indices optiques différents



Définition : On appelle lentille, l'association de deux dioptries transparents dont l'un au moins est sphérique

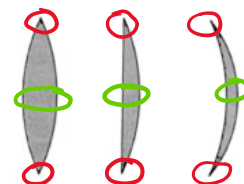
Voici les différentes sortes de lentilles que l'on peut rencontrer :



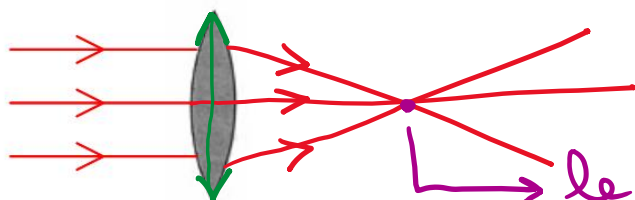
On peut les classer en deux catégories :

a) Les lentilles à bords minces

Ce sont des lentilles dont le bord est plus mince que le centre.
Quand on regarde un texte avec, elles ont un effet grossissant.



- Lorsqu'on approche des rayons laser près de ces lentilles que constate-t-on ?



Les Rayons convergent tous en un même point appelé foyer.

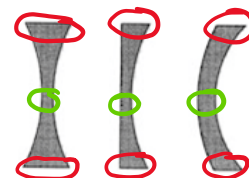
Le foyer image



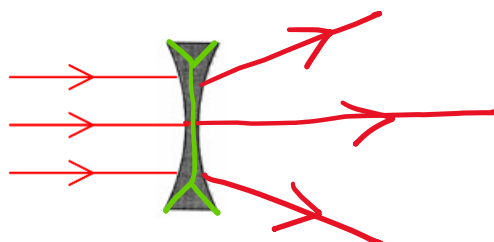
Le symbole d'une lentille convergente est :
Sa valeur en dioptrie est positive !

b) Les lentilles à bords épais

Ce sont des lentilles dont le bord est plus épais que le centre. Quand on regarde un texte avec, elles ont un effet rétrécissant.



- Lorsqu'on approche des rayons laser près de ces lentilles que constate-t-on ?



Les rayons divergent à la sortie de la lentille.



Le symbole d'une lentille divergente est :
Sa valeur en dioptrie est négative !

En classe de seconde, seules les **lentilles convergentes** seront étudiées.

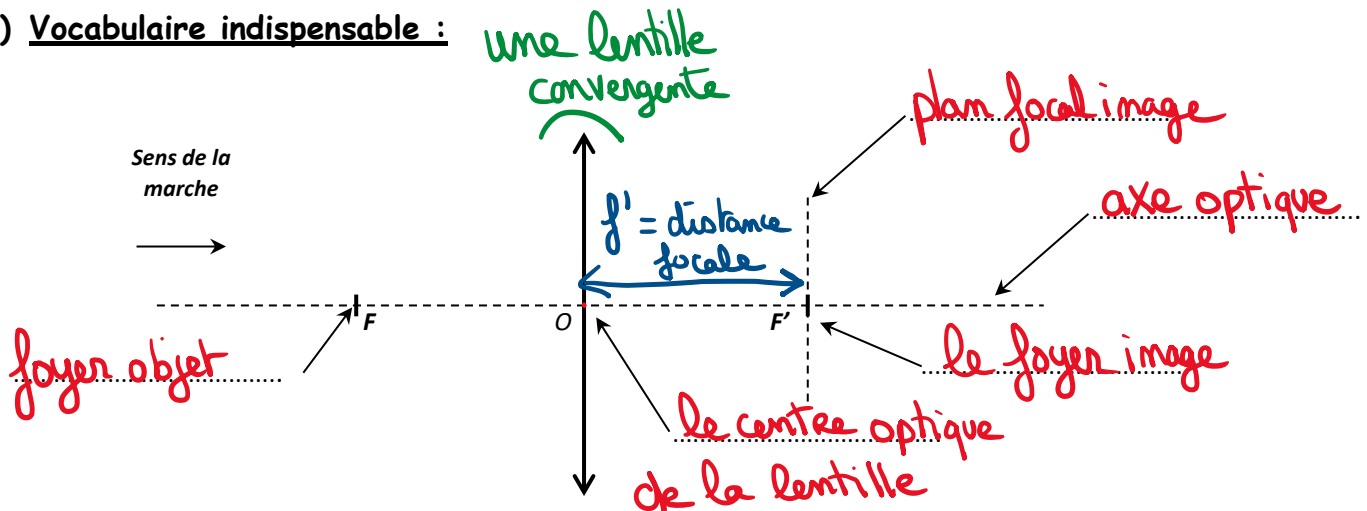
III) Etude des lentilles minces convergentes

On appelle lentille **mince**, une lentille dont on néglige l'**épaisseur** (et donc la double **réfraction** à l'intérieur).



- Zoom sur l'image où Tintin présente la loupe aux rayons du soleil, les concentrant sur le tabac au fond du **foyer** de la pipe.
L'intérieur de la pipe, là où est déposé le tabac, s'appelle le **foyer** ou le fourneau. Définition du foyer, là où on fait du feu; de l'adjectif latin focarius signifiant: de feu.

a) Vocabulaire indispensable :



- Le point central **O** de la lentille est appelé **centre optique**.
- L'axe perpendiculaire à la lentille et passant par O est appelé **axe optique**.
- Le point de convergence **F'** des rayons émergents issus des rayons incidents parallèles à l'axe optique est appelé **foyer image**.
- Le symétrique de F' par rapport à la lentille est appelé **F, foyer objet**.
- Ces deux foyers sont placés à égale distance du centre optique O de la lentille.
Ainsi **$FO = OF'$**

Le **sens propagation** (ou de marche) des rayons est donné par le sens des rayons lumineux qui arrivent sur la lentille.

- La **distance focale** d'une lentille est donnée par la relation : **$f' = \overline{OF'}$**

- La **vergence** d'une lentille se calcule avec la formule : **$C = \frac{1}{f'}$**

C en δ (dioptries) ou m^{-1}

f' en m

Questions :

- a) Compléter la figure.
b) Quelle relation existe-t-il entre OF et OF' ? $FO = OF'$
c) Une lentille convergente possède une distance focale de + 5,0 cm. Déterminer les grandeurs OF, FF', OF' et C.

* $OF = 5 \text{ cm}$

* $OF' = 5 \text{ cm}$

* $FF' = 10 \text{ cm}$

* Vergence $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ } \delta$
en mètre dioptrie

b) Détermination expérimentale d'une vergence

Vous disposez d'une lentille convergente sur votre table. Expliquer comment procéder pour déterminer sa distance focale puis sa vergence.

* Pour trouver la vergence, on détermine d'abord la distance focale $f' = OF'$.

* A l'aide d'une lentille convergente +8δ, on forme l'image d'un tube "néon" sur la table de telle façon à ce qu'elle soit nette.

* On mesure la distance table-lentille = $f' = 12,5 \text{ cm} = 0,125 \text{ m}$

* Vergence $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,125} = 8 \text{ } \delta$
↳ dioptrie

c) Obtention d'une image nette avec une lentille convergente

Une lentille sert à :

- Former une image nette sur un support (rétine, capteur CCD, écran, pellicule..)
- Former une image agrandie de l'objet (loupe, lunette astronomique, ...)

Vocabulaire :

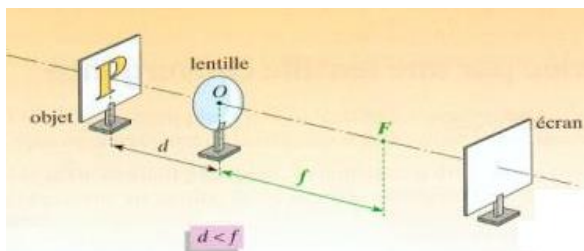
Si l'image se forme sur un écran et se trouve du côté opposé de l'objet :

l'image est dite **réelle**.

Activité expérimentale

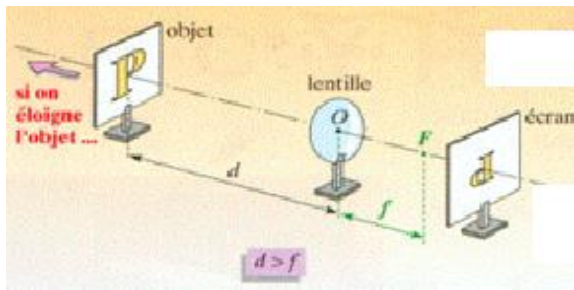
A l'aide d'un banc optique, d'une lentille convergente +8δ, d'une lanterne et d'un écran, réaliser les deux cas suivants et compléter vos observations.

Calculer la distance focale f' de la lentille : $f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ m} = 12,5 \text{ cm}$



si $d < f'$, ($d < 12,5 \text{ cm}$) alors

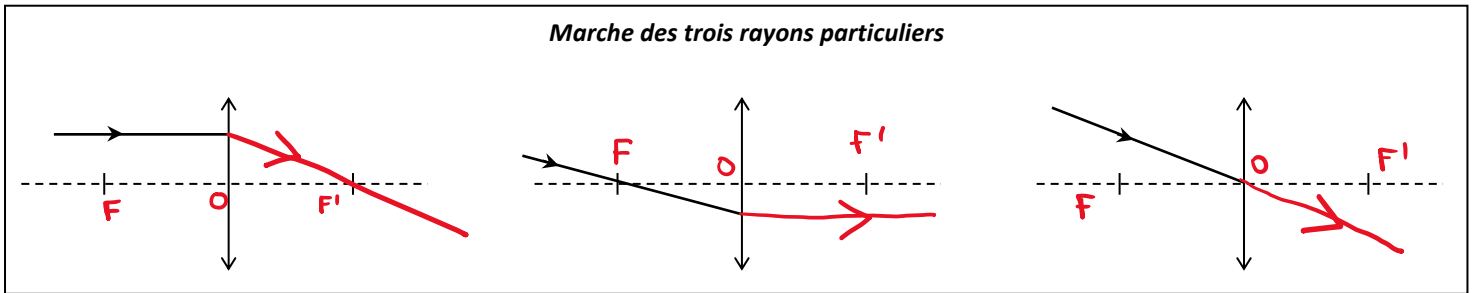
aucune image nette ne peut se former sur l'écran.



si $d > f$, ($d > 12,5\text{cm}$) alors il existe une image nette qui se forme sur un écran (elle est inversée).

d) Construction graphique d'une image

Pour construire géométriquement une image à partir d'un objet et d'une lentille, il faut au préalable maîtriser la marche de trois rayons particuliers émis par l'objet et pénétrant dans la lentille.



- Le rayon incident qui arrive parallèlement à l'axe optique ressort de la lentille *en passant par le foyer image F'*
- Le rayon incident qui passe par le foyer objet ressort de la lentille *parallèle à l'axe optique*
- Le rayon incident passant par le centre optique de la lentille *n'est pas dévié*

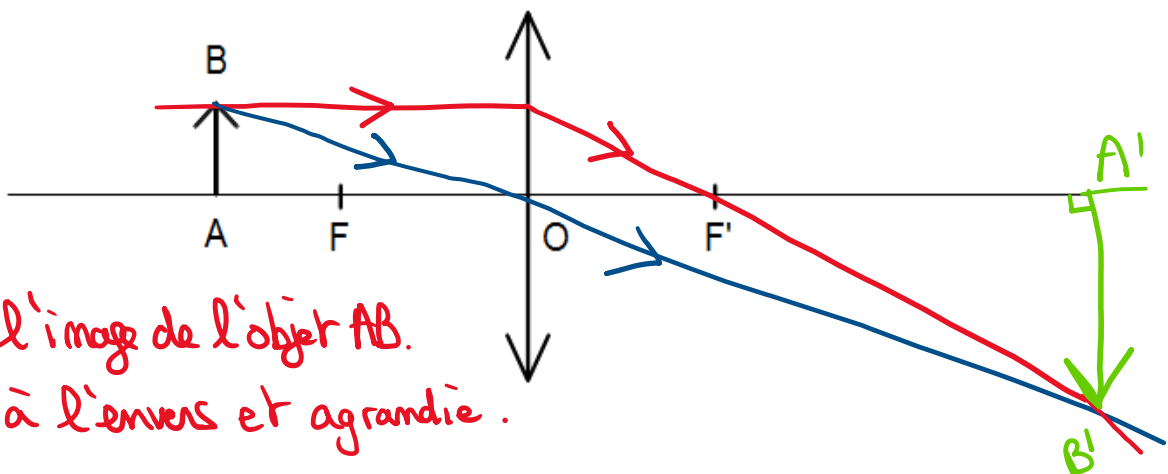
A retenir :

L'image A' d'un point A de l'objet se trouve à l'intersection des rayons issus de A et qui ressortent de la lentille.

Exemples d'application

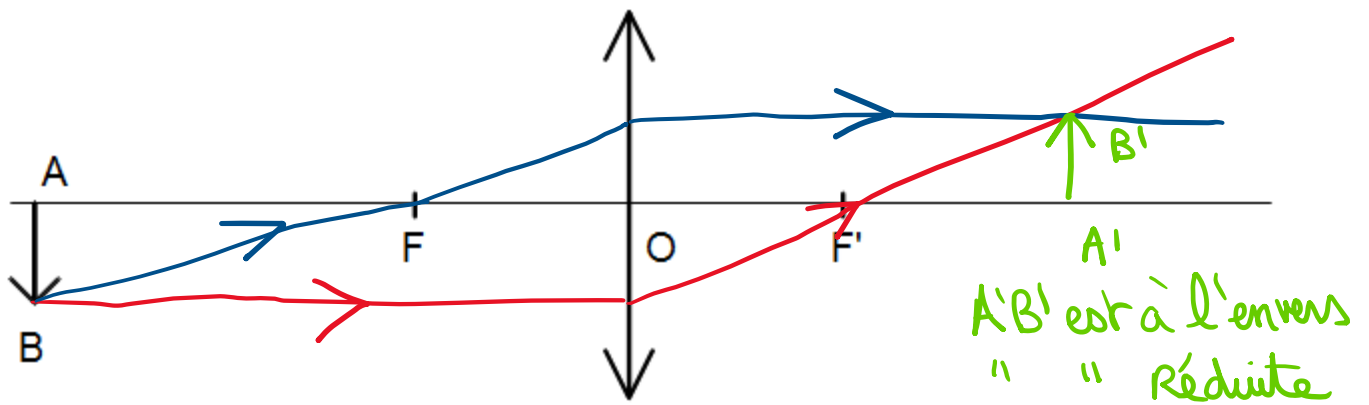
BUT : vous devez construire pour chaque exemple, les image $A'B'$ des objets AB .

Exemple 1 :



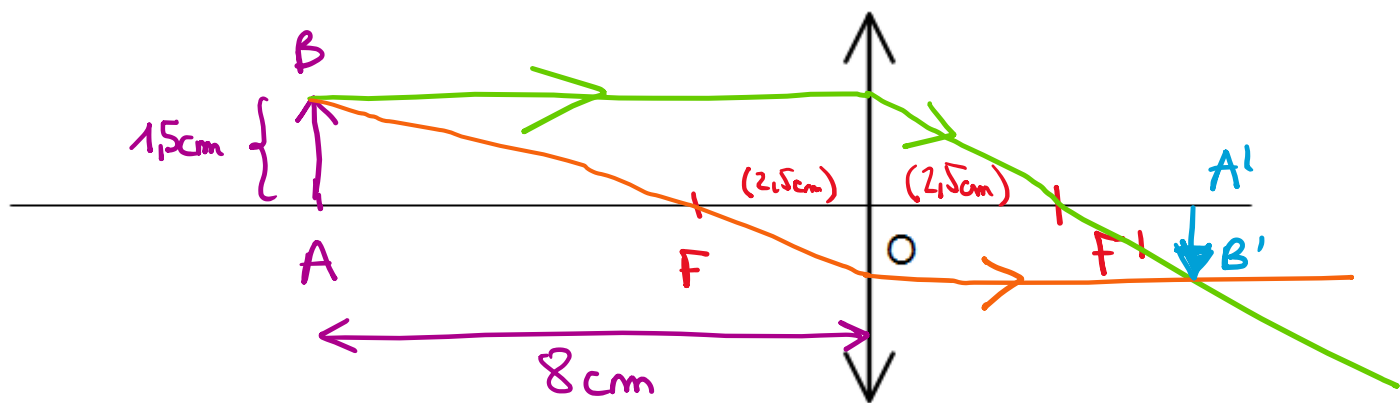
$A'B'$ est l'image de l'objet AB .
 $A'B'$ est à l'envers et agrandie.

Exemple 2 :



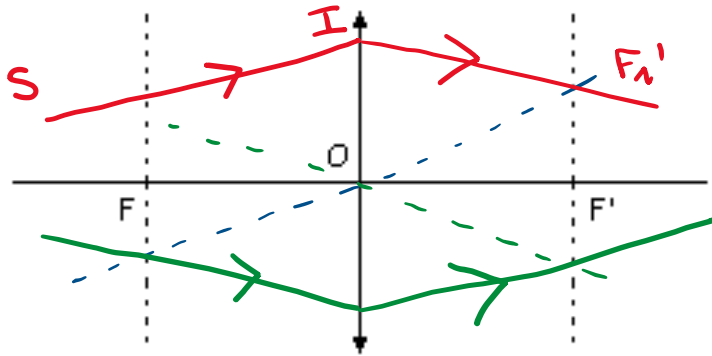
Exemple 3 : Dessiner l'image d'un objet droit de hauteur 1,5cm, situé à 8cm d'une lentille de distance focale $f' = 0,025m$. Quelle est la taille de l'image ?

$$f' = 2,5cm$$



• Marche d'un rayon quelconque

Soit un rayon lumineux quelconque SI, issu d'une source S et frappant la lentille en I : il existe une méthode pour construire géométriquement le trajet de la lumière à la sortie de la lentille :



Méthode :

- 1) Tracé un rayon parallèle à SI passant par O. Ce rayon passe par le centre optique il n'est donc pas dévié et coupe le plan focal image en un point F1'.
- 2) Tracé le segment [IF1'] qui est le rayon émergent de la lentille.

e) Calcul de la position et de la grandeur d'une image

Voir activité expérimentale (TP)

Pour déterminer mathématiquement la position et la grandeur de l'image obtenue à travers une lentille convergente, on dispose des relations suivantes :

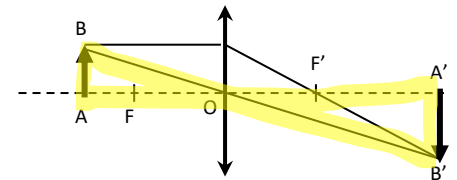
$$\gamma : \text{gamma} = \frac{\text{Taille image}}{\text{Taille objet}}$$

Le grandissement :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

(c'est en réalité le théorème de Thalès)

A noter :



γ sans unité

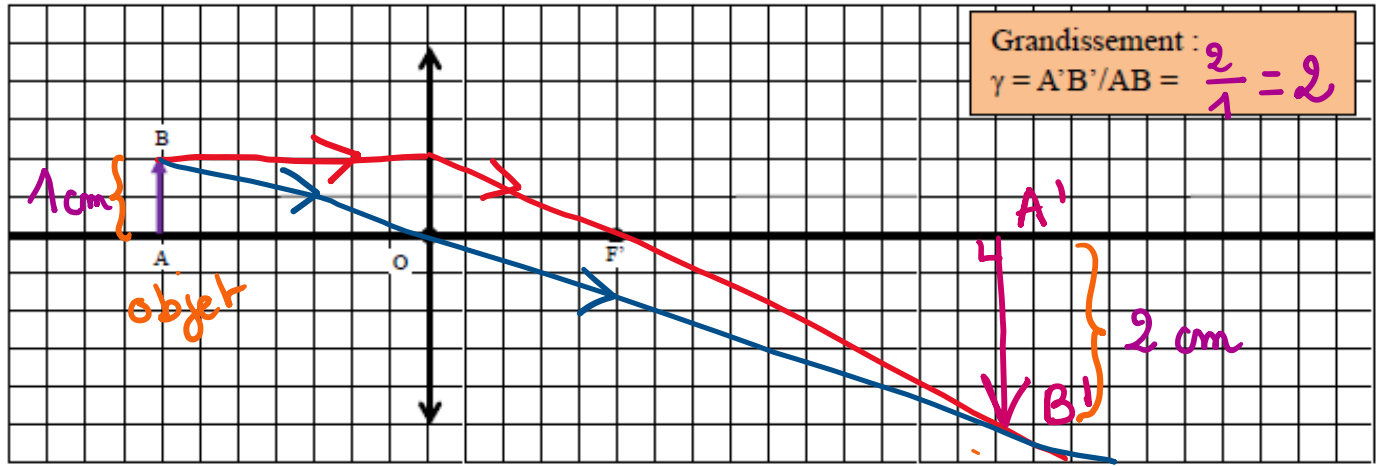
\overline{AB} , $\overline{A'B'}$, \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m

- Si $\gamma > 0$ alors l'image est dite "à l'endroit" (dans le même sens que l'objet)
- Si $\gamma < 0$ alors l'image est dite "à l'envers"
- Si $|\gamma| > 1$ alors la taille de l'image est plus grande que celle de l'objet.
- Si $|\gamma| < 1$ alors la taille de l'image est plus petite que celle de l'objet.

Exemple :

Exercice 1 :

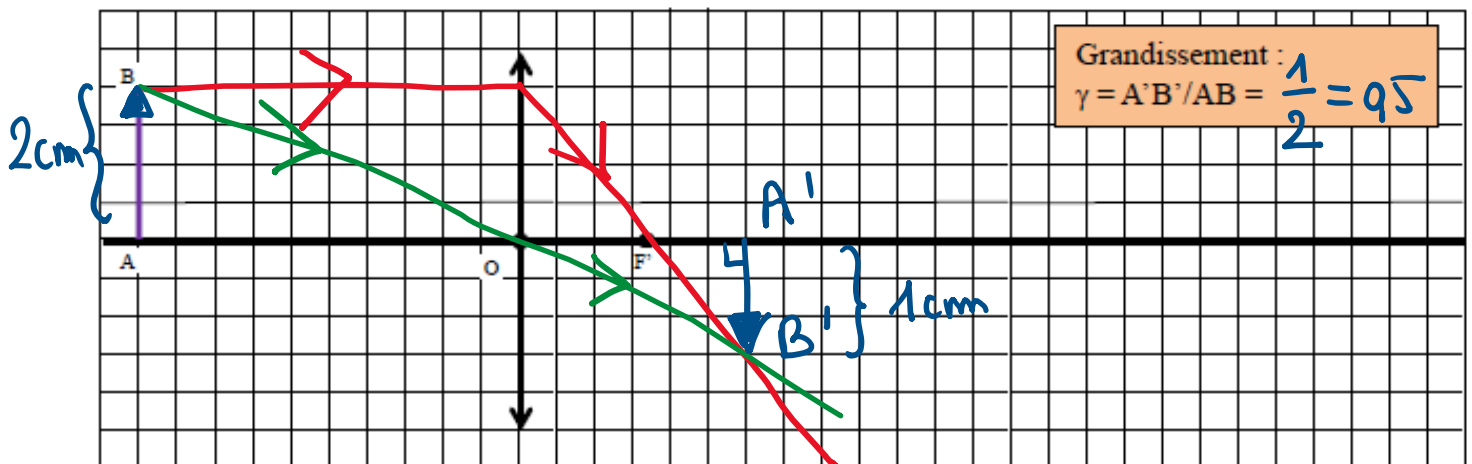
Construire les images des objets AB et déterminer le grandissement



L'image A'B' est inversée et agrandie 2 fois



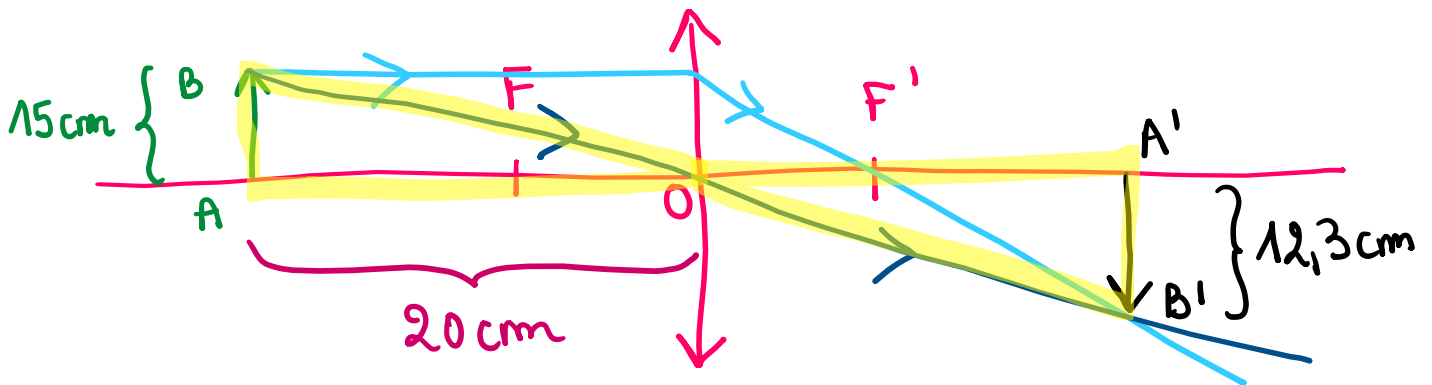
→ Image A'B' inversée et agrandie 1,25 fois.



L'image A'B' est inversée et réduite 0,5 fois.

Exercice 2 :

Un objet AB de hauteur 15cm situé à 20cm d'une lentille convergente donne une image réelle A'B' de hauteur 12.3cm. Calculer la position de l'image ainsi formée et le grandissement. Faire un schéma modélisant la situation **sans échelle réelle**.



* Grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{12,3}{15} = 0,82 < 1$
Rétrécissement.

* Position de l'image A'B' : c'est la distance OA'.
Théorème de Thalès dans les triangles OA'B' et OAB.

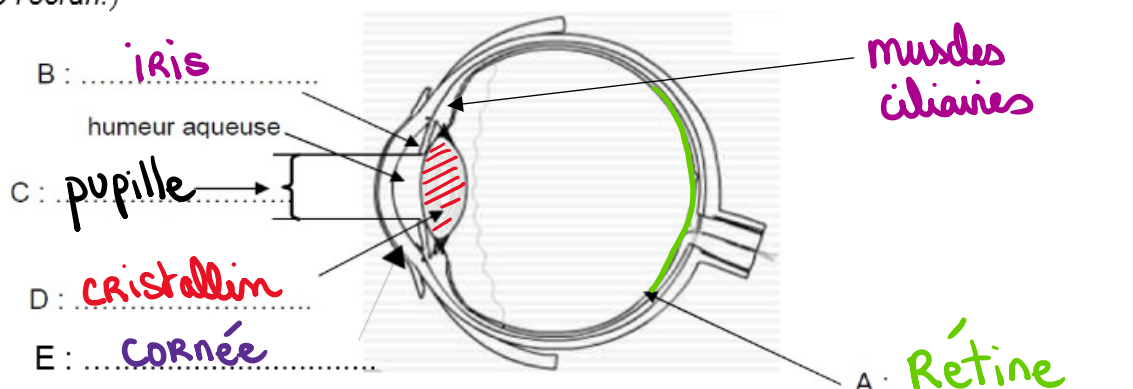
$$\frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB} = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow \boxed{\frac{OA'}{OA}} = \frac{A'B'}{AB} = \gamma$$

$\Rightarrow OA' = OA \times \gamma = 20 \times 0,82 = 16,4 \text{ cm}$
L'image A'B' se forme à 16,4 cm de la lentille.

IV. L'œil humain

I. À la découverte de l'œil

Lancer le logiciel « L'œil ». Cliquer sur Anatomie de l'œil, afin de légender le schéma ci-dessous. (En plaçant la souris sur le numéro encadré de certaines légendes, des explications apparaissent en haut à droite de l'écran.)



Compléter :

L'œil humain est un globe sphérique d'environ 25 mm de diamètre. Il est constitué :

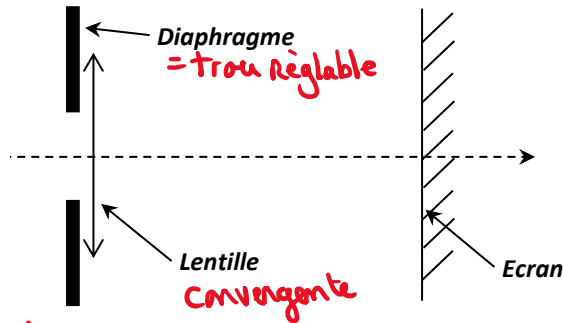
- de l'... **IRIS** : membrane colorée qui donne sa couleur à l'œil : en se contractant ou en se dilatant, il va moduler la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil par la ... **pupille**
- de l'ensemble de milieux transparents (dont la cornée, l'humeur aqueuse et le **CRISTALLIN**...) qui réfractent les rayons de lumière. Les muscles ciliaires permettent de modifier la courbure des faces du **CRISTALLIN**
- de la **RÉTINE** sur laquelle se forment les images.

Modélisation de l'œil

↓ Figure 14 : Modèle de l'œil humain = l'œil réduit

Associer à chaque élément du montage ci-contre la partie de l'œil modélisé :

Diaphragme : ... **pupille**
Lentille : ... **CRISTALLIN**
Ecran : ... **RÉTINE**

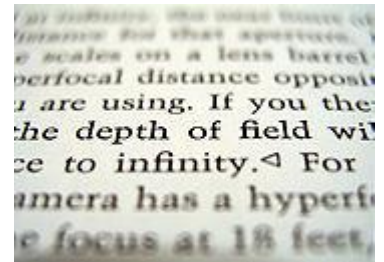


modélisation expérimentale de l'œil

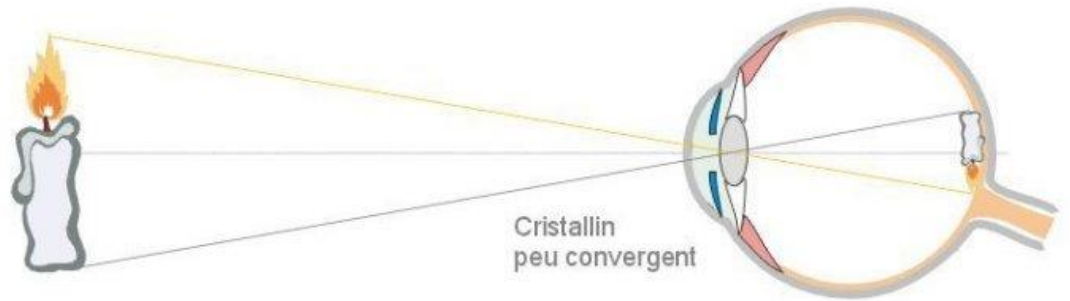
2 L'accommodation

On appelle **accommodation** les modifications oculaires adaptatives permettant d'assurer la **netteté** des images pour des distances différentes de vision. Chez les mammifères, l'accommodation comporte essentiellement une **compression du cristallin**, lui permettant ainsi de **modifier sa vergence (ou distance focale)**

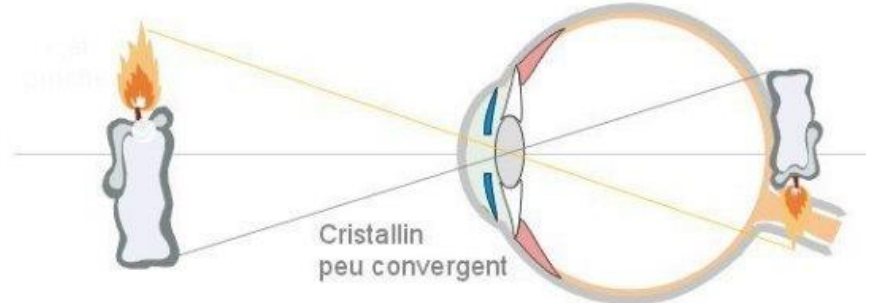
: c'est la mise au point.



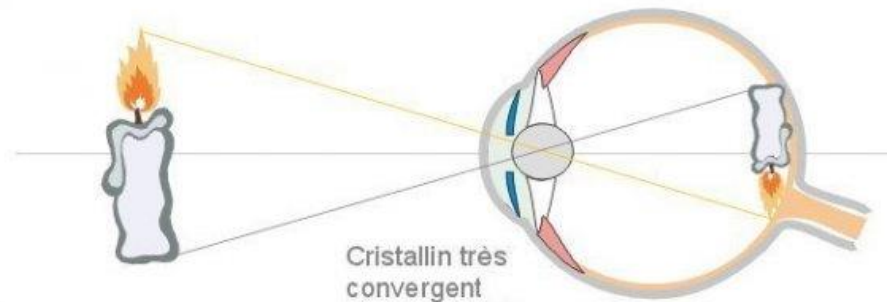
Objet éloigné :
- pas d'accommodation
- image nette



Objet proche :
- pas d'accommodation
- image floue



Objet proche :
- accommodation
- image nette

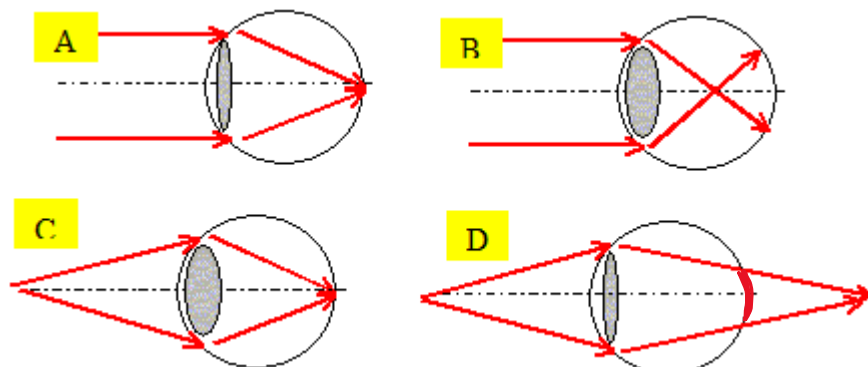


Exercice d'application

Un œil normal, dont le cristallin est initialement au repos, est placé dans les situations successives suivantes :

1. il regarde un point objet M proche, sans avoir le temps d'accommoder.
2. puis, après avoir accommodé, une image nette se forme sur la rétine.
3. le regard se porte ensuite sur un point objet S, très éloigné, sans relâchement de l'accommodation.
4. enfin l'œil n'accommode plus et voit nettement l'objet S situé au loin.

Ces quatre situations sont représentées sur les schémas suivants ; la partie grise représente le cristallin de l'œil.



L'ordre des schémas correspondant à la succession des situations 1, 2, 3 et 4 est : **D, C, B, A**

Vrai ou faux ?

Lorsque l'œil accommode on observe que :

- le cristallin se bombe, rendant le système optique de l'œil moins convergent. *faux*
- le cristallin se bombe, rendant le système optique de l'œil plus convergent. *vrai*
- pour observer un objet très éloigné, l'œil n'a pas besoin d'accommoder. *vrai*
- si l'œil n'accommode pas, l'image d'un objet proche se forme derrière la rétine. *vrai*
- l'accommodation correspond à une déformation de la cornée. *faux*

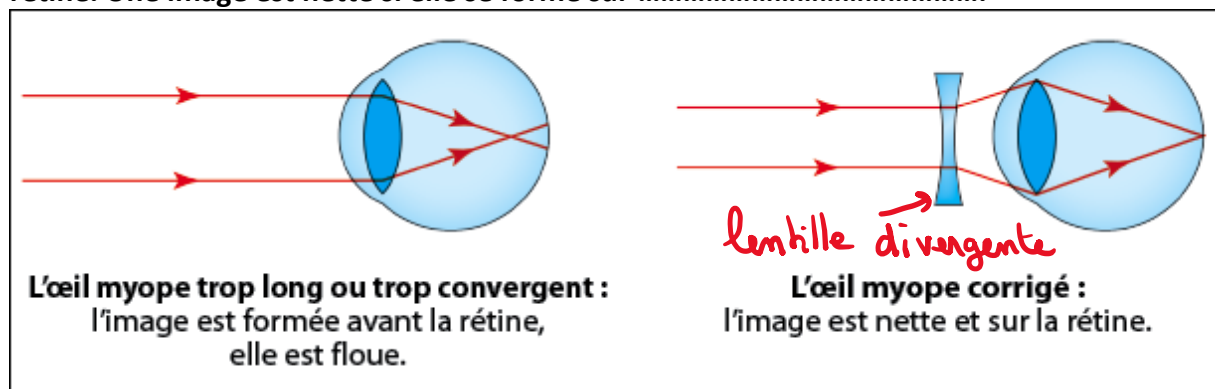
La vision d'un objet est floue lorsque l'image ne se forme pas exactement sur la rétine. Pour un œil myope, l'image d'un objet éloigné se forme devant la rétine : un œil myope est trop long. A l'inverse, un œil hypermétrope est trop court. Aujourd'hui un œil myope ou hypermétrope peut être couramment corrigé avec des lunettes pour que l'image d'un objet se forme exactement sur la rétine.

Un œil myope non corrigé a une vision :

- nette d'un objet éloigné.
- floue d'un objet éloigné.

Explication :

L'œil myope est trop *convergent* : l'image se forme à l'*avant* de la rétine. Une image est nette si elle se forme sur *la rétine*.



Un œil hypermétrope est :

- trop convergent : *pas assez convergent*
- divergent. *faux*

