

Chapitre 1

Œil et vision : formation des images

Thème du programme : Représentation visuelle	
Exploiter les conditions de visibilité d'un objet. Porter un regard critique sur une conception de la vision à partir de l'étude d'un document.	
Reconnaître la nature convergente ou divergente d'une lentille mince.	
Représenter symboliquement une lentille mince convergente ou divergente.	
Définir et représenter les éléments caractéristiques d'une lentille mince convergente : centre optique, axe optique, foyers, distance focale.	
Exploiter la relation liant la vergence et la distance focale.	
Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente.	
Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.	

I. Visibilité d'un objet

1. Conditions de visibilité d'un objet

Comment fait-on pour voir ce livre ?

Si on se place dans une pièce non éclairée comment fait-on pour continuer de lire ce livre ?

1. Quelle est la différence entre un objet lumineux et un objet éclairé ?

Un objet lumineux produit sa propre lumière (lampe de poche, soleil...) alors qu'un objet éclairé ne fait que renvoyer la lumière reçue : il la diffuse.

2. Quelles conditions doivent être réunies pour pouvoir lire le cours qui est devant vous ?

Le fascicule de cours doit être éclairé. La lumière reçue par le fascicule de cours doit être renvoyée dans votre direction.

L'œil ne voit un objet que :

- si l'objet émet de la lumière en la produisant ou en la diffusant,
- si la lumière issue de l'objet pénètre en ligne droite directement dans l'œil.

On se place dans la situation suivante (vue de dessus) :



3. Quelle est la ou les personnes qui peuvent voir l'arbre en entier ?

L'arbre est visible grâce à la lumière provenant du soleil qu'il diffuse. Sachant que dans un milieu homogène et transparent, la lumière se propage en ligne droite et dans toutes les directions qui lui sont offertes, seul Jean peut voir l'arbre en entier.

La lumière se propage en ligne droite dans les milieux homogènes (partout identiques à eux-mêmes) et donc dans l'air. On la modélise par des rayons lumineux, représentés par des segments de droites orientés de la source vers le récepteur.

2. Approche historique de la visibilité

1. Décrire et confronter les deux théories de la vision.
2. Expliquer pourquoi, lorsqu'on assiste à un concert, le public peut voir les musiciens mais eux ne peuvent pas voir le public.
3. Montrer qu'une des théories de la vision n'est pas compatible avec le raisonnement précédent.

II. Modèle réduit de l'œil

1. Description de l'œil réel

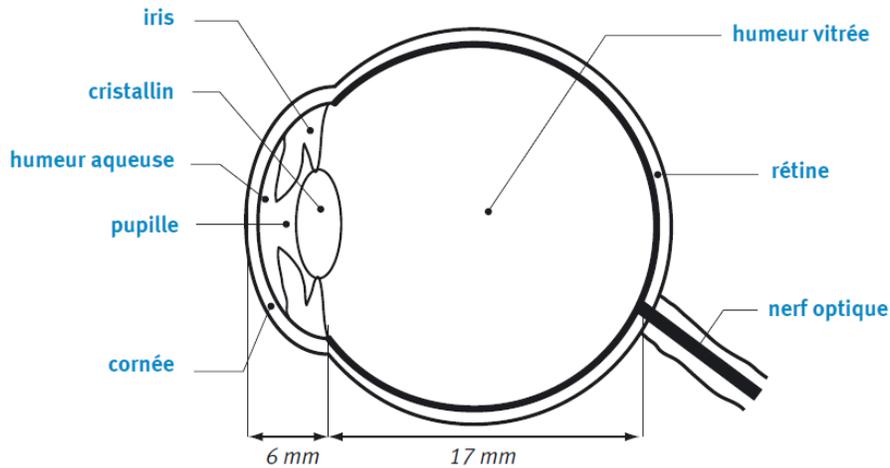


FIGURE 1 – Coupe schématique de l'œil

Les rayons lumineux reçus par l'œil traversent une succession de milieux transparents : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée.

La **cornée** et l'**humeur aqueuse** constituent la surface bombée qui sépare l'œil du milieu extérieur.

Le **cristallin** a la forme d'une lentille biconvexe et peut se déformer sous l'action des muscles ciliaires.

L'**iris** est une cloison en forme de disque coloré présentant en son centre une ouverture circulaire de diamètre variable, la **pupille**. L'iris peut se modifier pour agrandir la pupille et laisser entrer plus de lumière.

La **rétine** est une membrane recouvrant le fond de l'œil, tapissée de cellules photosensibles (les cônes et les bâtonnets). Les informations recueillies par la rétine sont transmises au cerveau par le nerf optique.

2. Modélisation

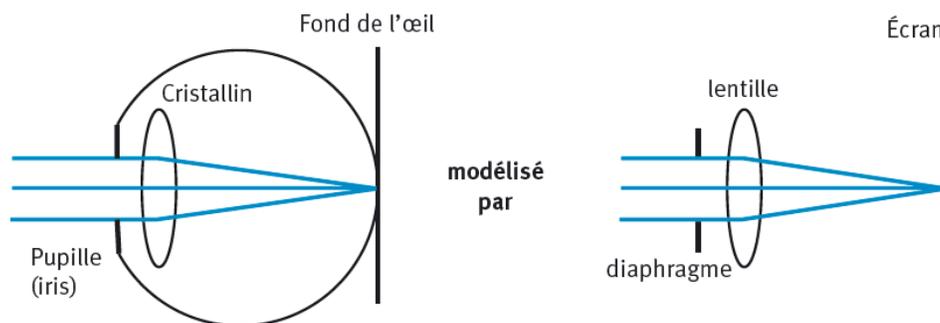


FIGURE 2 – Modèle réduit de l'œil

La cornée, l'humeur aqueuse et le cristallin se comportent comme une lentille.

La rétine fait office d'écran sur lequel se forme l'image nette de l'objet observé. Elle est placée approximativement à 17 mm du cristallin.

En avant du cristallin, un diaphragme appelé pupille (2 - 8 mm de diamètre), limite la quantité de lumière incidente.

L'œil est un système optique qui peut être modélisé par un diaphragme, une lentille et un écran.

Quel type de lentille ? À quoi nous sert cette modélisation ? Pourquoi les rayons lumineux vont-ils tous vers le même point après leur passage à travers la lentille ?

Rappel : Les rayons lumineux changent de direction lorsqu'il y a changement de milieu transparent (réfraction, réflexion).

III. Les lentilles minces

Une lentille sphérique est constituée d'un milieu transparent (le plus souvent du verre) limité par deux calottes sphériques. Certaines lentilles n'ont qu'une seule face de forme sphérique, l'autre est alors plane. Les lentilles que nous allons étudier ont une épaisseur e faible par rapport aux rayons des calottes sphériques : ce sont des **lentilles minces**.

Les instruments d'optique : loupe, objectif photographique, microscope, lunette astronomique, etc... s'obtiennent par l'association plus ou moins complexe de lentilles. Les verres correcteurs des lunettes portées par de nombreuses personnes sont aussi constitués de lentilles.

1. Les différents types de lentilles

- ▶ Trier les lentilles que vous avez devant vous grâce au toucher.
- ▶ Décrire alors chaque catégorie formée :
 - forme de la lentille
 - effet sur un objet ou texte proche
 - effet sur un faisceau parallèle de lumière.

On distingue 2 catégories de lentilles.

Les lentilles convergentes ont des bords minces (plus mince que leur centre). Elles grossissent les objets assez proches. Elles font converger les faisceaux parallèles de lumière.

Elles sont représentées par une double flèche (bords minces). On trace également l'**axe optique** (axe de symétrie et perpendiculaire à la lentille) en indiquant le **centre optique O** (centre de la lentille).

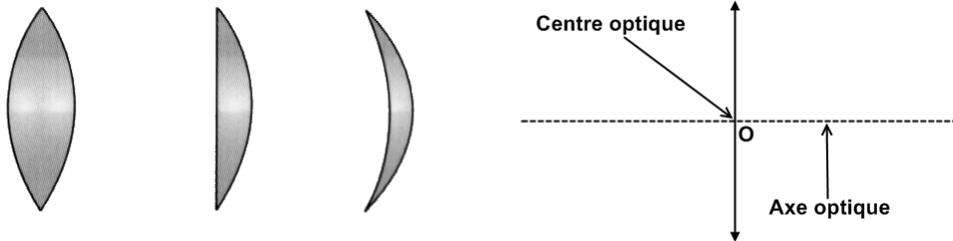


FIGURE 3 – Exemples de lentilles convergentes et schématisation

Les lentilles divergentes ont des bords épais (plus épais que leur centre). Elles rétrécissent les objets assez proches. Elles font diverger les faisceaux parallèles de lumière.

Elles sont représentées par une double flèche inversée (bords épais).

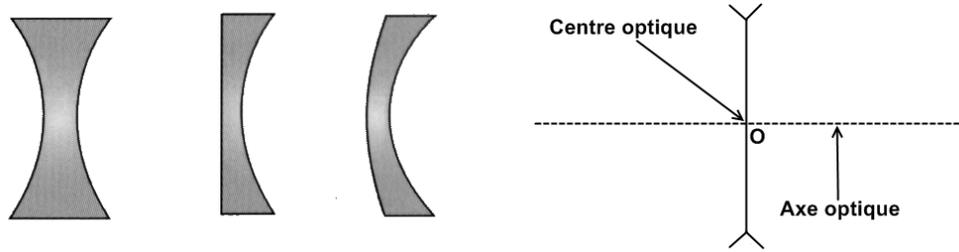


FIGURE 4 – Exemples de lentilles divergentes et schématisation

2. Étude des lentilles convergentes

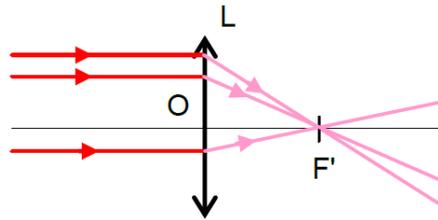
► On place une source éloignée de lumière (lumière du plafond ou spot) sur l'axe optique d'une lentille convergente.

Observation : On constate, que pour une certaine distance lentille-écran (l'écran étant le sol), on observe une tache de lumière qui devient très lumineuse.

Cette tache est l'image de la source, c'est là que la lumière converge.

► Observer sur le tableau magnétique le cheminement de rayons lumineux parallèles à l'axe optique.

Observation : Les rayons lumineux convergent en un même point qui se trouve sur l'axe optique.



Des rayons incidents parallèles à l'axe optique convergent en un point de l'axe optique appelé foyer image. On le note F' .

La capacité qu'a une lentille à faire converger la lumière est caractérisée par sa distance focale f' en mètres (symbole m), distance entre le centre optique O et le foyer image F' de la lentille : $f' = OF'$.

On utilise aussi la vergence C en dioptries (symbole δ). La vergence, notée C , est égale à l'inverse de la distance focale.

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

Remarques :

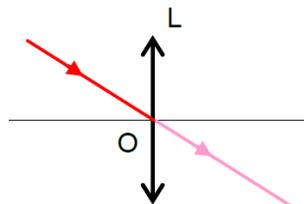
- Plus f' est petite et plus la lentille est convergente.
- Plus C est grande et plus la lentille est convergente.
- Plus une lentille convergente est bombée, plus elle est convergente : sa distance focale f' est plus faible et sa vergence C est plus élevée.

Vocabulaire : Le rayon incident est le rayon qui arrive sur la lentille. Le rayon émergent est le rayon qui a traversé la lentille.

Exercice d'application :

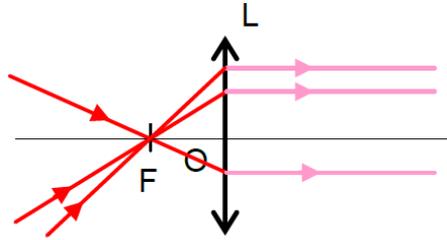
1. Calculer la vergence d'une lentille convergente de distance focale $f' = 4$ cm. $C = 25 \delta$.
2. Calculer la distance focale d'une lentille de vergence $C = 7,5 \delta$. $f' = 0,13$ m = 13 cm.

Mise en évidence d'un deuxième point particulier.



Les rayons lumineux qui passent par le centre optique O d'une lentille ne sont pas déviés.

Mise en évidence d'un troisième point particulier.



Les rayons lumineux qui passent par le foyer objet F d'une lentille, émergent parallèle à son axe optique.

Le foyer objet F est le symétrique du foyer image F' par rapport à O.

3. Construction géométrique de l'image d'un objet par une lentille convergente

Tout rayon lumineux issu d'un point donné de l'objet (appelé point-objet) et qui arrive sur la lentille émerge de celle-ci en passant par un même point appelé point-image.

Un objet est un ensemble de points-objets. Une image est un ensemble de points-images.

La lentille ne déforme pas : si l'objet est plan, l'image est plane.

a) Localisation de l'image

► À l'œil nu, en se plaçant à environ 70 cm de la lentille, essayer de déterminer grossièrement la position de l'image (utiliser la lentille +8 δ et placer l'objet à 20 cm de la lentille).

Lorsqu'on place un écran diffusant là où se situe l'image, cet écran est éclairé par l'image.

Pour localiser une image, il suffit de déplacer un écran devant la lentille jusqu'à ce qu'il soit correctement éclairé (on aperçoit un éclairage non flou dû à l'image).

► À l'aide d'un écran diffusant, déterminer avec précision la position de l'image.

b) Caractéristiques de l'image

► Déterminer expérimentalement les caractéristiques de l'image dans les 3 cas suivants (toujours avec la même lentille) :

1. L'objet est situé à une distance de la lentille supérieure à 2 fois sa distance focale f' (par exemple à 45 cm).
2. L'objet est situé à une distance de la lentille égale à 2 fois sa distance focale f' .
3. L'objet est situé à une distance de la lentille comprise entre sa distance focale f' et 2 fois cette distance focale (par exemple à 18 cm).
4. L'objet est situé à une distance de la lentille inférieure à sa distance focale f' (par exemple à 9 cm).

c) Construction géométrique

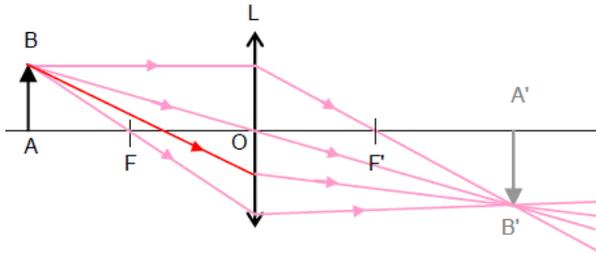
L'objet est délimité par les points A et B (A étant sur l'axe optique) et est représenté par une flèche allant de A vers B.

On peut tracer 3 rayons lumineux :

- un passant par le centre optique O et non dévié
- un arrivant parallèle à l'axe optique et passant par le foyer image F'
- un passant par le foyer objet F et émergent parallèle à l'axe optique

On obtient ainsi B' (et donc A'B').

On peut alors compléter n'importe quel autre rayon lumineux issu de A ou de B.



position de l'image : après la lentille
sens de l'image : **renversée** (et pas droite)
taille de l'image : plus grande que l'objet

► Tracer l'image obtenue dans chacun des 4 cas précédents et donner la position de l'image, son sens et sa taille.

