

PARTIE I : OBSERVER

- Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.
- Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente.
- Modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures.
- Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente.
- Modéliser l'accommodation du cristallin.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique.

Chapitre 1 Vision et images

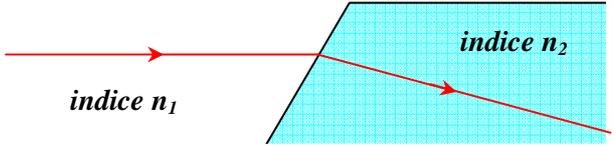
I. La marche d'un rayon de lumière

I.1 Etude de la marche d'un rayon lumineux monochromatique :

1. Marche d'un rayon de lumière restant dans un milieu transparent d'indice de réfraction n_1 constant.



2. Marche d'un rayon de lumière passant dans un autre milieu transparent d'indice n_2 différent du premier.



↑ Figure 1 : Etude de la marche d'un rayon de lumière

Questions :

- Que signifie le terme "monochromatique" ?
- A quelle condition la lumière se déplace-t-elle en ligne droite ?
- Donner un exemple dans lequel la lumière se déplace en ligne droite.
- Comment se nomme le phénomène qui dévie la lumière lorsqu'elle change de milieu transparent ?
- Donner un exemple dans lequel on observe un tel comportement de la lumière.
- Dans le cas 2, comment se nomme le rayon qui arrive sur la surface transparente (ou dioptre plan) ?
- Comment se nomme le rayon qui repart de ce dioptre ?

I.2 Fonctionnement d'une lentille

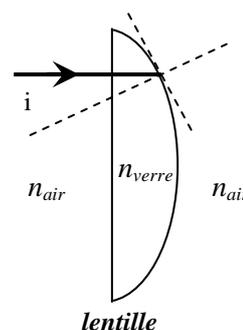
↓ Figure 2 : Marche dans une lentille

Une lentille déforme la marche d'un rayon à cause du **phénomène de réfraction**. Chaque milieu transparent possède un indice de réfraction noté n qui permet de connaître la vitesse de la lumière dans ce milieu.

Exemple :

L'indice de réfraction d'un verre est : $n_{\text{verre}} = 1,5$.
La vitesse de la lumière dans ce verre vaut alors :

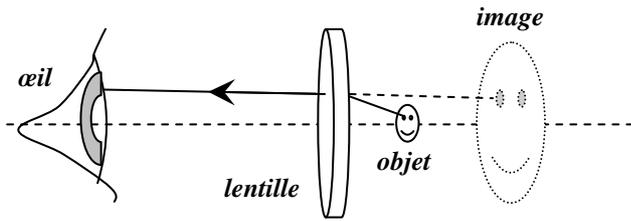
$$v_{\text{verre}} = \frac{c}{n_{\text{verre}}} = \dots = \dots$$



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.**

II. Caractéristiques des lentilles

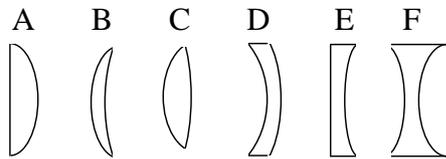
II.1 Introduction



↑ Figure 3 : Fonctionnement d'une lentille

Il existe deux types de lentilles :

- les **lentilles convergentes**
Elles ont un bord plus fin que le centre
- les **lentilles divergentes**
Elles ont un bord plus épais que leur centre.



↑ Figure 5 : Formes des lentilles

L'œil considère qu'un objet se situe dans la direction d'où provient le rayon qu'il perçoit. Comme une lentille dévie les rayons de lumière, un œil regardant au travers d'une lentille voit un objet déformé (ici agrandi).

↓ Figure 4 : Concentration de rayons par une lentille



Questions :

- La lentille de la figure 4 est-elle une lentille convergente ou une lentille divergente ? Justifier.
- Quelles sont les lentilles convergentes de la figure 5 ?
- Donner alors les lentilles divergentes.

II.2 La lentille convergente

A retenir :

- Une lentille convergente est représentée par un segment fléché aux deux extrémités.
- F est appelé **foyer objet** et F' est appelé **foyer image**.

Ces deux foyers sont placés à égale distance du centre optique O de la lentille. Ainsi $FO = OF' = FF' / 2$

- Le sens de la marche est donné par le sens des rayons lumineux qui arrivent sur la lentille.

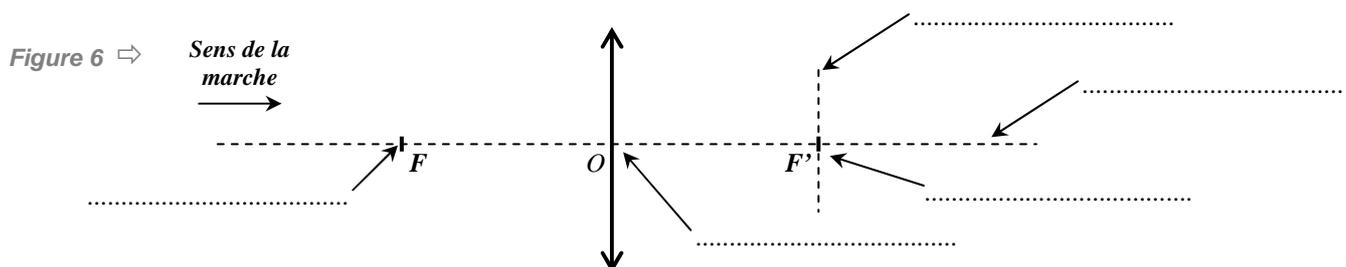
On définit alors les grandeurs algébriques notées par exemple $\overline{OF'}$ comme la longueur (en mètre) du segment OF' avec un signe (+ ou -) en fonction de l'orientation de cette grandeur algébrique par rapport au sens de la marche des rayons.

Ainsi, ici : $\overline{OF'} = +OF = OF$

- La **distance focale notée f'** d'une lentille est donnée par la relation : $f' = \overline{OF'}$
- La **vergence C** d'une lentille se calcule avec la formule : $C = \frac{1}{f'}$ | C en δ (dioptries)
 f' en m

Questions :

- Compléter la figure 6 ci-dessous.
- Quelle relation existe-t-il entre \overline{OF} et $\overline{OF'}$?
- Une lentille convergente possède une distance focale de + 5,0 cm. Déterminer les grandeurs \overline{OF} , $\overline{F'F}$ et C .
- Une lentille divergente possède une vergence de - 50 δ . Calculer sa distance focale.
- En déduire la position du foyer image F' par rapport au centre optique O pour une lentille divergente.

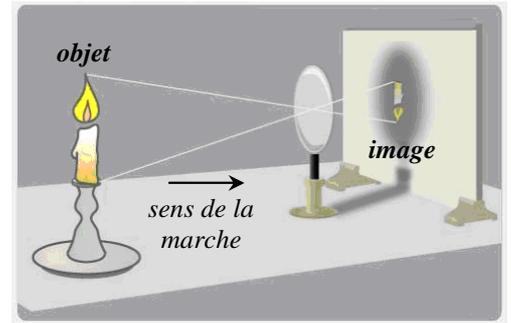


III. Obtention d'une image par une lentille convergente

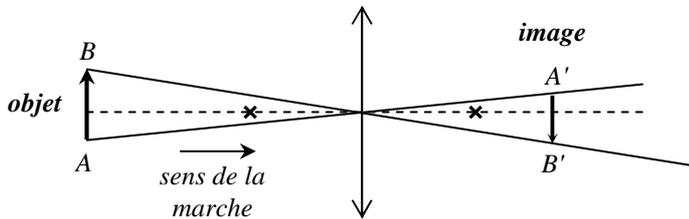
III.1 Introduction

Un objet est visible car il diffuse de la lumière dans toutes les directions. Lorsqu'on place un objet devant une lentille, les rayons venant de cet objet et pénétrant dans la lentille vont alors former une image.

Pour observer cette image il est nécessaire de placer un écran à l'endroit où elle se forme.



↑ Figure 7 : Image d'une bougie sur un écran blanc

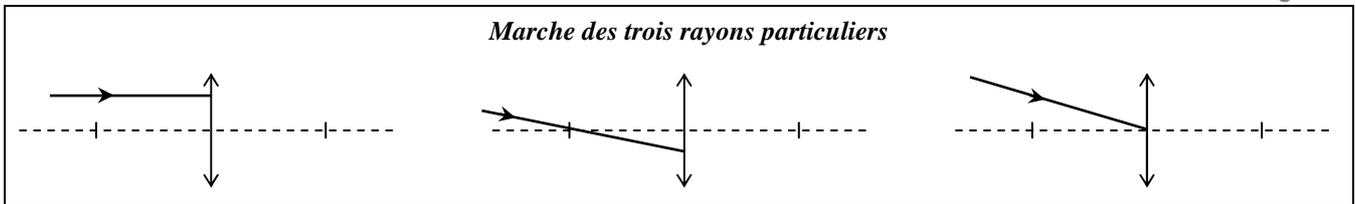


⇐ Figure 8 : Même situation modélisée

III.2 Construction 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.

↓ Figure 9



- Le rayon incident qui arrive parallèlement à l'axe optique ressort de la lentille
- Le rayon incident qui passe par le foyer objet ressort de la lentille
- Le rayon incident passant par le centre optique de la lentille

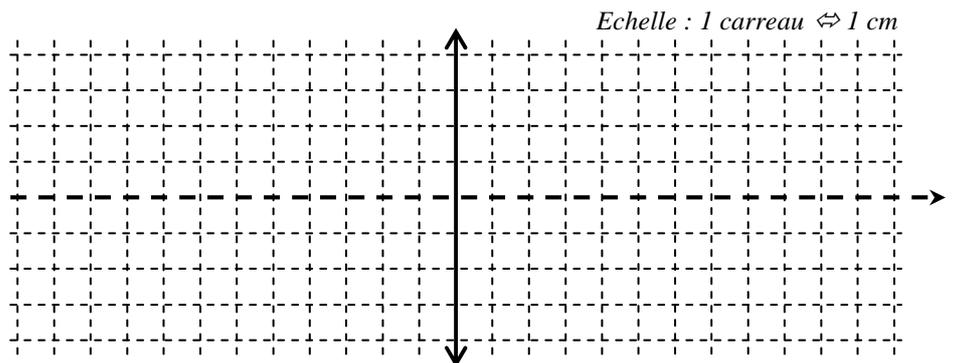
A retenir :

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.

Exercice 1 :

On dispose d'une lentille convergente de vergence 25δ . On place un objet noté AB à gauche de la lentille tel que A soit à $8,0 \text{ cm}$ de O sur l'axe optique et B soit au dessus de cet axe à $3,0 \text{ cm}$.

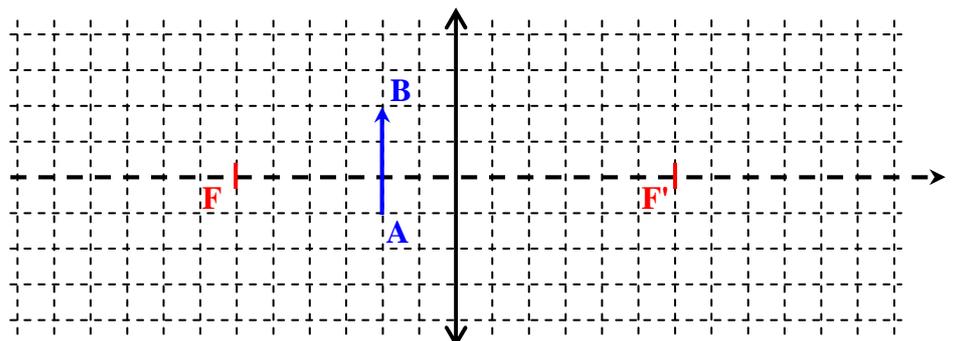
1. Placer les deux foyers puis AB .
2. Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB .
3. Mesurer alors $\overline{OA'}$ et $\overline{A'B'}$



↑ Figure 10

Exercice 2 :

1. Construire l'image de l'objet AB par la lentille convergente ci-contre.
2. Déterminer la vergence de cette lentille.



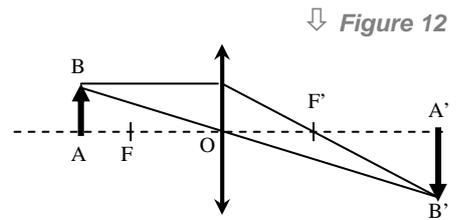
↑ Figure 11

III.3 Calcul de la position et de la grandeur d'une image

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

Relation de conjugaison : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} = C$ | C en δ (dioptries)
 f' , \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m

Le grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ | γ sans unité
 \overline{AB} , $\overline{A'B'}$, \overline{OA} et $\overline{OA'}$ en m



Question :

Retrouver mathématiquement les valeurs de $\overline{OA'}$ et de $\overline{A'B'}$ de l'exercice 1 de la partie III.2

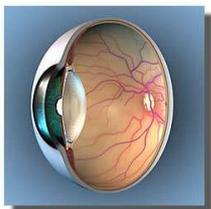
A noter :

- Si $\gamma > 0$ alors l'image est dite "droite" (dans le même sens que l'objet)
 Si $\gamma < 0$ alors l'image est dite "renversée"
- 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.

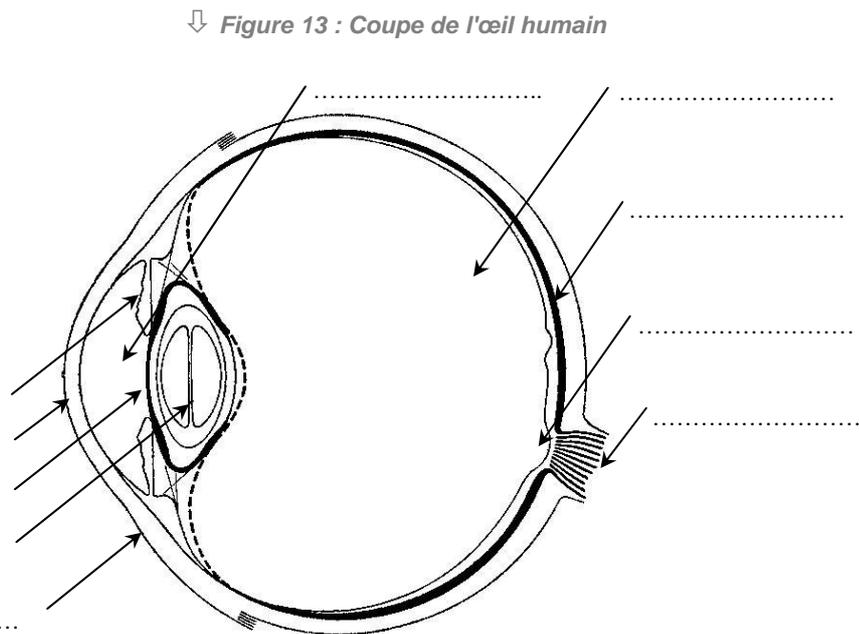
IV. L'œil

IV.1 Modèle de l'œil

L'œil en coupe



.....



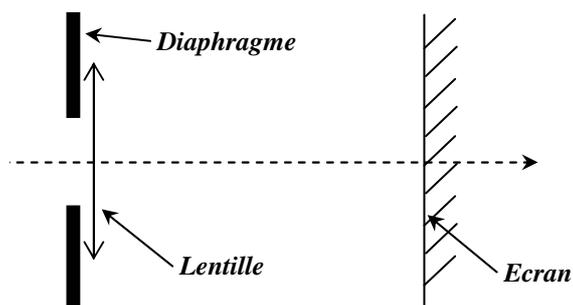
↓ Figure 13 : Coupe de l'œil humain

↓ Figure 14 : Modèle de l'œil humain

Modélisation de l'œil

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

- Diaphragme :
- Lentille :
- Ecran :

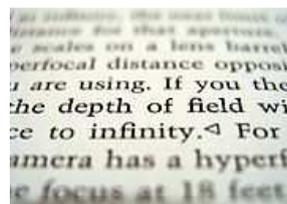


IV.2 L'accommodation

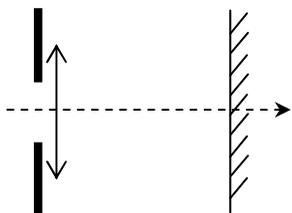
On appelle accommodation les modifications oculaires adaptatives permettant d'assurer la netteté des images pour des distances différentes de vision. Chez les mammifères, l'accommodation comporte essentiellement une déformation du cristallin grâce à des muscles, lui permettant ainsi de modifier sa vergence.

Figure 15 ⇨

Phénomène d'accommodation



Objet distant



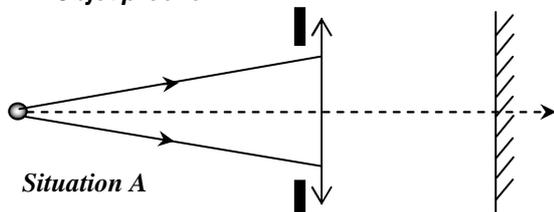
↑ Figure 16

L'œil est dit « au repos » lorsqu'il regarde un objet placé à grande distance car son cristallin n'est alors soumis à aucune contrainte musculaire. Il est détendu.

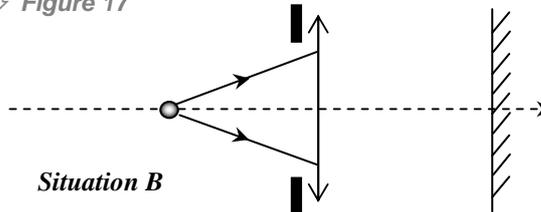
Questions :

- Comment arrivent dans l'œil les rayons venant d'un objet ponctuel lointain ?
- Où doit se trouver le foyer image F' du cristallin pour pouvoir avoir une vision nette d'un tel objet ? Placer en couleur ce foyer sur le schéma ci-contre.
- Dans une telle situation, l'œil accommode-t-il ?

Objet proche



↓ Figure 17



Lorsque l'objet devient proche de l'œil, les muscles du cristallin déforment ce dernier par reflexe de manière à faire converger les rayons venant de l'objet ponctuel vers un point de la rétine pour en avoir une vision nette.

Questions :

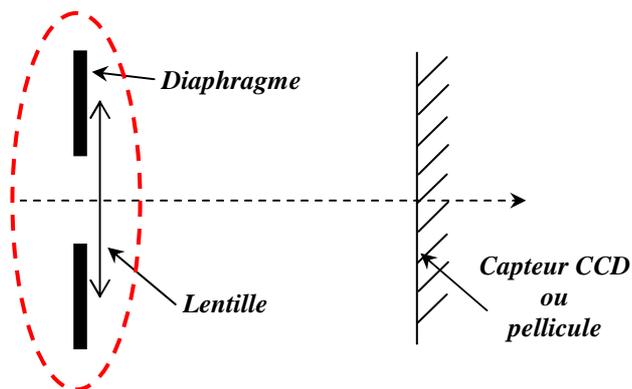
- Poursuivre dans les deux situations la marche des rayons arrivant sur le cristallin. Dans quelle situation les rayons venant de l'objet sont les plus déviés par le cristallin ?
- Rechercher la position du foyer F' du cristallin dans chacune des situations. Que remarque-t-on ?
- Comment est-il possible au cristallin de modifier sa distance focale f' ?
- Qu'arrive-t-il si l'objet est placé trop près de l'œil ?

IV.3 La mise au point d'un appareil photo

La modélisation d'un appareil photo est identique à celle de l'œil.

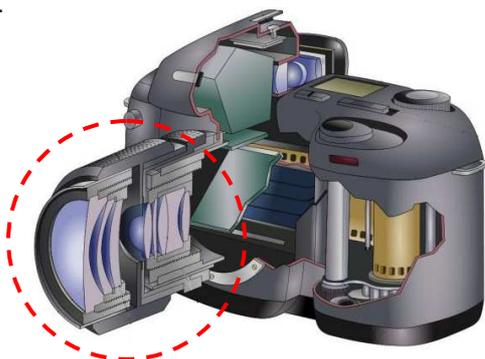
Néanmoins, une lentille servant d'objectif pour un appareil photo ne peut pas se déformer comme le cristallin pour effectuer la mise au point selon la distance de l'objet à photographier.

On utilise alors une association de plusieurs lentilles mobiles les unes par rapport aux autres pour permettre à l'objectif de l'appareil photo d'avoir les mêmes propriétés optiques qu'une lentille souple telle le cristallin.



Objectif

↑ Figure 17 : Modélisation d'un appareil photo



⇨ Figure 18 : Coupe d'un appareil photo