

Chapitre P₁ : Lentilles minces

Activités préparatoires

1. Recherche documentaire

Thème : Faire des recherches portant sur :

1. La loupe, l'objectif photographique, le microscope, le projecteur de diapositives.
2. L'œil, les anomalies de la vision, les verres correcteurs.

Lexique : Faire des recherches sur le vocabulaire spécifique de :

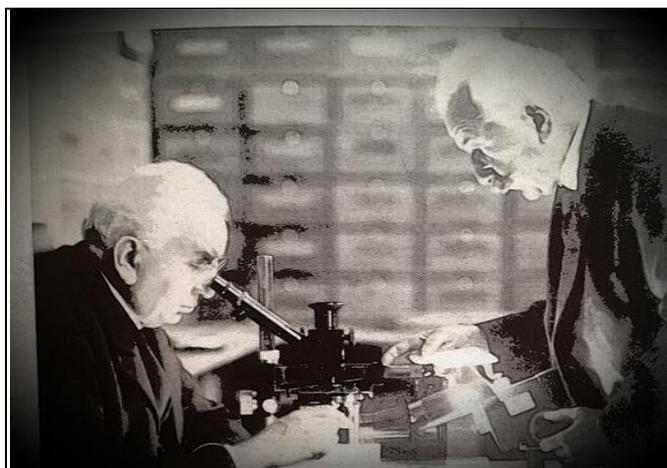
vergence, grandissement, dioptrie, myopie, hypermétropie, presbytie, accommodation.

2. Travail personnel

Regarder un texte à travers une loupe.

Eloigner la loupe du texte en observant les écritures.

Noter les observations dans chaque cas.



Louis Pasteur (1864-1948) et Auguste Lumière (1862-1954).

La vision des films fut révolutionnée en 1895 par leur invention : un projecteur appelé cinématographe.

Objectifs spécifiques

- Donner les symboles des lentilles minces (convergente et divergente).
- Identifier une lentille.
- Donner les caractéristiques d'une lentille.
- Caractériser les images.
- Expliquer les différentes anomalies de la vision et leur correction.
- Utiliser une lentille convergente

Les prérequis

La propagation rectiligne de la lumière, les faisceaux lumineux, les milieux transparents, la réfraction de la lumière.

Texte introductif

Certains dispositifs optiques comme les verres correcteurs, les jumelles, les projecteurs d'images... sont équipés de dispositifs optiques. Comment les catégoriser ?

Quel est le rôle principal de ces dispositifs optiques ?

Situations problèmes

<p>Ces deux paires de verre de lunette sont de deux types. Comment les distinguer ?</p>	
<p>Ce point lumineux de la photo ci-contre est l'image du soleil donnée par le dispositif optique placé entre les doigts de cette main. Quelles sont les caractéristiques et les propriétés de ce dispositif ?</p>	
<p>De nombreux appareils comme les appareils photographiques, les projecteurs, les microscopes, les télescopes . . . sont constitués de systèmes optiques. Pourquoi utilise-t-on ces systèmes dans ces appareils ?</p>	

Contenus

I. Lentilles

I.1 Définition

Une lentille est un milieu transparent limité par des surfaces dont l'une au moins est sphérique. Elle est dite mince si l'épaisseur de son centre est négligeable devant les rayons de courbure de ses surfaces sphériques.

I.2 Les principaux types de lentilles

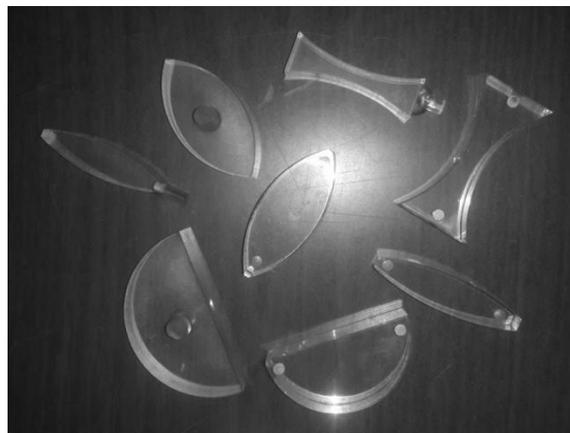


Photo 1 : Différents types de lentilles

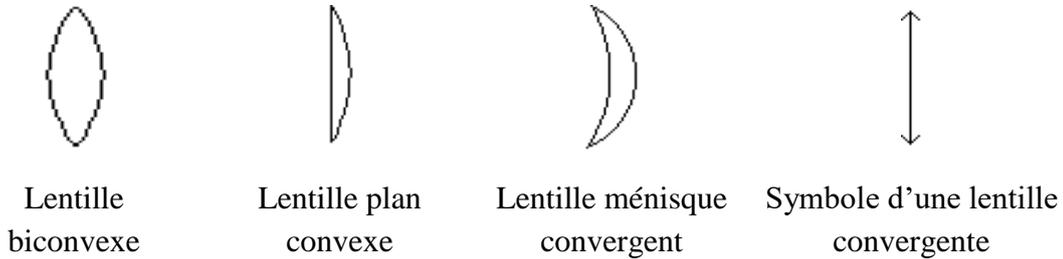
Les lentilles minces sont divisées en deux catégories : les lentilles convergentes (**LC**) et les lentilles divergentes (**LD**).

I.2.1 Présentation

I.2.1.1 Lentilles à bords minces

Les lentilles dont les bords sont plus minces que le centre sont appelées lentilles convergentes.

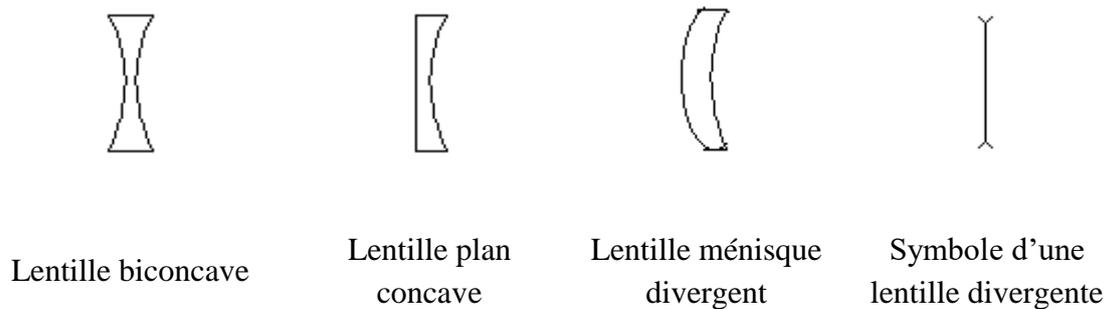
Exemples de lentilles convergentes et leur symbole



I.2.1.2 Lentilles à bords épais

Les lentilles dont les bords sont plus épais que le centre sont appelées lentilles divergentes.

Exemples de lentilles divergentes et leur symbole



I.2.2 Effets des lentilles sur un faisceau de rayons lumineux parallèles

Activité1

Expérience

Nous disposons d'une lentille convergente, d'une lentille divergente, d'une source de rayons lumineux parallèles. Réalisons les montages photographiés ci-contre.

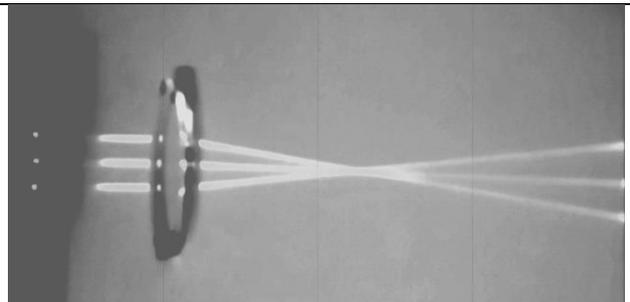
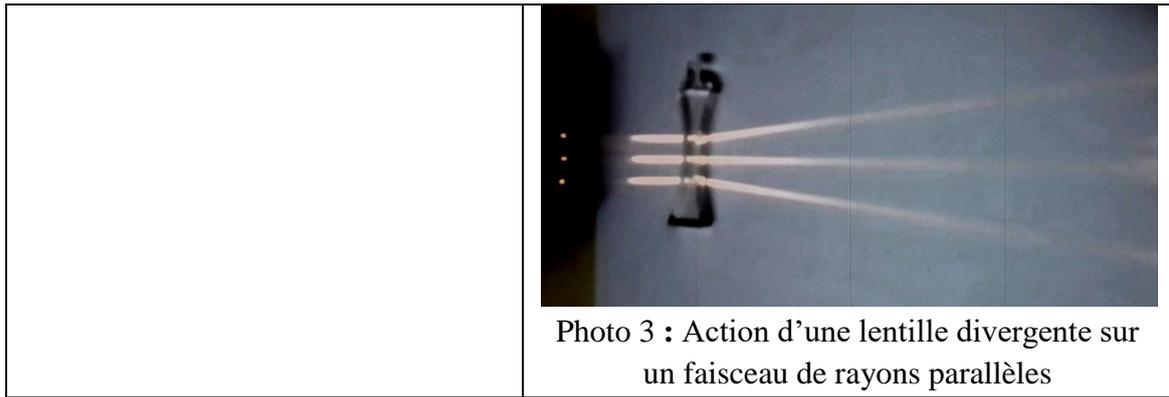


Photo 2 : Action d'une lentille convergente sur un faisceau de rayons parallèles



Observation et interprétation

- Quand on envoie un faisceau de rayons parallèles sur une lentille à bords minces, les rayons émergents convergent.

Effet d'une lentille convergente sur un faisceau parallèle :

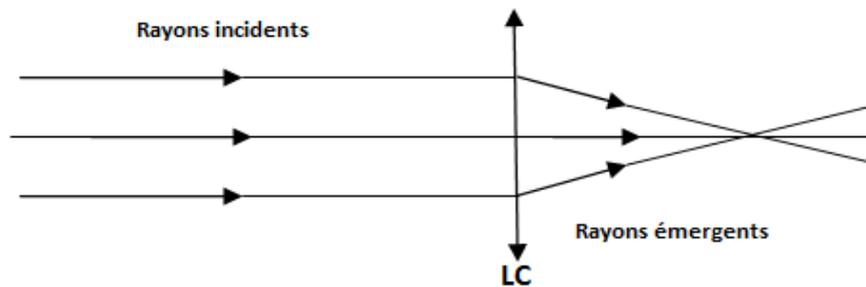


Schéma de la photo 2

- Quand on envoie un faisceau de rayons parallèles sur une lentille à bords épais, les rayons émergents divergent.

Effet d'une lentille divergente sur un faisceau parallèle

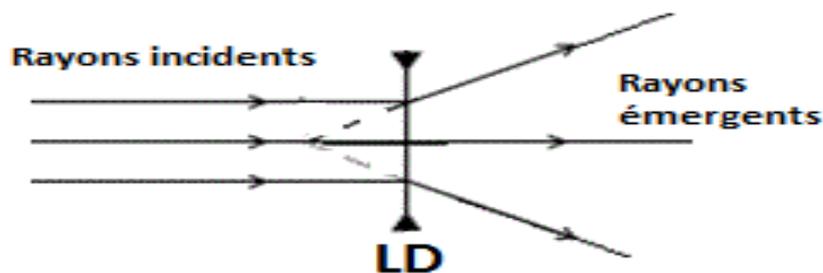


Schéma de la photo 3

Conclusion

- Une lentille convergente referme le faisceau de rayons parallèles incident. (Photo 2)
- Une lentille divergente ouvre le faisceau de rayons parallèles incident. (Photo 3)

Remarque : La direction d'un rayon passant par le centre de chacune de ces lentilles n'a pas changé alors que celle des autres rayons a changé à la sortie des lentilles.

I.3 Caractéristiques des lentilles

I.3.1 Centre optique et axe principal optique

Activité 2

Expérience

Nous disposons d'une lentille convergente, d'une lentille divergente, de trois lasers, ou d'un dispositif permettant d'obtenir un rayon lumineux, deux rayons lumineux parallèles et trois rayons lumineux parallèles.

Plaçons une lentille convergente ou divergente devant des rayons lumineux de telle sorte que ces rayons passent par le centre de la lentille.

Que constatons-nous ?

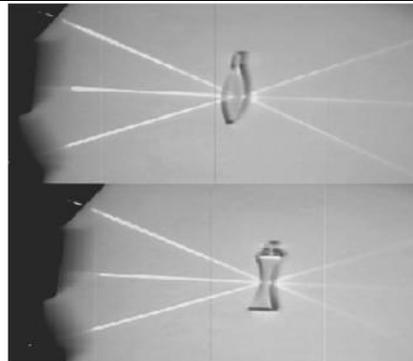


Photo 4 : Rayons passant par le centre géométrique d'une lentille

Observation et interprétation

- Tous ces rayons passant par le centre géométrique de chaque lentille émergent sans être déviés.
- Parmi ces rayons il y en a un qui est perpendiculaire à la lentille.
- Ces lentilles ont un centre de symétrie par lequel passe un axe de symétrie de révolution.

Conclusion

- Le point de la lentille par lequel les rayons passent sans être déviés, est appelé centre optique de la lentille. Ce point est noté O.
- L'axe optique principal est l'axe perpendiculaire à la lentille passant par son centre optique.
- Tout rayon passant par le centre optique émerge sans être dévié.

Ce qu'il faut retenir

- ☞ Le centre optique noté O est le point de la lentille tel que tout rayon lumineux passant par ce point sort de la lentille sans être dévié.
- ☞ On appelle axe optique principal l'axe passant par le centre optique O et qui est perpendiculaire à la lentille. On le note souvent Δ .

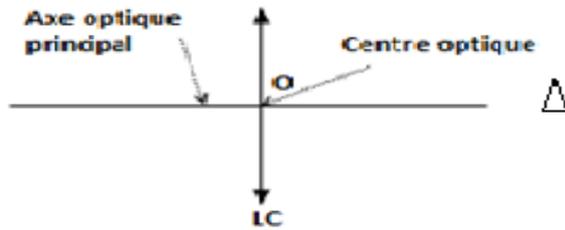


Schéma optique partiel d'une lentille convergente

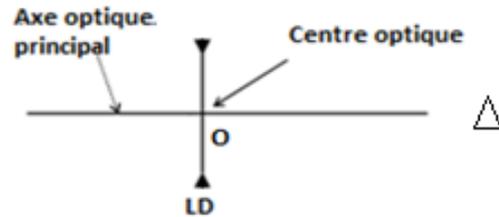


Schéma optique partiel d'une lentille divergente

LC : lentille convergente. LD : lentille divergente

I.3.2 Foyers principaux et distance focale

Activité 3

On envoie sur une lentille convergente un faisceau de lumière provenant d'une source éloignée comme le soleil. Après traversée de la lentille les rayons lumineux se rapprochent et se rejoignent en un point. Ce point est l'image de la source donnée par la lentille ;

Que représente-t-il pour la lentille ?

I.3.2.1 Foyer principal image

Expérience 1

Nous disposons d'une lentille convergente, d'une lentille divergente, de trois lasers, ou d'un dispositif permettant d'obtenir deux rayons lumineux parallèles et trois rayons lumineux parallèles.

- ✓ Plaçons une lentille convergente puis une lentille divergente perpendiculairement à un faisceau de rayons parallèles.
- ✓ Reconnençons en retournant les lentilles.

Qu'observons-nous dans les deux cas ?

La distance entre le point F' et le centre optique de lentille est appelée distance focale. Est-elle la même pour toutes les lentilles ?

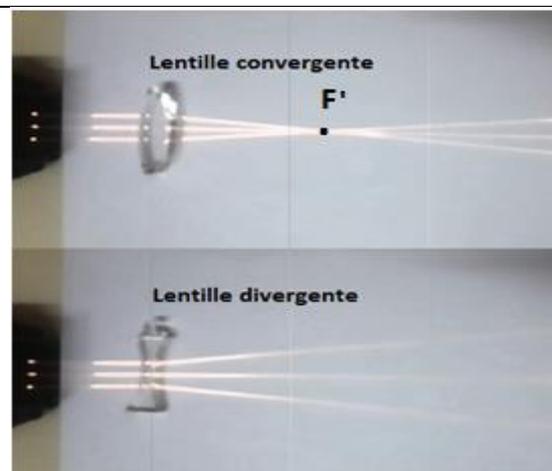


Photo 5 : Foyers principaux images réel et virtuel.

Observation et interprétation

- Après la traversée de la lentille convergente, les rayons lumineux convergent en un point.
- Après la traversée de la lentille divergente les rayons lumineux divergent.
- Si on retourne les lentilles alors on fait les mêmes constats.

Conclusion

- Pour la lentille convergente : le point noté F' où se joignent les rayons émergents est appelé foyer image. F' est aussi l'image donnée par la lentille convergente d'un objet très éloigné de la lentille. La distance qui sépare le centre optique et le foyer image est une caractéristique de la lentille ; elle est appelée distance focale de la lentille et elle est notée f . Son inverse est la vergence de la lentille et notée C .
- Pour la lentille divergente : le point qu'on note F' où se joignent les prolongements des rayons émergents est appelé foyer image de la lentille. La distance qui sépare le centre optique et le foyer image est une caractéristique de la lentille ; elle est appelée distance focale de la lentille.

I.3.2.2 Foyer principal Objet

Expérience 2

Nous disposons de deux lentilles convergentes différentes et d'une lentille divergente, de trois lasers ou d'un dispositif permettant d'obtenir des rayons lumineux parallèles.

- ✓ Réalisons les montages des expériences photographiées ci-contre.
- ✓ Déplaçons une source ponctuelle donnée par une première lentille convergente sur l'axe principal d'une seconde lentille convergente jusqu'à l'obtention d'un faisceau émergent parallèle.
- ✓ En partant d'un faisceau qui aurait convergé, s'il n'y avait pas eu la seconde lentille, vers un point (F) de l'axe principal, déplaçons la lentille divergente jusqu'à l'obtention d'un faisceau parallèle.

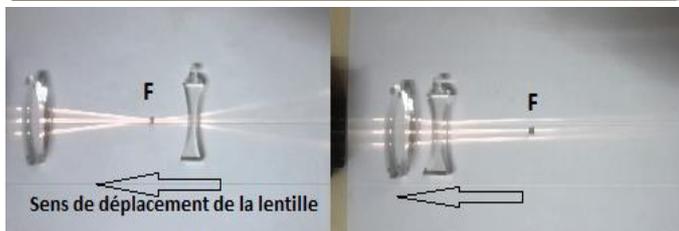
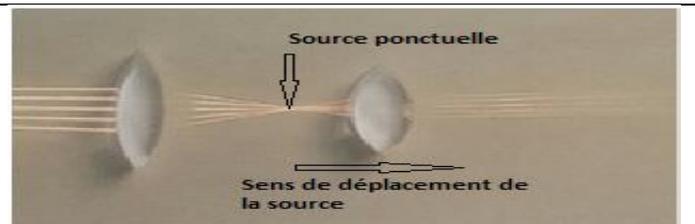
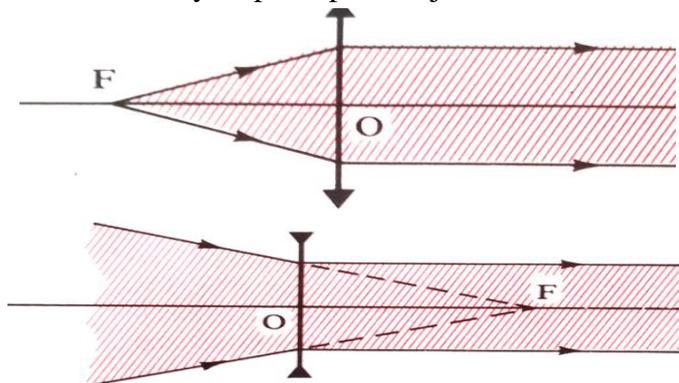


Photo 6 : Foyers principaux objets réel et virtuel.



<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconnaissons en retournant les lentilles Que constatons-nous ? ✓ Mesurons la distance entre ces points et les centres optiques des lentilles Que peut-on conclure ? 	
---	--

Observation et interprétation

- Le faisceau parallèle émergent de la seconde lentille est obtenu pour une position particulière de F. Ce point est le symétrique du foyer image F' par rapport au centre optique O de la lentille convergente.
- Le faisceau parallèle émergent de la lentille divergente est obtenu pour une position particulière de la lentille. Ce point est le symétrique du foyer image F' par rapport au centre optique O de la lentille divergente.

Un faisceau de rayons parallèles tombe sur la première lentille et converge à un point F de celle-ci. La deuxième est placée à une distance du point F et ajustée jusqu'à l'obtention d'un faisceau parallèle émergent. Cette distance et le point sont appelés distance focale et foyer objet de la deuxième. Le point F est le foyer image de la première (source ponctuelle).

Une fois le faisceau parallèle est obtenu, la lentille divergente est à une distance de F obtenu par un prolongement des rayons incidents de valeur égale à sa distance focale

Conclusion

- Le point, noté F, est réel et appelé foyer principal objet de la lentille convergente.
- Le point F, virtuel, est appelé foyer objet principal de la lentille divergente.
- Que ce soit pour une lentille convergente ou divergente le foyer image F' a toujours un symétrique ; on l'appelle foyer objet. On le note F.
- Une lentille a deux foyers équidistants du centre optique. Ils sont appelés foyer objet F et foyer image F'.

Ce qu'il faut retenir

- ☞ Le foyer image F' d'une lentille convergente est le point où les rayons incidents, parallèles à l'axe optique principal convergent après la lentille : c'est une image réelle.
- ☞ Le foyer image F' d'une lentille divergente est le point où les prolongements des rayons émergents se coupent avant la lentille : c'est une image virtuelle.
- ☞ Que ce soit une lentille convergente ou divergente le foyer image a toujours un symétrique par rapport au centre optique O : on l'appelle foyer objet. On le note F.
- ☞ La distance du centre optique d'une lentille au foyer image est appelée distance focale de la lentille. Elle est notée f et s'exprime en mètre (m). C'est une grandeur algébrique et mesurable.

$$F = \overline{OF'} = - \overline{OF}$$

- ☞ L'inverse de la distance focale est la vergence de la lentille. Elle est notée C et s'exprime en dioptrie (δ). C'est une grandeur algébrique qui s'obtient par calcul.

$$C = 1 / f$$

☞ La distance focale et la vergence sont positives pour une lentille convergente. Elles sont négatives pour une lentille divergente. Elles peuvent être utilisées pour distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente.

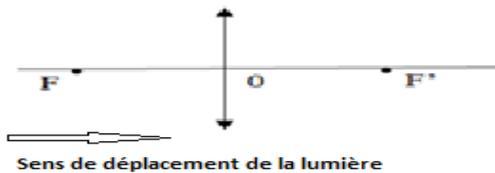
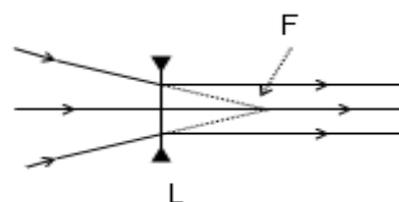
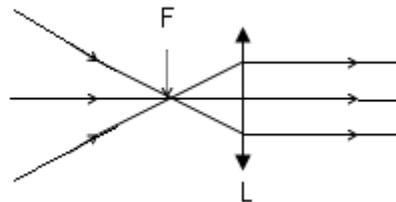
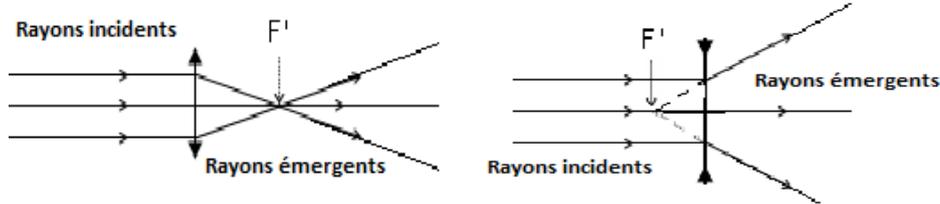


Schéma d'une lentille convergente

Schéma d'une lentille divergente

II. Formation d'images

La formation d'une image optique par une lentille est due à l'action de la lentille sur les rayons lumineux issus d'un objet.

Comment expliquer la formation d'une image nette réelle ou virtuelle d'un objet lumineux ?

II.1 Image nette d'un objet et ses caractéristiques.

Activité : Mise au point

Un point lumineux émet des rayons lumineux dans toutes les directions. Une lentille transmet les rayons arrivant à sa surface et les réfracte. Dans certaines conditions et avec le type de lentille, les rayons émergents convergent vers un point ou semblent provenir d'un point. Ces points sont appelés points images réelles ou virtuelles. L'image d'un point lumineux peut être un point lumineux.

Chacun des points d'un objet devant une lentille a donc une image. Il est facile de comprendre que l'image d'un objet réel est un objet réel ou virtuel avec certaines caractéristiques (position, taille, nature et sens)

Expérience

Nous disposons d'un banc d'optique, d'une source lumineuse, d'un diaphragme, d'un porte-objet, d'un support réglable, de lentilles convergentes (deux lentilles de $f = +50$ mm, une lentille de $f = 100$ mm, une lentille de $f = -100$ mm), d'un écran, d'un objet lumineux et du papier millimétré.

- ✓ Faisons le montage ci-contre.
- ✓ Déplaçons la lentille ou l'écran pour avoir une image nette de l'objet lumineux (F).
- ✓ Eloignons l'objet de la lentille puis déplaçons l'écran pour obtenir encore une image nette.
- ✓ Mesurons la taille de l'image, la position de l'image et de l'objet par rapport au centre optique.
- ✓ Reconnaissons avec la deuxième lentille convergente. Que constatons-nous ?
- ✓ Avec la lentille divergente, après avoir constaté qu'il n'est pas possible d'obtenir une image sur l'écran, constatons par une position de l'objet par rapport au centre optique, en la regardant à travers la lentille que l'image virtuelle est droite, plus petite que l'objet et plus proche de la lentille que l'objet. Que pouvons-nous dire de cette position ?
- ✓ Utilisons la construction géométrique des images pour interpréter ces faits expérimentaux.

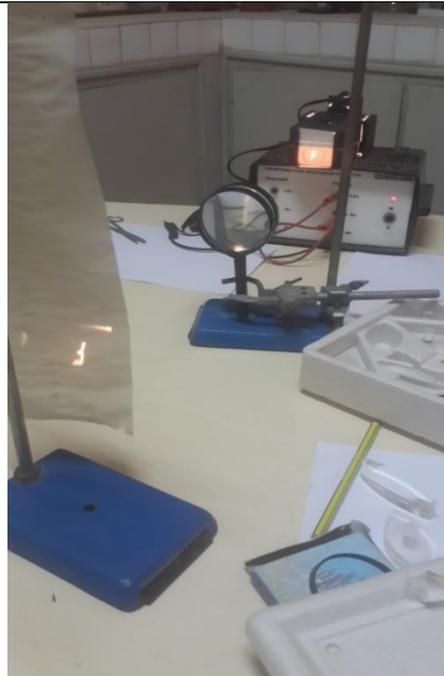


Photo 7 : Formation d'une image réelle et nette

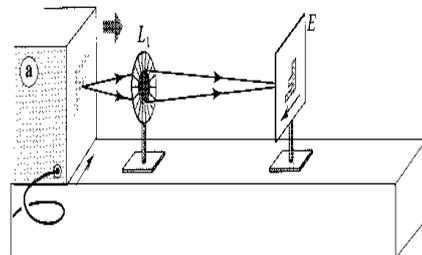


Figure 8 : Formation d'une image réelle et nette

Observation et interprétation

- Lorsque l'objet est très éloigné de la lentille convergente ($d > 2f$) alors son image est renversée, réelle, très réduite et très proche du foyer image. Elle peut être visualisée sur un écran.
- Lorsque l'objet est situé à une distance deux fois égale à la distance focale ($d = 2f$), l'image est renversée et réelle. Elle a la même taille que l'objet. L'image et l'objet sont à égales distances de la lentille.

- Lorsque l'objet est placé à une distance d tel que $f < d < 2f$, l'image est toujours agrandie, réelle et renversée. Celle-ci devient de plus en plus grande lorsque l'objet se rapproche du foyer objet.
- Lorsque l'objet est au foyer objet ($d = f$), l'image est projetée à l'infini.
- Lorsque l'objet est placé entre le foyer objet et le centre optique ($d < f$), l'image est agrandie, virtuelle et droite. Celle-ci devient de plus en plus petite lorsque l'objet se rapproche du centre optique. Elle ne peut pas être visualisée sur un écran.
- Pour la lentille divergente, lorsque l'objet (réel) est très éloigné de la lentille alors l'image est virtuelle, droite, plus petite et plus proche du foyer image que l'objet.
- Si l'objet (réel) s'approche de plus en plus de la lentille divergente alors l'image est de plus en plus grande et semble se rapprocher du centre optique.
- Pour une position donnée de l'objet certaines caractéristiques de l'image (position et taille) ne dépendent que de la distance focale de la lentille.

Conclusion

Pour les lentilles convergentes :

- L'image d'un objet situé à l'infini est au foyer image.
- L'image d'un objet situé au foyer est projetée à l'infini.
- L'objet et son image se déplacent dans le même sens.
- La taille, la position, la nature et le sens de l'image dépendent de la position de l'objet par rapport au centre optique de la lentille.
- Pour une position donnée de l'objet, la taille et la position de l'image dépendent de la vergence de la lentille.
- L'image peut être recueillie sur un écran : elle est dite réelle.
- L'image d'un objet situé entre le foyer objet et le centre optique est toujours agrandie et virtuelle.

Pour les lentilles divergentes :

- L'image d'un objet ne peut être recueillie sur un écran : l'image est virtuelle.
- L'image d'un objet réel s'agrandit quand l'objet s'approche de plus en plus de la lentille.

II.2 Interprétation graphique

La construction d'une image d'un objet formée par une lentille donne une solution géométrique qui permet de faire des mesures et d'interpréter les faits expérimentaux.

II.2.1 Marche de quelques rayons lumineux à travers une lentille, image d'un point

Connaissant la direction d'un rayon lumineux incident on peut tracer le rayon émergent en utilisant les propriétés suivantes des lentilles :

- ☞ Tout rayon lumineux passant par le centre optique d'une lentille convergente ou divergente émerge sans être dévié.
- ☞ Tout rayon incident parallèle à l'axe optique principal d'une lentille convergente émerge en passant par son foyer image.
- ☞ Tout rayon incident qui passe par le foyer objet d'une lentille convergente ou qui semble provenir de ce point émerge parallèlement à l'axe optique principal.
- ☞ Tout rayon incident parallèle à l'axe optique principal d'une lentille divergente donne un rayon émergent qui semble provenir du foyer image.

☞ Tout rayon incident qui aurait convergé vers le foyer objet d'une lentille divergente s'il n'y avait pas eu la lentille émerge parallèlement à l'axe optique principal.

L'image (M') d'un point lumineux (M) donnée par une lentille est le point de rencontre des rayons émergents ou de leurs prolongements.

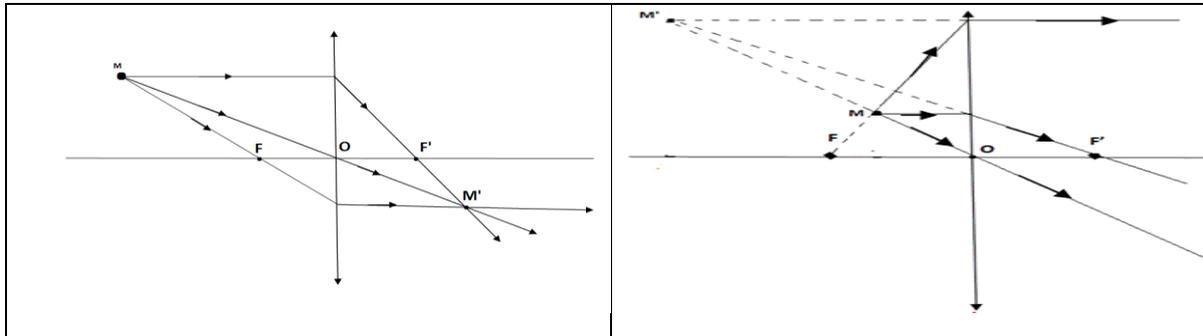


Schéma : Marche des trois rayons particuliers issus d'un point M à travers une lentille convergente

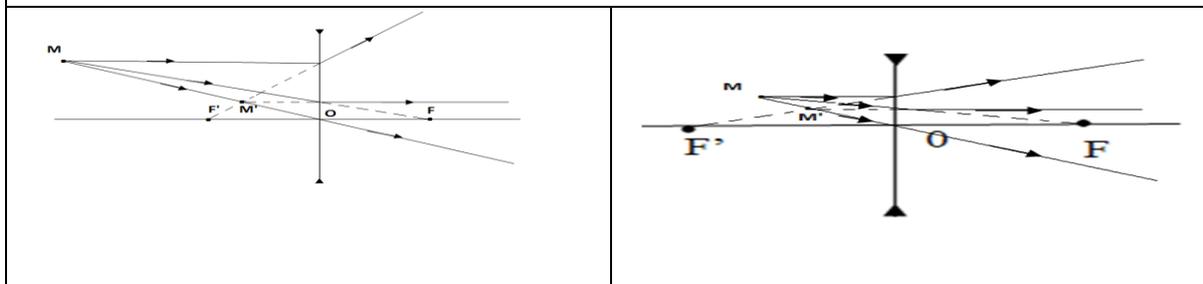
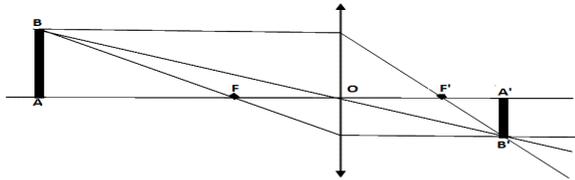
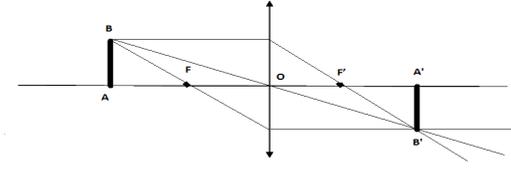
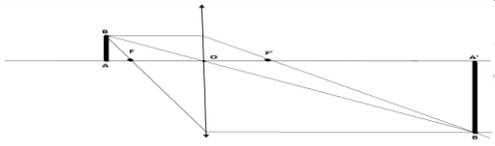
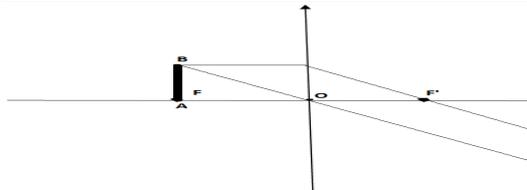
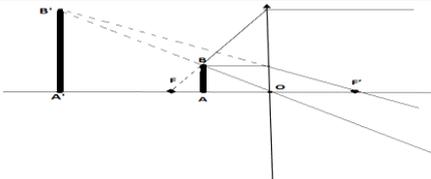
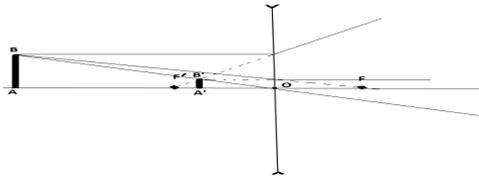


Schéma : Marche des trois rayons particuliers issus d'un point M à travers une lentille divergente

II.2.2 Construction de l'image d'un objet donnée par une lentille d'un instrument d'optique

Chaque point d'un objet lumineux a donc une image réelle ou virtuelle donnée par une lentille. Il est facile de comprendre que l'image d'un objet réel est un objet réel ou virtuel avec certaines caractéristiques (position, taille, nature et sens).

 <p>1) $OA > 2f$: Position : OA', sens : image renversée, nature : image réelle, grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$; $\gamma < 1$ Cas d'un appareil photographique</p>	 <p>2) $OA = 2f$: Position : OA', sens : image renversée, nature : image réelle, grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$; $\gamma = 1$ Cas d'un inverseur vertical d'images</p>
---	--

 <p>3) $f < OA < 2f$: Position : OA', sens : image renversée, nature : image réelle, grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$; $\gamma > 1$</p> <p>Cas d'un appareil projecteur d'images</p>	 <p>4) $OA=f$: Image est à l'infini</p>
 <p>5) $OA < f$: position : OA', sens : image droite, nature : image virtuelle, grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$; $\gamma > 1$</p> <p>Cas d'une loupe</p>	 <p>Lentille divergente : Position : OA', sens : image droite, nature : image virtuelle, grandissement : $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$; $\gamma < 1$</p>

Ce qu'il faut retenir

Un objet lumineux est constitué de points lumineux, sources ponctuelles de faisceaux lumineux. Avec certains rayons particuliers on peut construire l'image de chacun de ces points. Tous les points images obtenus forment l'image de l'objet.

- ☞ L'alignement des points objet (M), centre optique (O) et image (M') détermine le sens de l'image.
- ☞ L'augmentation de la taille et de la position de l'image dépend de l'angle formé par le rayon MOM' et l'axe optique principal.
- ☞ Le point de rencontre des prolongements des rayons émergents donne l'image virtuelle tandis que l'image réelle est le point de rencontre des rayons émergents.
- ☞ Certains appareils tels que : les loupes, les verres correcteurs, les projecteurs de diapositives et d'images cinématographiques, les appareils photographiques ... fonctionnent avec des lentilles.

III. Application à l'œil

L'œil donne des images comme une lentille convergente.

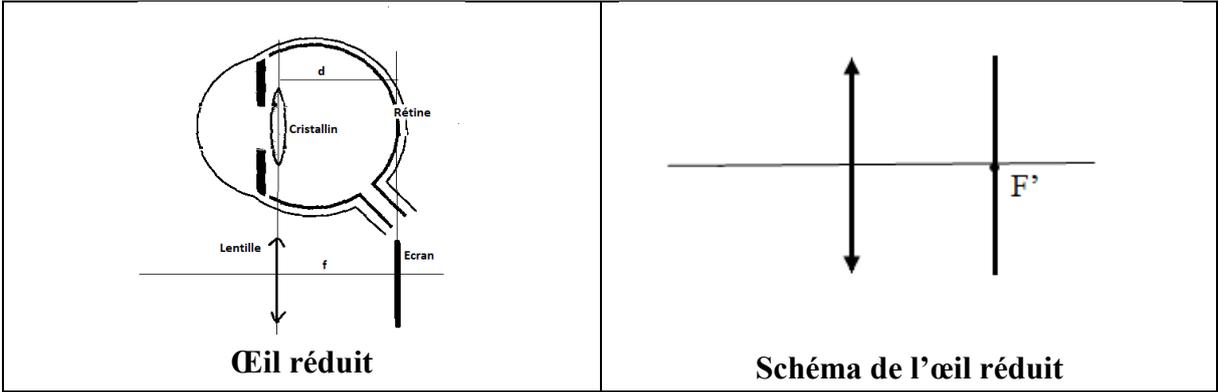
III.1. L'œil et la vision

Modélisation de l'œil

Le cristallin est une lentille biologique qui permet la mise au point de l'image sur la rétine, en fonction de la distance entre l'objet et l'œil. Cette capacité, appelée accommodation, présente cependant parfois des défauts ou des anomalies.

Le cristallin joue le rôle d'une lentille convergente à distance focale ($f = d$) variable et la rétine se comporte comme un écran. Le foyer image du cristallin est situé sur la rétine.

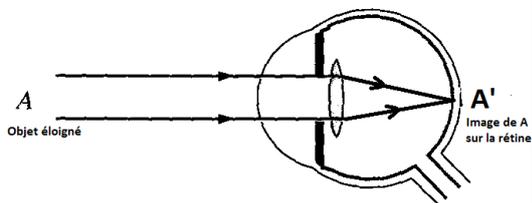
Le schéma ci- dessous représente l'« œil réduit ».



Fonctionnement optique de l'œil : la vision

Pour que la vision soit nette quelle que soit la position de l'objet, il faut que l'image de cet objet se forme sur la rétine. Dans le cas contraire l'image est vue floue.

- Vision d'objets éloignés : Dans la vision d'objets éloignés le cristallin est peu bombé (peu convergent) : les images se forment directement sur la rétine. On dit que l'œil est au repos.
- Vision d'objets proches : dans ce cas, pour que les images se forment sur la rétine, le cristallin se contracte (devient plus convergent) : On dit que l'œil accommode.
- L'accommodation a des limites. Elle n'est plus possible si l'objet est à une distance inférieure à celle appelée **punctum proximum** (pp : limite de la distance minimale de vision distincte) à peu près 20cm.
- Un œil est dit normal ou emmétrope s'il voit nettement un objet éloigné sans accommoder. Il est dit anormal ou amétrope dans le cas contraire.



Vision d'objets éloignés

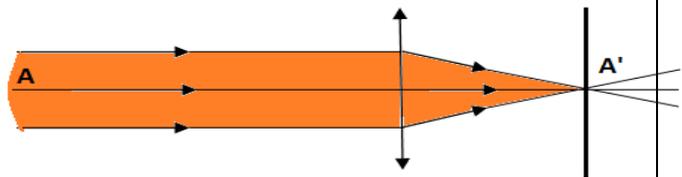
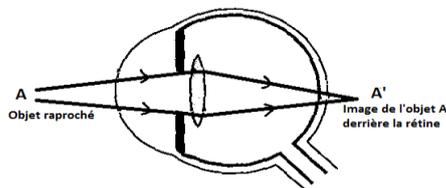


Schéma de la vision d'objets éloignés



Vision d'objets proches

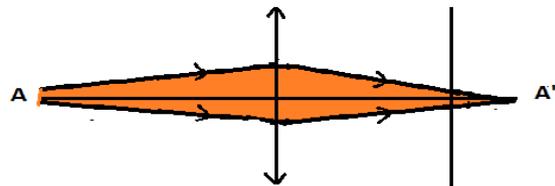
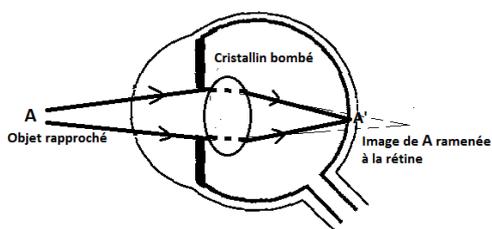


Schéma de la vision d'objets proches



Accommodation

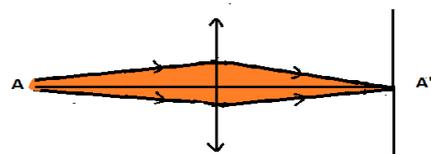


Schéma de la vision après accommodation

III.2. Anomalies de la vision et corrections

Anomalies de la vision

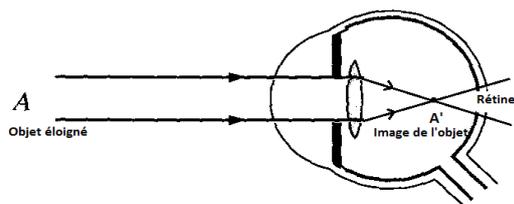
Dans le phénomène de vision, le système optique est l'œil réduit. Ce système présente parfois des défauts :

La myopie : L'image d'un objet lointain se forme avant la rétine. Autrement dit le foyer principal image de la lentille (cristallin) se trouve devant la rétine : le cristallin est trop convergent. L'œil biologique correspondant voit flou les objets éloignés. Par contre il distingue correctement les objets rapprochés.

L'hypermétropie : L'image d'un objet lointain se forme après la rétine. Autrement dit le foyer principal image de la lentille (cristallin) se trouve après la rétine : le cristallin n'est pas assez convergent. L'œil biologique correspondant accommode pour voir les objets éloignés, il ne distingue pas correctement les objets rapprochés.

La presbytie : c'est un défaut d'accommodation. L'image d'un objet proche se forme après la rétine. L'œil presbyte accommode mal. Il ne peut pas voir nettement les objets rapprochés.

Ce défaut augmente avec l'âge. La presbytie est causée par la fatigue des muscles d'accommodation ou par le manque de souplesse du cristallin.



Œil myope

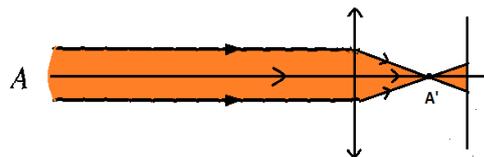
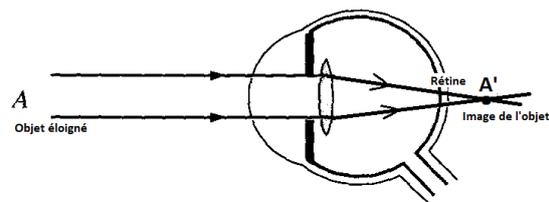


Schéma de vision de l'œil myope



Œil hypermétrope

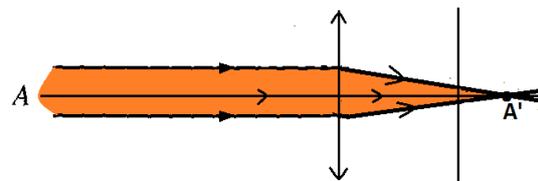
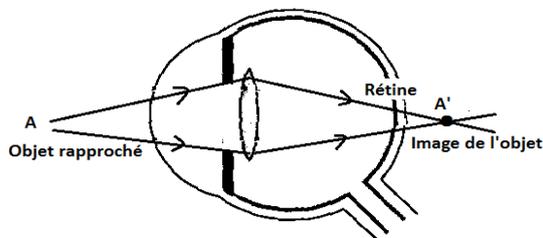


Schéma de vision de l'œil hypermétrope



Œil presbyte

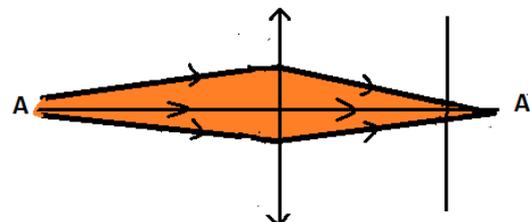


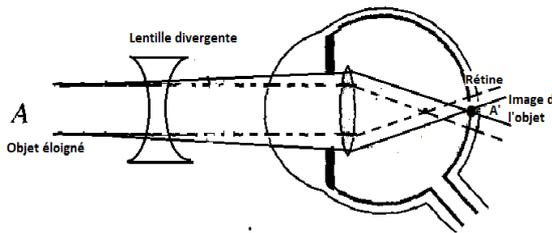
Schéma de vision de l'œil presbyte

Corrections

La myopie : En plaçant devant un œil myope une lentille divergente adaptée (verre de lunettes ou lentille de contact) le faisceau parallèle venant d'un objet éloigné donne un faisceau incident divergent. Ce faisceau intercepté par l'œil s'ouvre plus et le système optique (cristallin-lentille divergente) parviendra à le faire converger sur la rétine.

L'hypermétropie : En plaçant devant un œil hypermétrope une lentille convergente adaptée (verre de lunettes ou lentille de contact) le faisceau parallèle venant d'un objet éloigné donne un faisceau incident convergent. Ce faisceau intercepté par l'œil se referme d'avantage et le système optique (cristallin-lentille convergente) parviendra à le faire converger sur la rétine.

La presbytie : on la corrige à l'aide de lentilles convergentes.



Œil myope corrigé

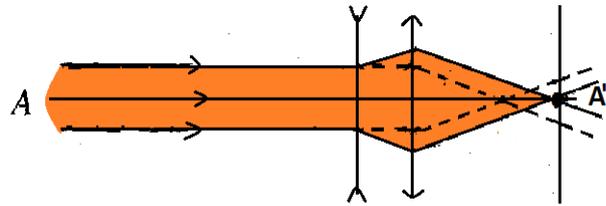
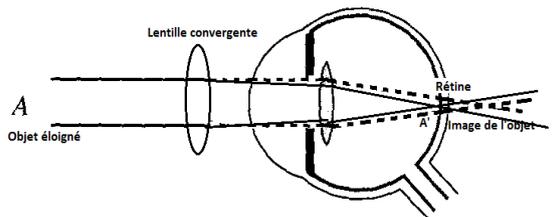


Schéma de vision de l'œil myope après correction



Œil hypermétrope corrigé

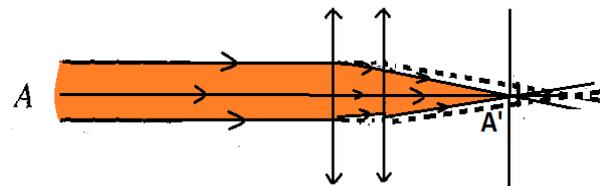
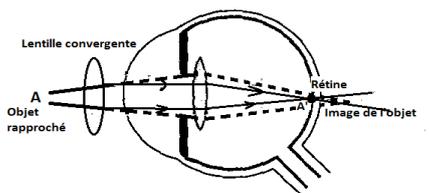


Schéma de vision de l'œil hypermétrope après correction



Œil presbyte corrigé

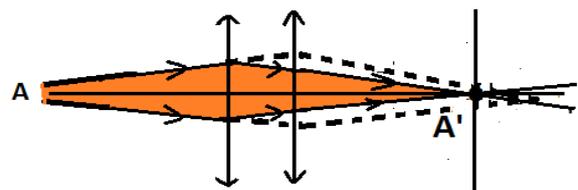


Schéma de vision de l'œil presbyte après correction

Document

De la chambre noire à l'appareil photographique : au XVI^e siècle, pour reproduire des personnages ou des paysages, certains peintres utilisaient une chambre noire. C'est une boîte percée d'un trou. L'image du personnage se forme sur le fond translucide de la boîte.

Mais cette image n'est pas nette et elle est peu lumineuse. Pour obtenir une image nette et lumineuse, on place une lentille contre le trou. Et voilà l'appareil photographique est né.

Les verres organiques : les lentilles des lunettes en verre se rayent difficilement, mais présentent l'inconvénient d'être lourdes et fragiles. Depuis plusieurs années, de nouvelles lentilles équipent les lunettes. En matière plastique, ces lentilles sont appelées « verres organiques » : ils sont beaucoup plus légers et réputés incassables, mais se rayent facilement.

Exercices

Contrôle des acquis

Exercice 1

1.1 Complète les phrases suivantes avec les mots épais ou minces.

1.1.1 Une lentille convergente a les bords plus..... que le centre.

1.1.2 Une lentille divergente a les bords plus..... que le centre.

1.2 Complète les phrases suivantes :

1.2.1 Une lentille à bords minces est.....

1.2.2 Une lentille à bord épais est.....

1.2.3 Le.....est le centre géométrique de certaines lentilles.

1.2.4. La distance du centre optique (O) d'une lentille au foyer image (F') est appelée.....

Le point où l'on obtient l'image du soleil à travers une lentille convergente est appelé

Exercice 2

On envoie sur une lentille un faisceau de lumière provenant d'une source éloignée. Après la traversée de la lentille les rayons lumineux se rapprochent et se rejoignent en un point.

2.1 Comment appelle-t-on ce point où se concentre la lumière ?

2.2 Comment appelle-t-on la distance entre ce point et le centre optique de la lentille ?

2.3 La lentille est-elle convergente ou divergente ?

2.4 Que se passerait-il avec une lentille de l'autre type ?

Exercice 3

3.1 Quels sont les deux types de lentilles ? Pour chacun des types, dessiner un exemple et donner son nom.

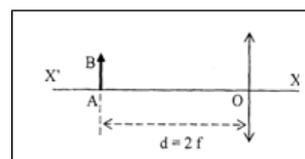
3.2 Quel est le type de lentille qui "rabat" vers l'axe optique le faisceau incident ? Comment s'appelle celui qui "ouvre" le faisceau incident ?

Application

Exercice 4

On considère une lentille convergente de distance focale f .

Un objet AB est placé devant la lentille et à une distance $d = 2f$ du centre optique O de la lentille, le point A étant situé sur l'axe optique $X'X$, comme indiqué sur le schéma ci-contre.



4.1 Reproduis le schéma et place les foyers de la lentille.

Construis l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par la lentille.

Précise s'il s'agit d'une image réelle ou virtuelle.

4.2 Détermine graphiquement la valeur absolue du rapport A_1B_1/AB

4.3 Quelle serait la vergence de la lentille si sa distance focale était de 2 cm ?

Exercice 5

On considère une lentille divergente de distance focale f de valeur absolue égale à 2 cm.

Un objet AB de taille 1 cm est placé à 4 cm du centre optique O de la lentille. Le point A est sur l'axe optique principal de la lentille et AB est perpendiculaire à cet axe.

5.1 Représente la lentille, ses foyers et l'objet AB.

5.2 Sur le schéma précédent, construis l'image $A'B'$ de l'objet AB.

5.3 Détermine graphiquement la taille de l'image $A'B'$. Précise si l'image $A'B'$ est réelle ou virtuelle.

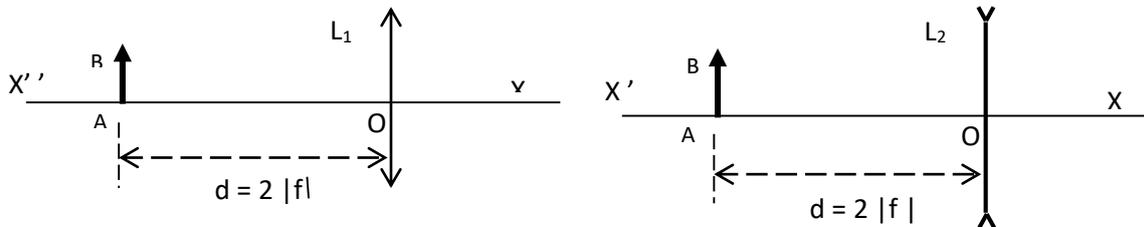
Exercice 6

On considère deux lentilles L_1 et L_2 de même distance focale $|f| = 10$ cm. Un objet AB est placé devant L_1 puis devant L_2 à la même distance $d = 2|f|$ de chaque lentille.

6.1 Précise la nature de chaque lentille.

6.2 Calcule la vergence de chaque lentille.

6.3 Reproduis les schémas et place les foyers des deux lentilles. Construis l'image $A_1'B_1'$ donnée par L_1 et l'image $A_2'B_2'$ donnée par L_2 . Précise la nature réelle ou virtuelle de chaque image.



Exercice 7

Si on lit un texte à travers une lentille et qu'on l'écarte de celle-ci, on peut observer les deux cas suivants :

- le texte paraît plus gros à travers une lentille convergente,
- il paraît plus petit à travers une lentille divergente.

Pour vérifier ces observations, on réalise des expériences avec une lentille convergente puis avec une lentille divergente.

7.1 L'une des lentilles joue le rôle de loupe. Laquelle ?

7.2 Détermine de cette façon le type de lentilles équipant les lunettes d'un camarade.

7.3 Cherche autour de toi des verres de lunettes et classe-les en lentilles convergentes ou divergentes ou non.

Exercice 8

A) Une lentille convergente donne sur un écran une image d'un objet de 3 cm de hauteur placé, perpendiculairement à son axe et à 4 cm de son centre optique. La hauteur de l'image est de 9 cm.

8.A.1 Fais le schéma et mesure la distance de l'écran au centre de la lentille.

8.A.2 Trace la marche d'un faisceau issu du sommet de l'objet et traversant la lentille.

8.A.3 Détermine graphiquement les foyers F et F' et mesure la distance focale.

B) Un objet lumineux AB de 2 cm de hauteur est placé à 10 cm d'une lentille convergente. Il est possible d'obtenir une image nette de même taille que l'objet.

8.B.1 Où doit-on placer l'écran pour recueillir cette image ? Fais le schéma.

8.B.2 Quelle est la distance focale de la lentille ?

8.B.3 Dans quel sens dois-tu déplacer l'écran quand tu rapproches l'objet de la lentille ?

8.B.4 Comment varie la hauteur de l'image obtenue dans ces conditions ?

8.B.5 A partir de quelle distance entre l'objet et la lentille, n'est-il plus possible d'obtenir une image sur l'écran ? Nomme le point de l'axe optique principal correspondant à cette position de l'objet.

Exercice 9

Dans une première expérience tu essaies d'obtenir sur un écran l'image d'un objet lumineux située à 10 cm d'une lentille convergente. Les essais de mise au point ne donnent aucune image sur un écran.

9.1 Quelle conclusion peux-tu tirer de ces essais sur la valeur de la distance focale de la lentille ?

9.2 Pour vérifier l'influence de la distance focale d'une lentille convergente sur la taille et la position de l'image obtenue, tu réalises une deuxième expérience. Pour cela tu utilises une lentille L_1 de distance focale 4 cm, une lentille L_2 de distance focale 2 cm et deux objets lumineux identiques que tu places à la même distance de chaque lentille. Fais les schémas en construisant les images.

9.3 En t'aidant des schémas, tire la conclusion de l'expérience.

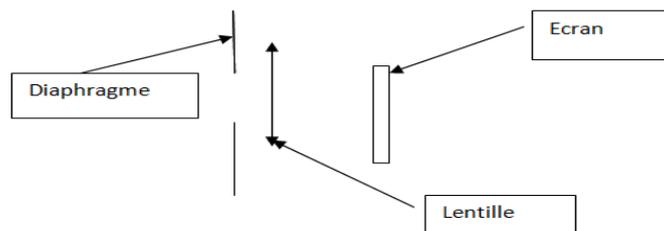
9.4 Est-il possible de tirer une conclusion si les distances des objets aux lentilles sont différentes ? Pourquoi ?

Situations d'intégration

Exercice 10 : L'œil et la vision

A) Un œil peut être modélisé par un diaphragme, une lentille et un écran.

A quelles parties de l'œil correspondent ces éléments ?



B) Sur ordonnance

Fatou revient de chez l'ophtalmologiste qui lui a annoncé qu'elle était hypermétrope. Il lui a prescrit des lunettes avec l'ordonnance suivante :

Vergences : Œil droit : $+2 \delta$, Œil gauche : $+1 \delta$

10.B.1 Pour corriger le défaut de Fatou, quel type de lentilles faut-il prescrire ?

10.B.2 Calcule les distances focales du verre droit et du verre gauche des lunettes de Fatou.

Quel verre est le plus convergent ?

Exercice 11 : Défauts de l'œil

Samba retrouve sans peine une aiguille dans une botte de foin, mais a du mal à déchiffrer une enseigne de magasin. Sa vision de loin est toujours imprécise...

En revanche, il peut accommoder et voir de très près.

Les premiers signes sont évocateurs : il plisse ses yeux pour voir de loin, se rapproche anormalement de la télévision, colle le nez sur son journal pour lire, il ne voit les panneaux signalétiques qu'à la dernière minute ou croise sans le reconnaître un visage familier.

11.1 Quel est le défaut de vision qui affecte le sujet dont sont décrits les symptômes précédents ?

11.2 Quel type de verres correcteurs permet de corriger les yeux du sujet ?

Exercice 12 : Défauts de l'œil

Tous les jeunes enfants sont hypermétropes. En général, ils ne sont pas gênés par ce « défaut naturel », car il est corrigé par le cristallin qui est alors doté d'un puissant pouvoir d'accommodation. L'anomalie disparaît au fur et à mesure que l'œil grandit, le plus souvent entre 6 ans et 10 ans. Si l'hypermétropie est forte et bien réelle, l'enfant est pris de maux de tête lorsqu'il lit. Seuls les enfants qui présentent une hypermétropie supérieure à +2 dioptries sont corrigés.

12.1 Pourquoi les jeunes enfants ne sont-ils pas gênés par leur hypermétropie ?

12.2 Quels symptômes permettent cependant de déceler une hypermétropie importante chez l'enfant ?

12.3 Quel type de verres correcteurs est prescrit pour corriger ce défaut de l'œil ?