
Thème : Ondes et signaux

Chapitre : Lentilles minces convergentes

Objectifs :

- Caractériser les foyers d'une lentille mince convergente à l'aide du modèle du rayon lumineux.
- Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet plan réel donnée par une lentille mince convergente.
- Définir et déterminer géométriquement un grandissement.
- Modéliser l'œil.
- Produire et caractériser l'image réelle d'un objet plan réel formée par une lentille mince convergente.

Sommaire

1. Cours	2	3. Activité 2 : Caractéristiques d'une lentille convergente	7
1.1 Les lentilles minces convergentes	2		
1.2 Le fonctionnement de l'œil	5		
2. Activité 1 : Le foyer d'une lentille mince convergente	6	4. Activité 3 : L'œil	9
		5. Exercices	10

1. Cours

1.1 Les lentilles minces convergentes

a) Caractéristiques d'une lentille mince convergente

Que sont les lentilles minces ?

.....

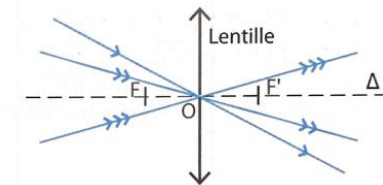
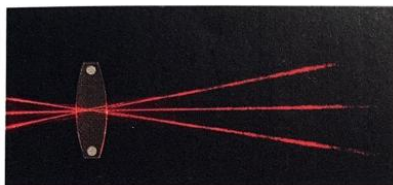
Comment reconnaître des lentilles convergentes ?

.....

Une lentille convergentes possèdent les propriétés suivantes :

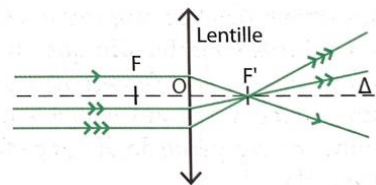
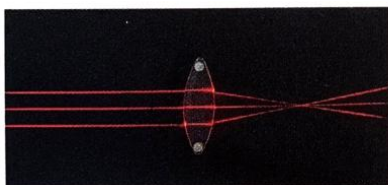
—

.....



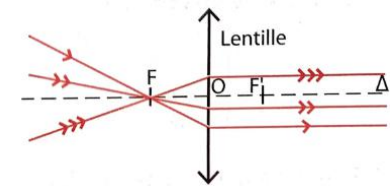
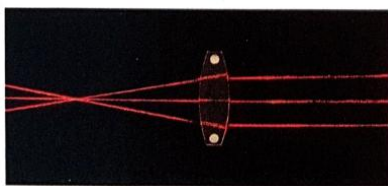
—

.....



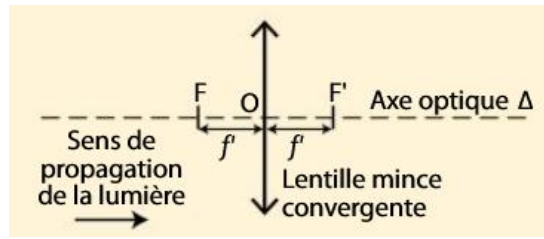
—

.....



Par quels éléments est caractérisée une lentille mince ?

.....



Que représente la distance focale f' ?

.....

Remarque : Le foyer objet F et le foyer image F' sont symétriques par rapport au centre optique O .

b) Production d'une image réelle

Sous quelle condition l'image d'un objet produite par une lentille est qualifiée de réelle ?

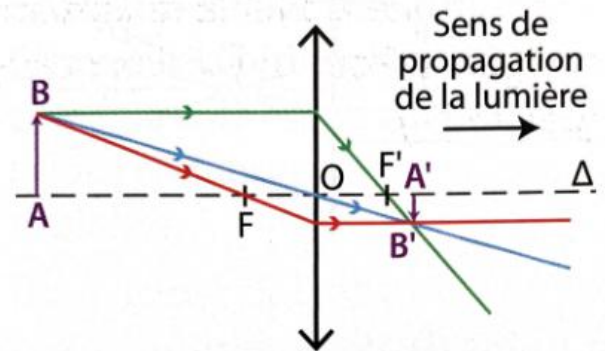
.....

Que se passe-t-il lorsque la distance entre l'objet et la lentille est supérieure à la distance focale f' de la lentille ?

.....

Comment sont modélisés, en optique, un objet AB et son image $A'B'$?

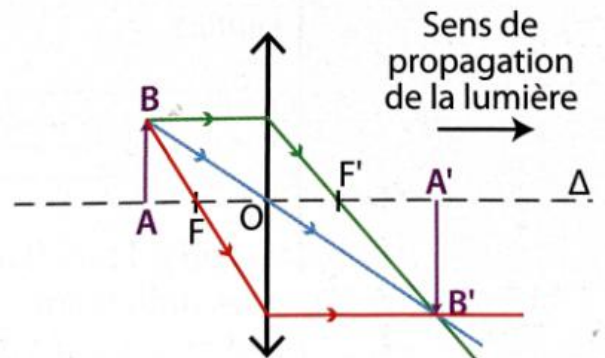
.....



a Objet éloigné : l'image $A'B'$ est plus petite que l'objet AB .

Quelles sont les caractéristiques d'une image $A'B'$ réelle obtenue ?

.....



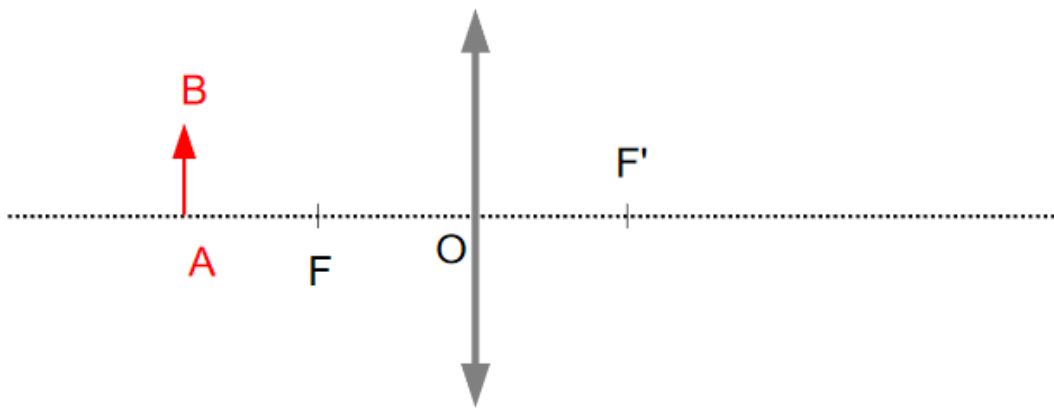
b Objet proche : l'image $A'B'$ est plus grande que l'objet AB .

c) Construction d'une image réelle

Méthode pour tracer l'image $A'B'$ d'un objet AB

1. Pour obtenir l'image B' de B à travers la lentille mince convergente, tracer deux des trois rayons particuliers suivants :
 - Le rayon issu de B et passant par le centre optique O : ce rayon n'est pas dévié ;
 - Le rayon issu de B et parallèle à l'axe optique : ce rayon émerge en passant par le foyer image F' ;
 - Le rayon issu de B et passant par le foyer objet F : ce rayon émerge parallèlement à l'axe optique.
2. Le point image B' est situé à l'intersection des rayons émergents.
3. Pour obtenir l'image A' de A , on projette orthogonalement B' sur l'axe optique de la lentille.

Compléter le schéma avec les rayons lumineux particuliers.



Que permet la construction de l'image $A'B'$?

.....

.....

d) Grandissement

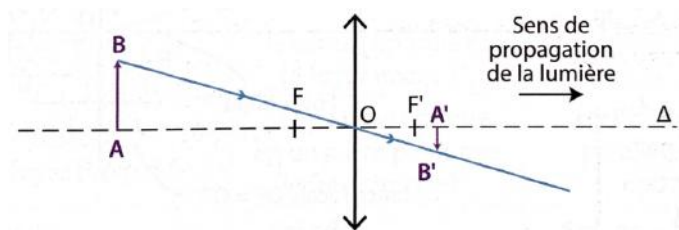
Définir la notion de grandissement :

.....

.....

.....

Cette relation découle du théorème de Thalès :



Remarques : si $|\gamma| > 1$, l'image $A'B'$ est plus grande que l'objet AB ; si $|\gamma| < 1$, l'image $A'B'$ est plus petite que l'objet AB .

1.2 Le fonctionnement de l'œil

Comment fonctionne un œil ?

.....

.....

.....

.....

Comment modéliser un œil ?

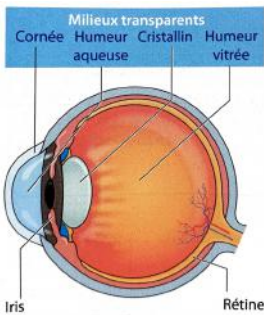
—

—

.....

—

On parle alors de modèle de l'œil réduit :



Comment évolue la distance cristallin-rétine dans l'œil ?

.....

Comment est l'image formée ?

.....

.....

Comment l'image d'un objet pas trop proche de l'œil se forme sur la rétine ?

.....

.....

2. Activité 1 : Le foyer d'une lentille mince convergente

Objectif :

- Caractériser les foyers d'une lentille mince convergente à l'aide du modèle du rayon lumineux.

Une simple bouteille en verre abandonnée dans une zone à risques peut être à l'origine d'un incendie de forêt. En se comportant comme une lentille convergente qui peut concentrer des rayons lumineux en un point appelé foyer, la bouteille peut enflammer la végétation.

Comment définir le foyer image et la distance focale d'une lentille mince convergente ?

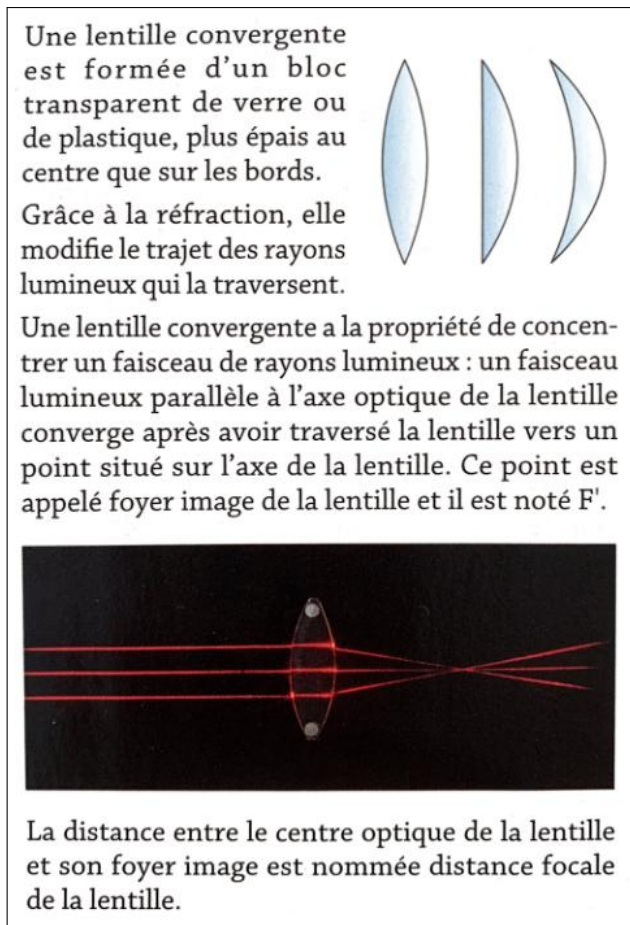


FIGURE 1 – Propriétés d'une lentille mince convergente.

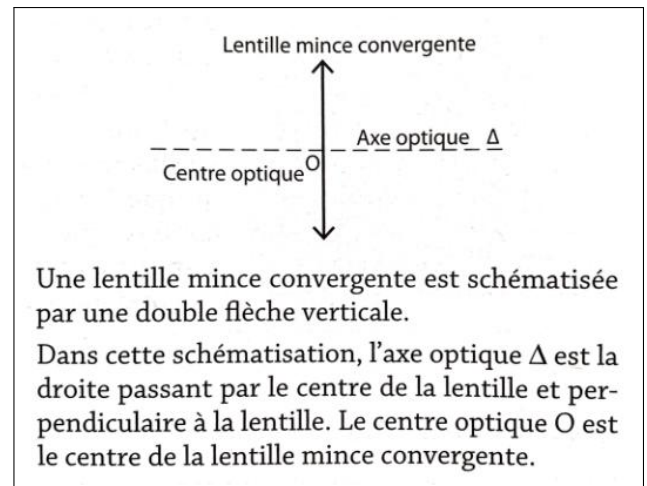


FIGURE 2 – Schématisation d'une lentille mince convergente

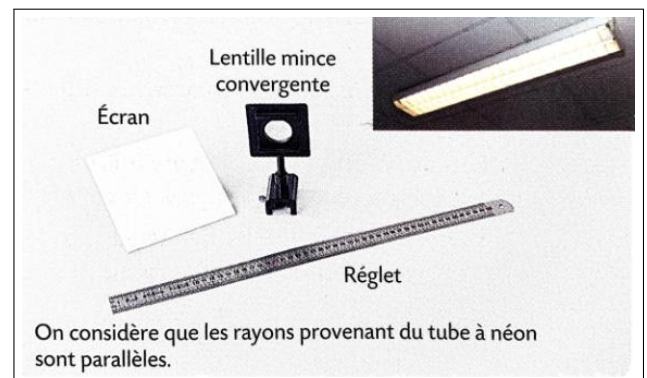


FIGURE 3 – Matériel disponible.

1. À l'aide du matériel disponible, **proposer** puis **mettre en œuvre** un protocole expérimental permettant de déterminer la distance focale f' d'une lentille mince convergente.
2. **Répéter** plusieurs fois la mesure et **consigner** les résultats dans un tableau.
3. **Évaluer** la moyenne de la grandeur mesurée, ainsi son écart type et son incertitude-type. **Identifier** deux causes expliquant la dispersion des résultats obtenus.
4. **Indiquer** à quel endroit, par rapport à la bouteille en verre abandonnée, la végétation peut prendre feu.

Bilan : Comment définir le foyer image et la distance focale d'une lentille mince convergente ? **Illustrer** la réponse en recopiant le schéma de la figure 2 et en le complétant.

3. Activité 2 : Caractéristiques d'une lentille convergente

Objectif :

- Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet plan réel donnée par une lentille mince convergente.
- Produire et caractériser l'image réelle d'un objet plan réel formée par une lentille mince convergente.

De nombreux appareils imageurs, comme le vidéo-projecteur ou l'appareil photographique, permettent de produire des images d'objets qui nous entourent. Ils utilisent des lentilles minces convergentes pour former l'image sur un support (écran, capteur).

Quelles sont les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue sur un écran par une lentille convergente ?

Différencier les lentilles convergentes et divergentes

À l'aide de l'animation ci-dessous, **expliquer** comment, par un test simple, on peut différencier une lentille convergente d'une lentille divergente.

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/lentilles/conv_div.php?typanim=Javascript.

Par la suite, on ne s'intéressera qu'aux lentilles convergentes.

Foyer d'une lentille convergente

1. Que se passe-t-il lorsqu'on envoie un faisceau de rayons parallèles à l'axe d'une lentille convergente ? **Voir** l'animation suivante : http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/lentilles/lentille_sorte.php.
2. Comment se nomme le point où convergent les rayons à la sortie de la lentille ?
3. Comment se nomme la distance entre le centre O de la lentille (appelé centre optique) et ce point (noté F') ?
4. Comment varie la distance OF' avec la courbure des faces de la lentille ?
5. Qu'observerait-on si on envoyait un faisceau de rayons parallèles sur la lentille de la droite vers la gauche comme sur la figure ci-dessous ? **Dessiner** ci-dessous les rayons qui sortent de la lentille.

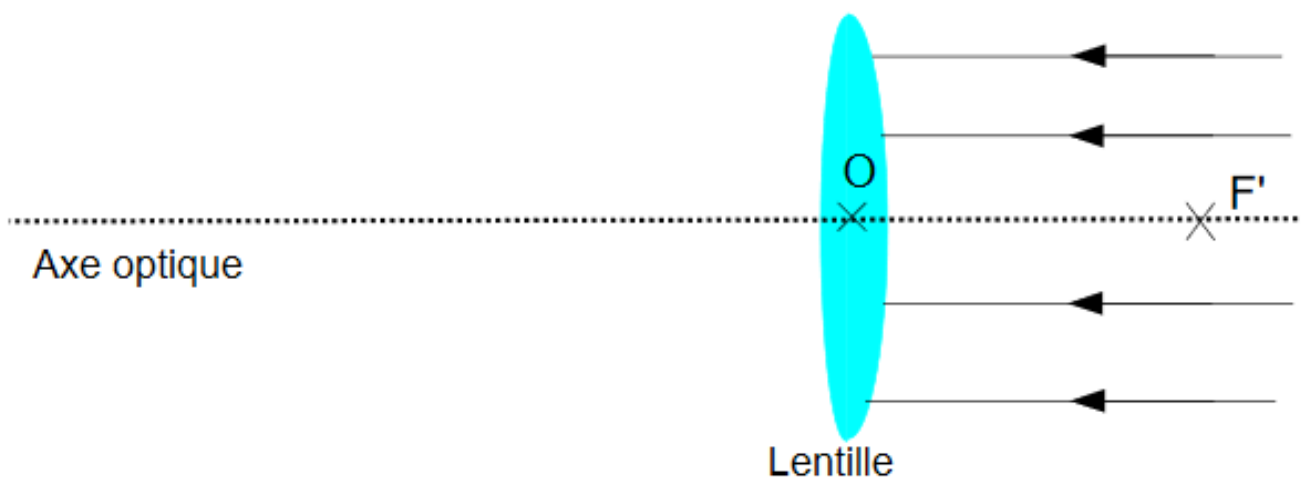
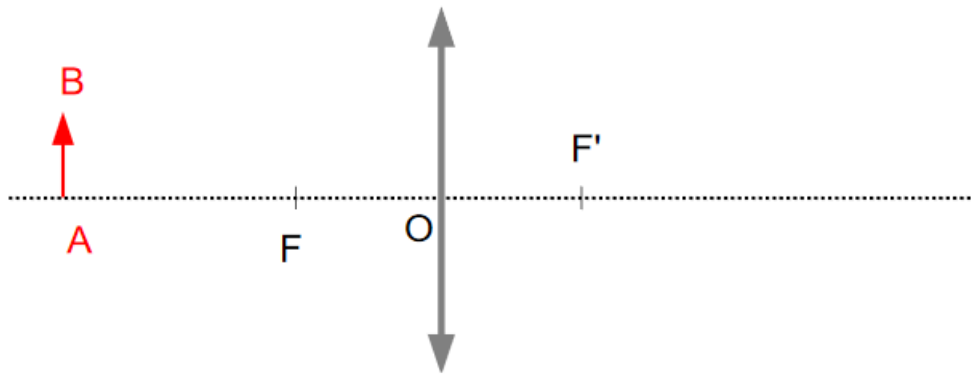


Image d'un objet par une lentille convergente

1. **Utiliser** l'animation suivante pour tracer l'image $A'B'$ d'un objet AB (flèche perpendiculaire à l'axe optique) : http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/lentilles/construction_lentille.php?typanim=Javascript.

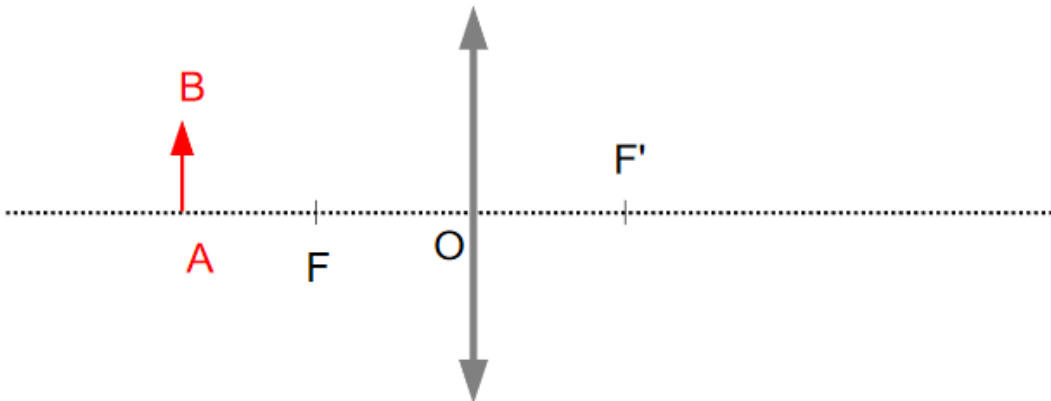
Reproduire ci-dessous le tracé vu dans l'animation.



Compléter les phrases suivantes sur le trajet de certains rayons à travers une lentille :

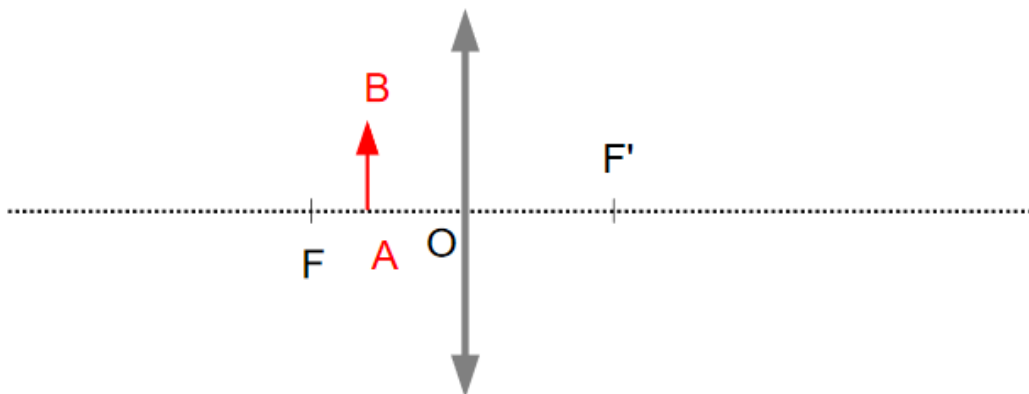
- Tout rayon incident passant par O ressort sans être
- Tout rayon incident passant par F sort de la lentille à l'axe optique.
- Tout rayon incident parallèle à l'axe optique sort de la lentille en passant par

2. Que se passe-t-il lorsque l'objet AB s'approche de F ? **Effectuer** la construction de l'image ci-dessous.



3. Que se passe-t-il lorsque A est confondu avec F ?

4. Que se passe-t-il lorsque A est après F ? **Effectuer** la construction ci-dessous.



5. Quel serait l'intérêt d'utiliser une lentille dans la configuration précédente ?

4. Activité 3 : L'œil

Objectif :

- Modéliser l'œil.
- Produire et caractériser l'image réelle d'un objet plan réel formée par une lentille mince convergente.

En l'absence de problème de vue, l'œil s'adapte à la distance qui le sépare des objets proches ou éloignés pour former une image sur la rétine.

Comment modéliser l'œil ?

Lorsque la lumière entre dans l'œil, elle traverse plusieurs milieux transparents : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée. Cet ensemble se comporte comme une lentille mince convergente.

Lorsqu'on observe un objet, une image se forme sur la rétine.

Dans l'œil, la distance entre le cristallin et la rétine ne peut pas varier.

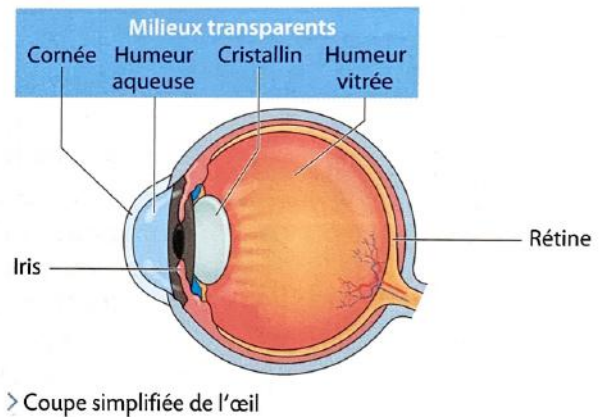


FIGURE 1 – Fonctionnement de l'œil.

Lorsqu'un objet se rapproche de l'œil, le cristallin se bombe afin que l'image se forme sur la rétine : l'ensemble des milieux transparents est équivalent à une lentille mince convergente de **distance focale f' variable**.

Il existe cependant une limite à la déformation du cristallin, ce qui entraîne que des objets trop proches de l'œil ne pourront pas être vus de façon nette.

FIGURE 2 – Vision nette.

Étapes de la démarche de résolution

1. RELIRE les documents, repérer les éléments en relation avec le problème posé et les noter.
2. REFORMULER le problème en utilisant un vocabulaire scientifique.
3. ÉLABORER un protocole expérimental et le mettre en œuvre.
4. NOTER les observations, les interpréter et conclure.

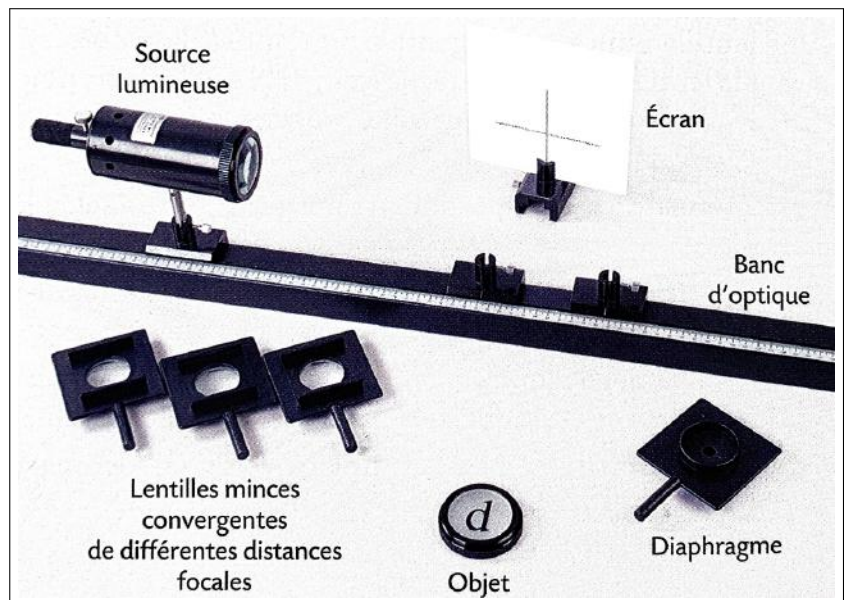


FIGURE 3 – Matériel disponible.

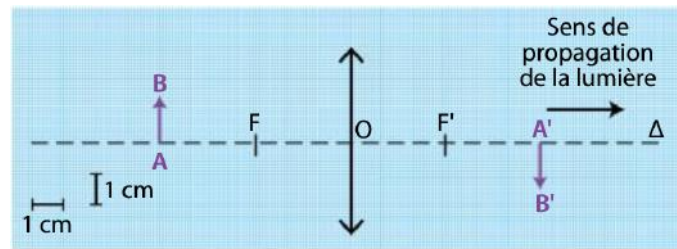
1. Pourquoi peut-on voir de loin et de près ? **Aides-vous** des documents et d'éventuels joker donné par le professeur.

Bilan : Comment modéliser l'œil ?

5. Exercices

Exercice 1

Le schéma ci-dessous donne la représentation d'un objet AB et de son image $A'B'$ par une lentille convergente.



1. **Reproduire** les rayons lumineux.
2. **Exprimer** la valeur absolue du grandissement à l'aide des notations du schéma.
3. **Déterminer** par deux calculs différents la valeur absolue du grandissement dans cette situation.

Exercice 2

L'hypermétropie est un défaut de l'œil. L'hypermétrope voit net de loin, mais les objets proches lui paraissent flous, car leurs images se forment en arrière de la rétine.

Pour corriger son hypermétropie, la personne peut porter des lentilles de contact. *L'ensemble {œil+lentille} se comporte alors comme une lentille mince convergente unique ayant une distance focale plus petite que celle de l'œil.* Les images se forment alors sur la rétine.

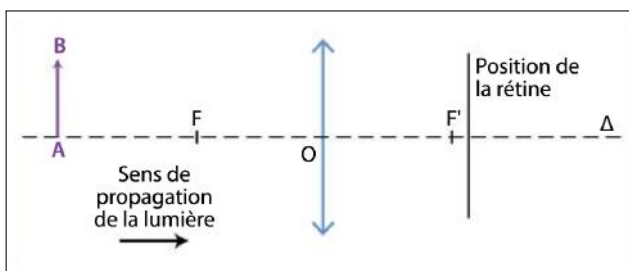


FIGURE 1 – *Modèle de l'œil réduit hypermétrope non corrigé*

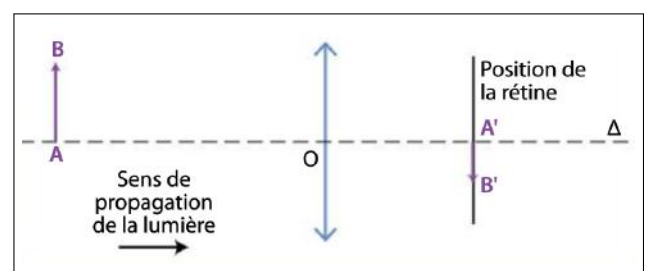


FIGURE 2 – *Modèle de l'œil réduit hypermétrope corrigé*

1. **Reproduire** le schéma de la figure 1, puis **trouver** la position de l'image $A'B'$ de l'objet AB .
2. **Montrer que** le schéma de la figure 1 correspond bien à un œil hypermétrope.
3. **Reproduire** le schéma de la figure 2 et **trouver** la position des foyers F' et F .
4. Les résultats précédents sont-ils en accord avec la phrase écrite en italique ?

Exercice 3

L'appareil photographique et le vidéo-projecteur sont deux appareils qui utilisent un ensemble de lentilles modélisable par une lentille mince convergente de distance focale f' .

On considère un vidéo-projecteur pour lequel l'objet est à une distance comprise entre f' et $2f'$ de la lentille. Le grandissement est tel que $|\gamma| > 1$.

On considère un appareil photographique pour lequel l'objet est à une distance supérieure à $2f'$: le grandissement est tel que $|\gamma| < 1$.

1. **Schématiser** une lentille convergente, en plaçant sur le schéma le centre optique O , et les foyers objet F et image F' .
- 2.a) **Placer** un segment fléché vertical AB sur l'axe optique à une distance comprise entre f' et $2f'$ du centre

optique de la lentille. **Construire** son image.

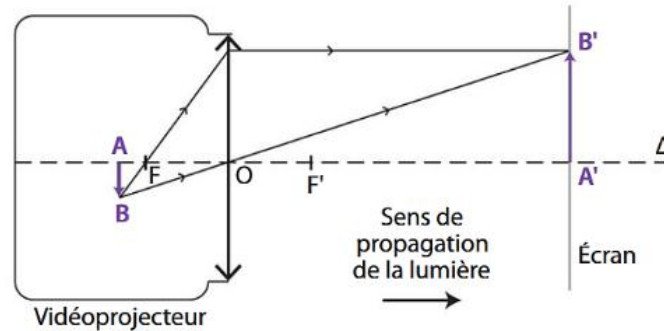
b) Placer un segment AB de même taille sur l'axe optique à une distance supérieure à $2f'$. **Construire** son image.

3. **Comparer** la taille des deux images obtenues à la question 2 à celle de l'objet.

4. **Vérifier** graphiquement les information en italique dans le texte.

Exercice 4

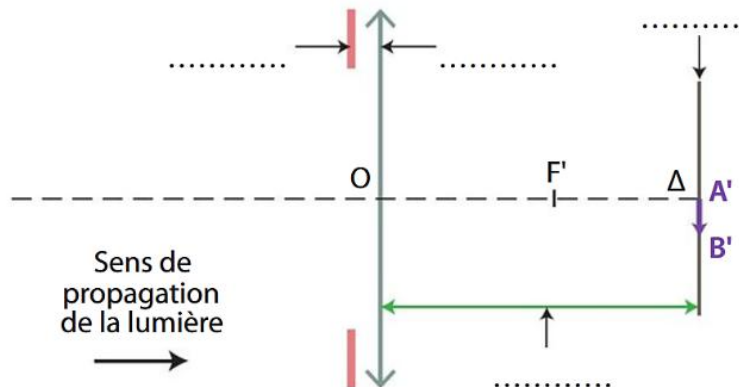
Un vidéo-projecteur est constitué d'un ensemble de lentilles assimilables à une lentille mince convergente. Un objet éclairé est produit à l'intérieur du vidéo-projecteur. Lorsque la lumière issue de cet objet passe à travers la lentille, une image de cet objet se forme sur un écran.



1. Dans une situation donnée, la valeur absolue du grandissement est $|\gamma| = 114$. **Interpréter** cette valeur.
2. Dans le vidéo-projecteur, l'objet a une taille ed 14 mm. **Calculer** la taille de l'image sur l'écran.
3. Comment l'objet doit-il être orienté dans le vidéo-projecteur pour avoir une image à l'endroit pour le spectateur ?

Exercice 5

Le schéma suivant est celui du modèle de l'œil réduit. Sur ce schéma, l'image $A'B'$ se forme sur l'écran.



1. **Compléter** les légendes du schéma ci-dessus
2. **Déterminer** la position de l'objet AB donnant l'image réelle $A'B'$ sur l'écran et la valeur absolue du grandissement.
- 3.a) **Refaire** un schéma en éloignant l'objet de la lentille.
- b) Cette image se forme-t-elle sur l'écran ?
4. Quelle caractéristique l'œil doit-il modifier pour que l'image se forme systématiquement sur la rétine ?