

1. Présentation générale des lentilles

 Une lentille est un milieu transparent limité par deux surfaces (= deux "dioptries") dont l'un au moins n'est pas plan. Ce sont généralement des objets en verre ou en plastique.

Dans la vie courante, la lentille est un objet d'optique très commun.

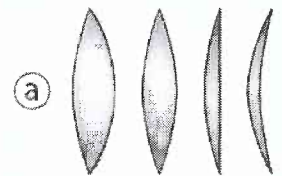
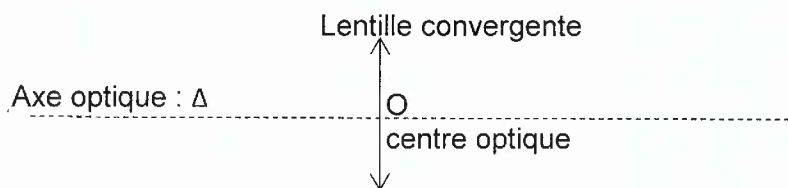
Des exemples :

Vocabulaire :

- Le centre de la lentille s'appelle le **centre optique noté O**
- La droite perpendiculaire au plan de la lentille et passant par O se nomme **l'axe optique**, souvent **noté Δ** , c'est un axe de symétrie de la lentille.
- Les lentilles se répartissent en deux familles :

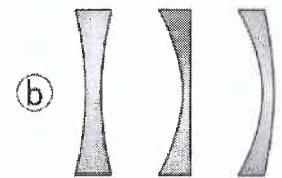
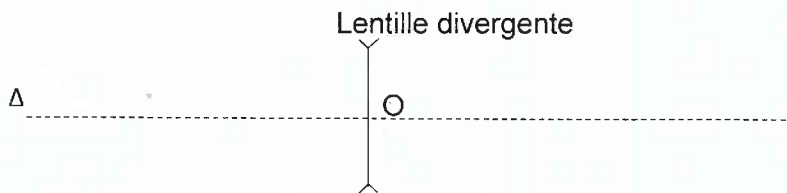
Ⓐ les lentilles **convergentes** les bords sont minces et le centre épais :

Schéma :



Ⓑ les lentilles **divergentes** les bords sont épais et le centre mince.

Schéma :



Propriétés :

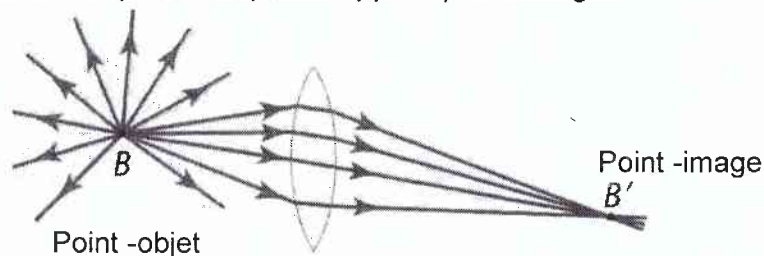
- Toutes les lentilles dévient la lumière : un rayon lumineux qui arrive sur une lentille change de direction et ressort de la lentille avec une direction différente



- Une lentille convergente rapproche les rayons de l'axe optique alors qu'une lentille divergente les éloigne.



- Quelle que soit le type de lentille, l'ensemble des rayons issus d'un point source B appelé point-objet converge en un point unique B' appelé point image.



2. Les rayons remarquables

Parmi tous les rayons qui pénètrent dans la lentille, certains ont un trajet particulier. Livre p 263

1^{er} rayon remarquable : Le rayon passant par le centre de la lentille

Schématiser l'observation en utilisant les conventions de schéma présentées page 1

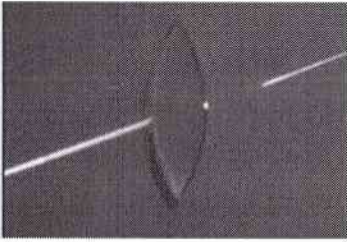
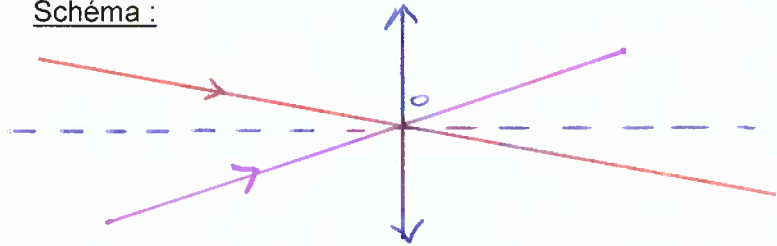


Schéma :



Propriété (à compléter) :

Un rayon lumineux qui se propage par le centre optique O de la lentille n'est pas dévié

2^{ème} rayon remarquable : Un rayon se propageant parallèle à l'axe de la lentille

Schématiser l'observation en utilisant les conventions de schéma présentées page 1

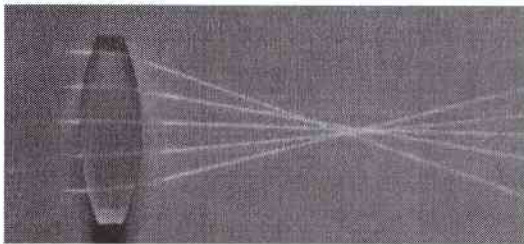
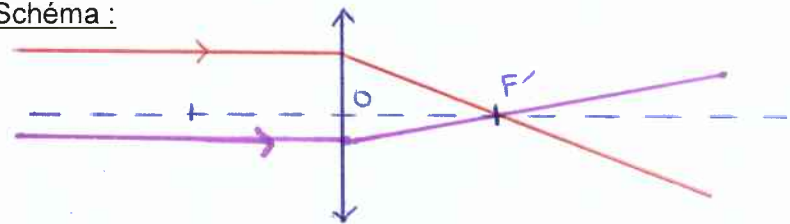


Schéma :

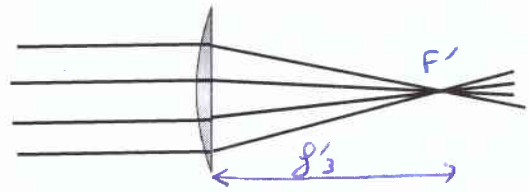
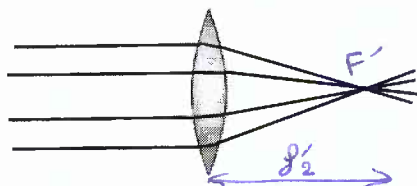
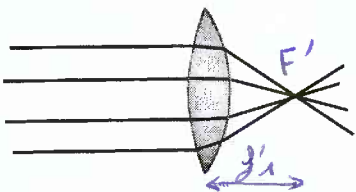


Le point de convergence des rayons se nomme le **foyer-image F'** de la lentille.

Propriété (à compléter) :

Un rayon lumineux qui se propage parallèlement à l'axe optique de la lentille, émerge après la lentille en passant par le foyer image F'

Remarque importante : La position du point F' dépend de la forme de la lentille. Si on utilise une lentille avec une courbure différente, la position de F' change.



À partir des schémas ci-dessus, compléter la phrase :

Plus une lentille est bombée, plus les rayons convergent ... *rapidement* ... vers l'axe optique et plus la distance focale entre O et F' est ... *petite* ...

À retenir : La distance entre O et F' est donc une caractéristique de la lentille, elle ne dépend que de la forme de la lentille. C'est une valeur qui est fournie par le fabricant de la lentille.

On appelle **distance focale** de la lentille notée f la distance entre O et F' elle s'exprime en m (ou cm ou mm). En photographie par exemple, on donne la focale d'un objectif en mm

$$\text{Distance focale} = OF' = f \text{ en m (ou cm, mm).}$$

3^{ème} rayon remarquable : un rayon qui émerge parallèlement à l'axe de la lentille

Il existe un deuxième point aux propriétés importantes c'est le **foyer objet F** de la lentille.

Le foyer objet F est un point de l'axe optique, symétrique du foyer image F' par rapport au centre optique O. La distance $OF = OF'$ = distance focale de la lentille

Schématiser l'observation en utilisant les conventions de schéma présentées page 1

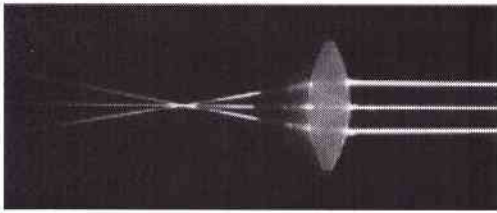
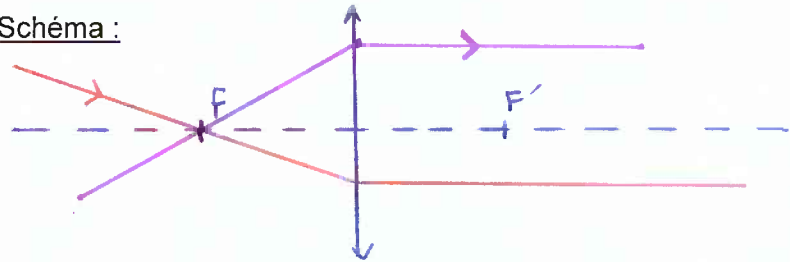


Schéma :



Propriété (à compléter) :

Un rayon qui se propage avant la lentille en passant par le foyer objet F émerge de la lentille parallèle à l'axe optique

3. Recherche du point image par construction graphique

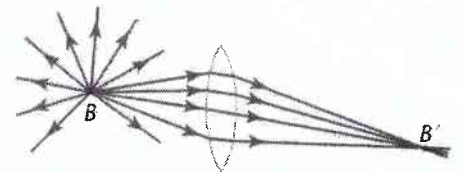
Cas particulier : Lorsque la source de lumière est très loin de la lentille, la source est tellement loin que les rayons qui frappent la lentille sont quasiment parallèles entre eux. Ils convergent au niveau du foyer image F'.

C'est ce qui se passe quand on fait passer les rayons du Soleil au travers d'une lentille.

Vidéo "comment faire un feu avec une loupe" : <https://youtu.be/g51Ujz9DRI4>

Mais cette situation est assez rare.

Cas général : dans le cas général, on considère un point-objet B (source primaire de lumière ou objet diffusant) proche de lentille qui émet des rayons lumineux dans toutes les directions, notamment en direction de la lentille.

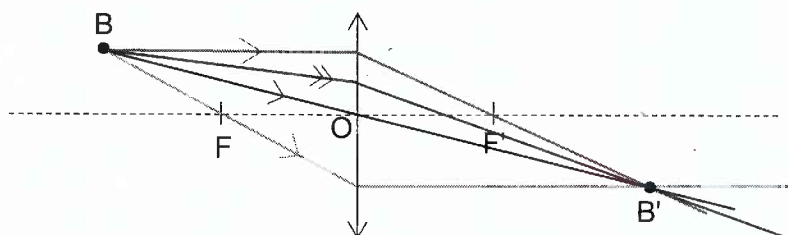


Ces rayons vont se croiser en un point image B', distinct du foyer F'.

Pour trouver la position du point image B', on réalise une construction graphique.

Principe de la construction graphique : voir la vidéo du manuel p 264

- ① Placer, sur un papier millimétré, la lentille, son axe optique et les points connus O, F et F'.
- ② Placer l'objet B dont on cherche l'image
- ③ Tracer soigneusement les 3 rayons remarquables, issus de B. (ci-dessous ce sont les rayons avec une simple flèche.). B' est à l'intersection des 3 rayons.

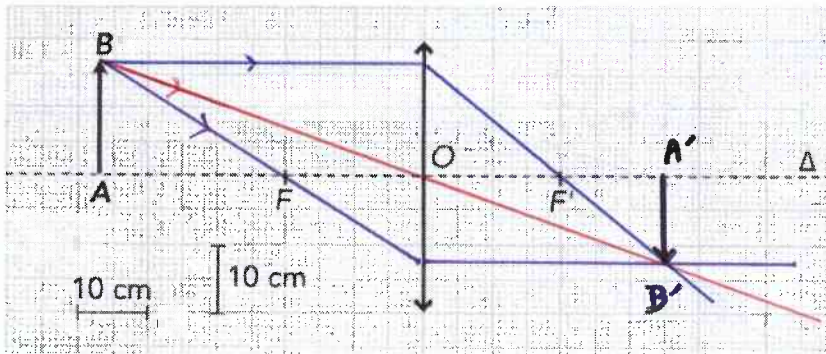


Tous les autres rayons non remarquables issus de B convergent en B', en changeant de direction au niveau de la lentille. (par exemple, rayon avec la double flèche sur le schéma ci-dessus) .

Application 1 :

Un objet AB de hauteur 17cm est placé 47 cm devant une lentille de distance focale $f = 20$ cm. Les principaux points sont déjà placés sur le schéma ci-dessous en tenant compte de l'échelle.

- Rechercher graphiquement la position du point B', image du point B en construisant avec une règle et un crayon fin et en s'appliquant, les 3 rayons remarquables émis par B.

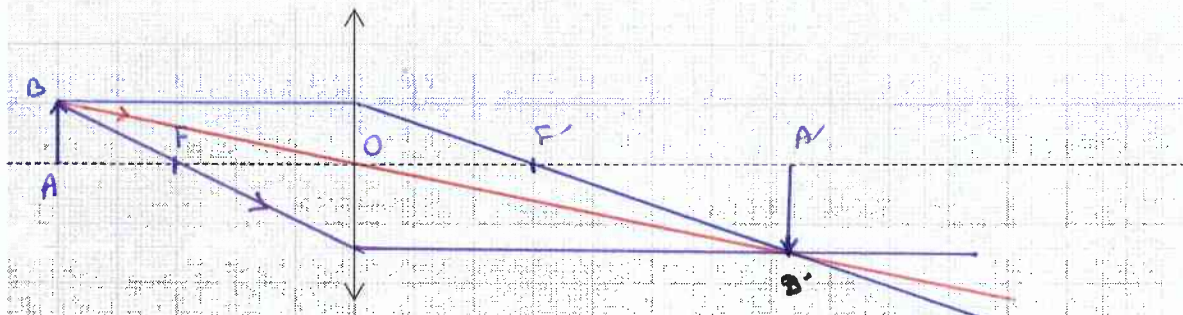


- L'image A' de A est sur l'axe optique à la verticale de B'. Tracer A'B'.
- L'image obtenue est-elle à l'endroit ou inversée par rapport à l'objet ? *image inversée.....*
- Indiquer la position et la taille de l'image de A'B' obtenue

position = distance $OA' = 3,5 \text{ cm} \times 10 \text{ (échelle)} = 35 \text{ cm}$
taille = hauteur $A'B' = 1,2 \text{ cm} \times 10 \text{ (échelle)} = 12 \text{ cm}$

Application 2 :

Un objet AB de 1 cm de haut est placé 5 cm avant une lentille de distance focale $f = 3$ cm. Par la même méthode que précédemment, déterminer la position le sens et la taille de l'image.



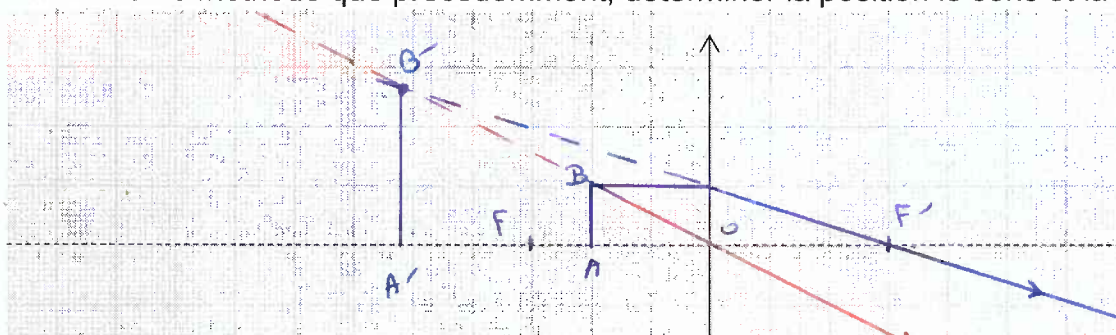
- ① Placer F et F' à 3 cm de la lentille
- ② Placer AB à 5 cm de la lentille
- ③ Comme application 1

position: $OA' = 7,4 \text{ cm}$
taille: $A'B' = 1,4 \text{ cm}$ inversée

Exercice résolu 1 p 268 (le faire seul et ne regarder le corrigé qu'ensuite)

Application 3 : (hors programme)

Un objet AB de 1 cm de haut est placé 2 cm avant une lentille de distance focale $f = 3$ cm. Par la même méthode que précédemment, déterminer la position le sens et la taille de l'image

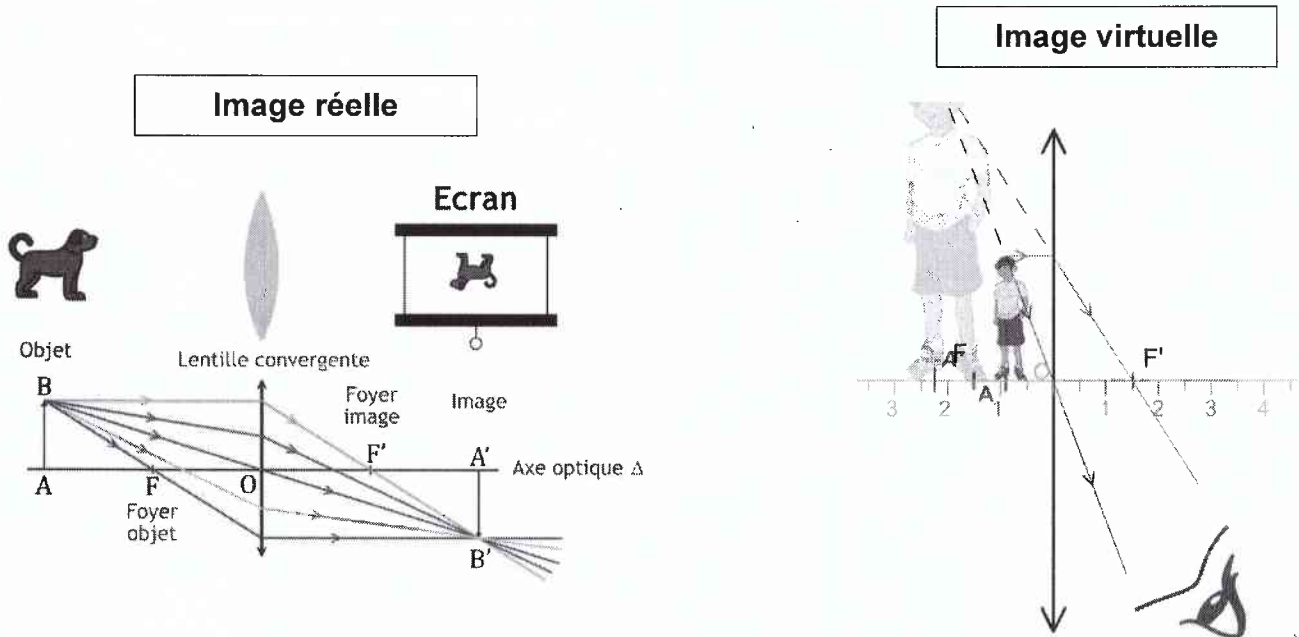


l'image est AVANT la lentille ($OA' = 5,2 \text{ cm}$) dans le même sens et plus grande $A'B' = 2,8 \text{ cm}$ (ici) (c'est une loupe)

- ① Placer F et F' à 3 cm de la lentille
- ② Placer AB à 2 cm de la lentille
- ③ Tracer BO mm déviée
- ④ Tracer le rayon parallèle à l'axe qui soit par F' (en bleu ici)
- ⑤ Prolonger les 2 rayons pour trouver leur intersection avant la lentille

Vocabulaire :

- Lorsqu'une image se forme après la lentille, il faut placer un écran blanc à son niveau pour voir l'image nette apparaître sur l'écran. On dit que l'image est *réelle*.....
- Lorsque l'image se forme avant la lentille, il est impossible de placer un écran blanc à son niveau. Mais on peut la voir en plaçant son œil, ou un oculaire, qui regarde au travers de la lentille. On dit que l'image est *virtuelle*.....



4. Grandissement

En optique, le grandissement, noté G ou γ (gamma : lettre grecque) permet de comparer la taille de l'image obtenue à celle de l'objet observé. C'est une donnée importante, notamment lors d'une observation au microscope.

Relation à connaître : $G = \gamma = \frac{\text{Taille de l'image}}{\text{Taille de l'objet}}$

Avec les notations utilisées précédemment la relation devient : $G = \gamma = \frac{A'B'}{AB}$

Il faut exprimer $A'B'$ et AB dans la même unité, on a alors G *sans unité*.....

Interprétation :

Que peut-on dire si $G > 1$?

La taille de l'image > la taille de l'objet

La lentille crée une image plus grande cas du projecteur (cinéma) de la loupe

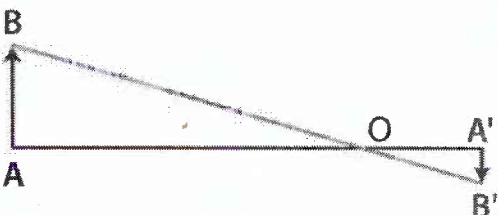
Que peut-on dire si $G < 1$?

taille de l'image < taille de l'objet

La lentille crée une image plus petite - Cas de l'appareil photo

Dans le cas des lentilles, objet et image sont verticaux, le rayon passant par O n'est pas dévié. En ne prenant que ces éléments-là du schéma, on voit apparaître des triangles semblables.

À partir du schéma et en utilisant le théorème de Thalès, indiquer la relation du grandissement dans le cas des lentilles :

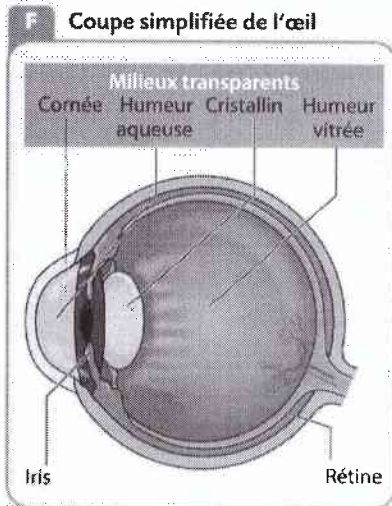


$$G = \gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{OB'}{OB}$$

Exercice 18 p 273 et 12 p 272 (facultatif car python)

5. Fonctionnement de l'œil

Documents :



Après être rentrée dans l'œil par l'iris, la lumière traverse plusieurs milieux transparents dont une lentille convergente souple appelée le cristallin.

Les capteurs de lumière de l'œil sont des cellules qui tapissent la rétine située au fond de l'œil.

Pour voir net, il faut que l'image donnée par le cristallin, se forme sur la rétine. La rétine est un écran au sens de l'optique sur lequel doit se former l'image. C'est une image réelle.

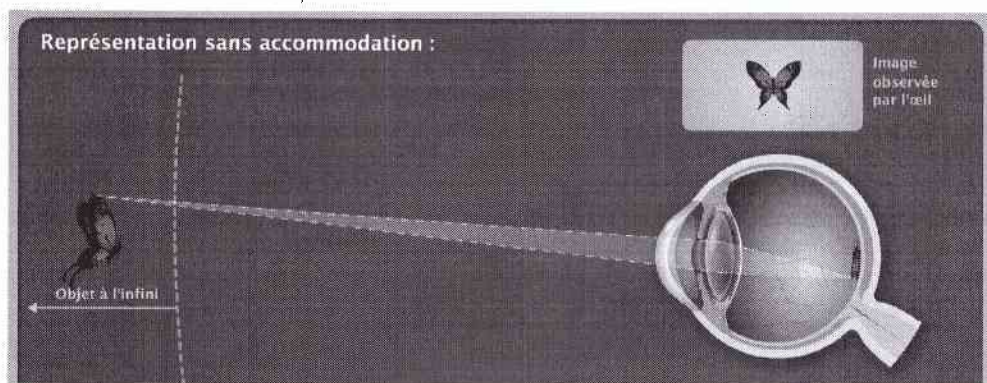
La lumière reçue est ensuite transformée par la rétine en signal électrique qui part dans le nerf optique vers le cerveau. Remarque : l'image réelle est inversée par rapport aux objets, notre cerveau se charge de la retourner !

L'œil peut, de façon simpliste être représenté par le schéma suivant :



La distance entre le centre du cristallin et la rétine est fixe, l'œil ne se déforme pas quand on regarde des objets. Elle vaut environ 17 mm.

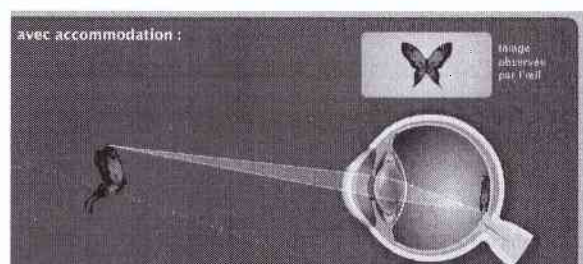
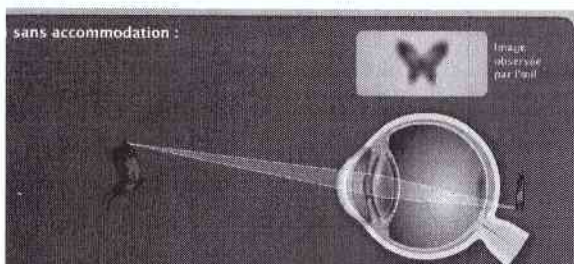
1^{er} cas : si on regarde un objet loin. (une montagne, un arbre dans la cour, l'immeuble en face...)



Dans ce cas-là, un œil (sans défaut) voit net sans forcer. On dit que l'œil n'accommode pas. L'objet regardé étant loin, les rayons qui rentrent dans l'œil sont quasiment parallèles. L'image se forme donc au foyer F' . On peut en déduire la valeur de la distance focale du cristallin au repos est : $f = 17 \text{ mm}$ (distance cristallin-rétine)

2^{ème} cas : on regarde un objet plus près. (un livre, un cahier sur la table, son téléphone...)

L'objet étant plus près, l'image nette ne se forme plus sur la rétine, mais un petit peu plus loin. Sur la rétine c'est flou. Il faut un travail d'accommodation de l'œil pour voir net (ce qui fatigue l'œil à la longue)



Comme il est impossible de déplacer la rétine, qui est fixe, indiquer ce qui se passe dans l'œil pour que l'image se forme malgré tout sur la rétine et qu'on y voit net ?

Le cristallin se déforme (avec des muscles qui appuient dessus) il devient plus épais la distance focale diminue - l'image formée se déplace et se forme sur la rétine (la rétine n'a pas bougé)

Exercice 11 p 271 et 21 p 274 (corrigé page 317)