

Fiche de synthèse n°4

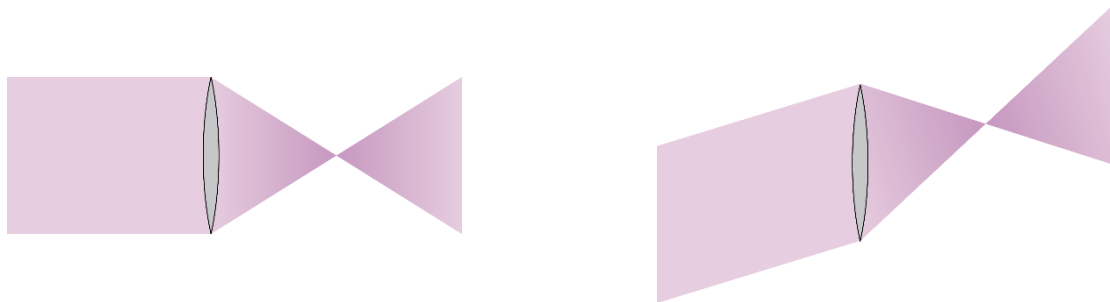
Lentilles convergentes et modèle optique de l'œil

1. Les lentilles convergentes : rappels de 2nde

1.1. Présentation des lentilles convergentes

Effet d'une lentille convergente sur un faisceau de lumière parallèle

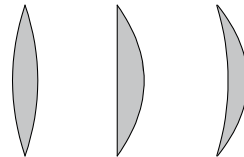
Une lentille est dite **convergente** si elle fait converger en un point un faisceau de lumière parallèle qui la traverse.



une lentille convergente fait converger la lumière

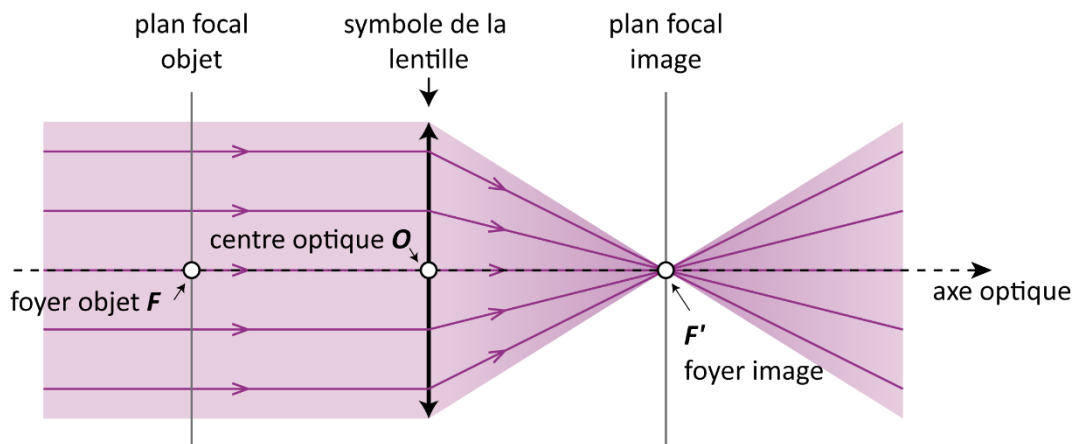
Comment reconnaître une lentille convergente

On reconnaît une lentille convergente au fait que **ses bords sont plus minces que son centre**.



Les différents profils possibles d'une lentille convergente

1.2. Points, plans et distances caractéristiques des lentilles convergentes



les points et plans caractéristiques d'une lentille convergente

**Définitions des point, plans et distance caractéristiques de la lentille convergente (voir figure précédente) :**

- **L'axe optique** est la droite orientée dans le sens de propagation de lumière, passant par le centre O de la lentille et perpendiculaire à celle-ci.
- **Le foyer image F'** est le point où converge un faisceau de lumière parallèle à l'axe optique de la lentille.
- **Le plan focal image** est le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par F' .
- **La distance focale image**, notée f' , est la distance $\overline{OF'}$.
- **Le foyer objet** est le symétrique de F' par rapport à la lentille.
- **Le plan focal objet** est le plan perpendiculaire à l'axe optique et passant par le foyer objet F .

La vergence :

La **vergence** est la grandeur notée C , égale à l'inverse de la distance focale image exprimée en m. Elle est exprimée en dioptries (δ) :

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

2. Image d'un objet par une lentille mince convergente

2.1. Objets et images

Objets et images, première approche :

En optique on appelle « un objet » une source de lumière ou une zone éclairée. La lentille convergente permet de réaliser l'image d'un objet : il s'agit d'une figure, éventuellement agrandie ou rétrécie, que l'on peut recueillir sur un écran ou bien voir à l'œil nu, ayant les mêmes proportions que l'objet.

Par exemple l'objectif d'un appareil photo réalise l'image de l'objet photographié sur son capteur.

Définitions optiques de l'objet et de l'image :

- ▶ **Un point objet** est un point de l'espace dont est issu un faisceau de lumière.
- ▶ **Un objet** est un ensemble de points objets.
- ▶ **Image d'un point objet** : si la partie du faisceau de lumière issu d'un point A traversant la lentille converge en un point A', alors on dit que **A' est l'image de A donnée par la lentille** ou que **A et A' sont conjugués**.

2.2. Tracé géométrique de l'image d'un objet

Le tracé géométrique de l'image A'B' d'un objet AB utilise les propriétés suivantes des lentilles convergentes :

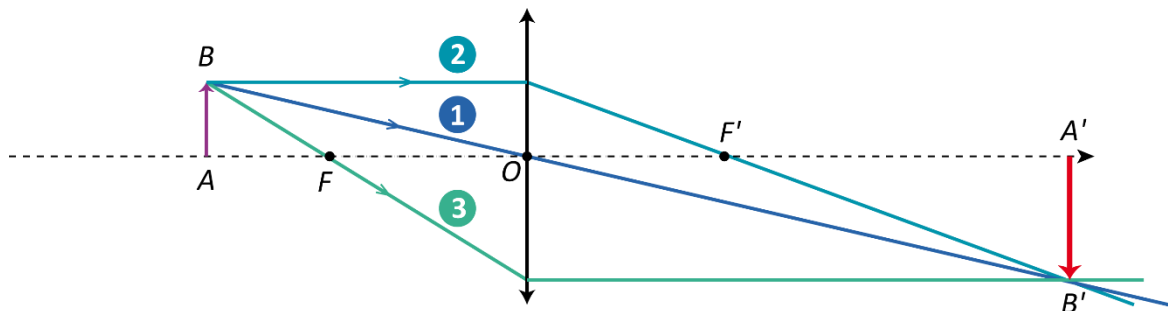
- ① Un rayon de lumière incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.
- ② Un rayon de lumière incident parallèle à l'axe optique émerge de la lentille en passant par le foyer image F' .
- ③ Un rayon de lumière incident passant par le foyer objet F émerge de la lentille parallèlement à son axe optique.

Au lycée on se limite aux objets plans. On note A et B ses extrémités et on le représente par une flèche. On suppose que A est sur l'axe optique.

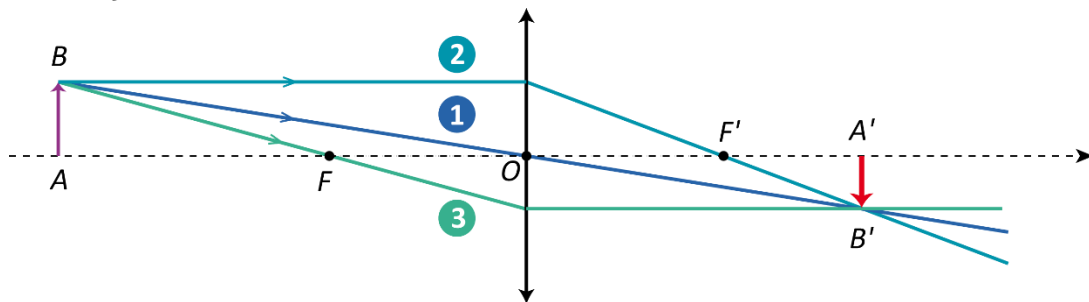
Méthode :

Pour tracer l'image d'un tel objet AB il faut :

- tracer au moins 2 rayons de lumière particuliers issus de B et ayant traversé la lentille : le point où ils se coupent à nouveau est le point B', image de B ;
- tracer le point A' appartenant à l'axe et tel que $AB \parallel A'B'$.

**1^{er} cas : $f' < OA < 2f'$** 

Dans ce cas l'image de AB est **agrandie** et **renversée**.

2nd cas : $OA > 2f'$ 

Dans ce cas l'image est **rétrécie** et **renversée**.

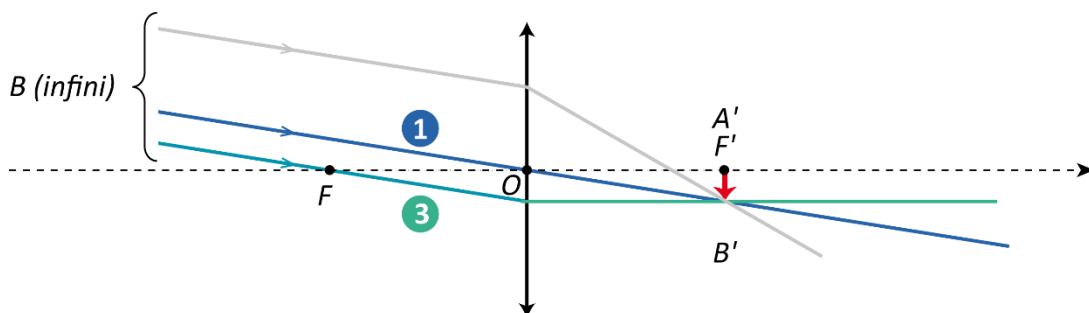
3^{ème} cas : l'objet à l'infini

Si un objet est à une distance du centre optique très grande par rapport aux autres distances (focale, etc.), on dit qu'il est un « objet à l'infini ».

Par exemple, lorsque l'on observe la Lune avec des jumelles, la Lune est un objet à l'infini.

Or le faisceau de lumière d'un point objet à l'infini qui atteint la lentille est un faisceau parallèle, la méthode du tracé est alors particulière :

- le rayon issu de B passant par O n'est pas dévié. Comme on sait que B' se formera dans le plan focal image de la lentille, l'intersection de ce rayon avec le plan focal image donne la position de B' ;
- tous les autres rayons issus de B' convergent aussi en B' :



Dans ce cas l'image est renversée, rétrécie et **se forme sur le plan focal image de la lentille**.

Remarques sur l'image d'un objet à l'infini

- Dans ce cas on ne peut pas tracer le rayon ② présent sur les figures précédentes.
- Cette situation fournit une méthode très simple pour déterminer rapidement la distance focale d'une lentille convergente : il suffit de faire l'image d'un objet lointain : la distance entre cette image et la lentille est sa distance focale.

3. L'œil, la vision et leur modélisation en optique

3.1. De l'œil réel à l'œil modélisé

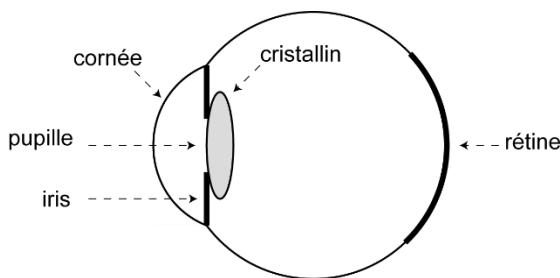
Un œil est constitué :

- de la cornée : c'est la paroi transparente que la lumière traverse en entrant dans l'œil ;
- de l'iris : c'est un anneau opaque dont l'ouverture, appelée pupille, peut être plus ou moins ouverte ;
- du cristallin : c'est un milieu transparent et déformable qui dévie les rayons de lumière qui le traversent ; le cristallin joue le rôle de lentille ;
- de la rétine : c'est la partie qui contient les récepteurs de lumière (cônes et bâtonnets).

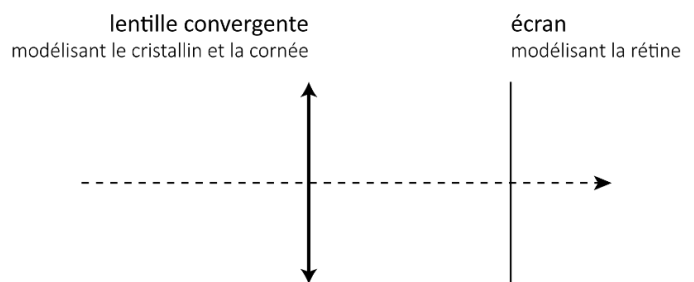
Le modèle optique : « l'œil réduit »

- L'ensemble cornée + cristallin est modélisé comme une lentille convergente ;
- La rétine est modélisée comme un écran plan.

Schéma de l'œil :



Œil modélisé en optique :



La vision

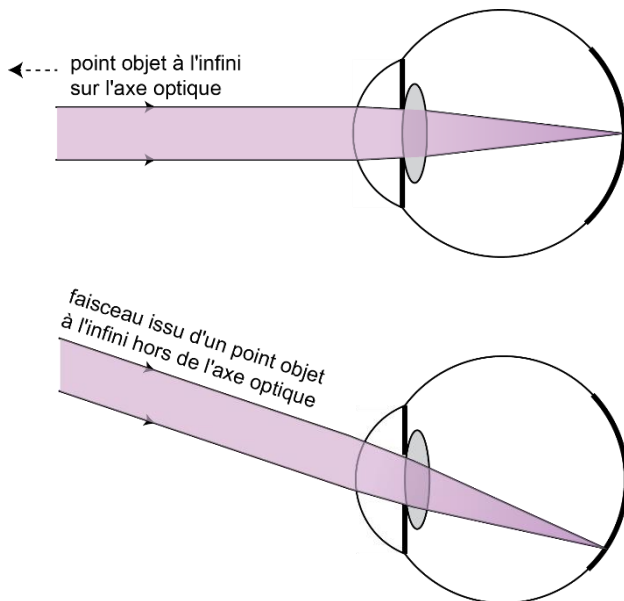
Un objet est vu nettement si son image donnée par le cristallin se forme sur la rétine.

3.2. La vision de loin ou « à l'infini » : l'œil au repos

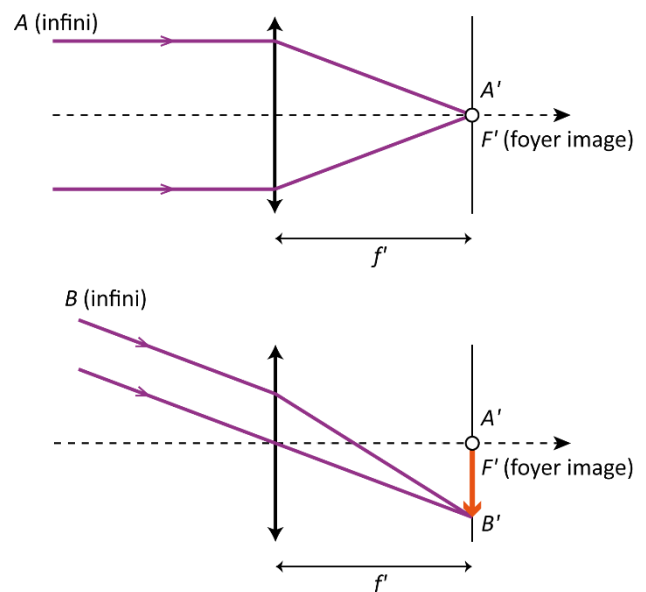
Lorsqu'il est au repos, l'œil voit nettement les objets très lointains, dits « à l'infini ».

La vision de loin peut alors être représentée par les figures :

Schéma de l'œil :



Œil modélisé en optique :

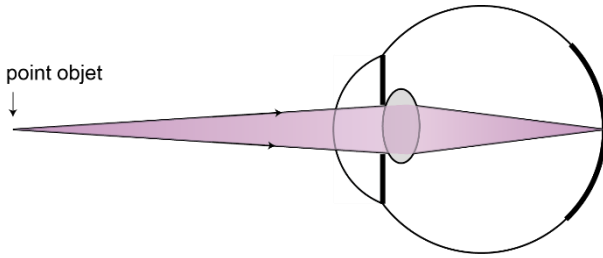


Lors de la vision de loin, la distance focale du cristallin est égale à la distance cristallin – rétine. Le foyer image du cristallin est donc sur la rétine.

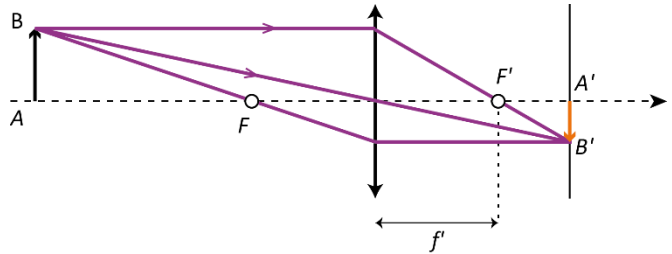
3.3. La vision de près : l'accommodation

Lors de la vision d'un objet situé plus près de l'œil, le cristallin se déforme afin d'être plus convergent que s'il était au repos. Cela demande un effort appelé **accommodation**. La vision de près peut alors être représentée par les figures :

Schéma de l'œil :



Œil modélisé en optique :



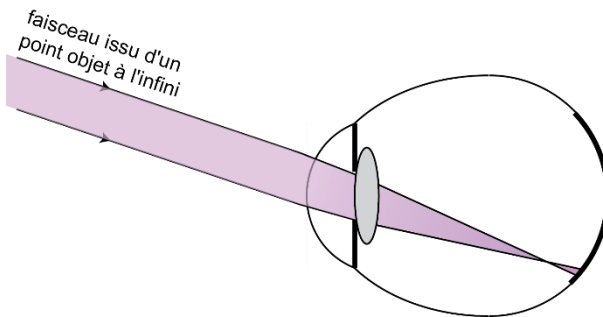
Lors de la vision de près, l'effort d'accommodation déforme le cristallin pour de **diminuer sa distance focale** afin que l'image de l'objet se forme sur la rétine.

3.4. Deux défauts de visions

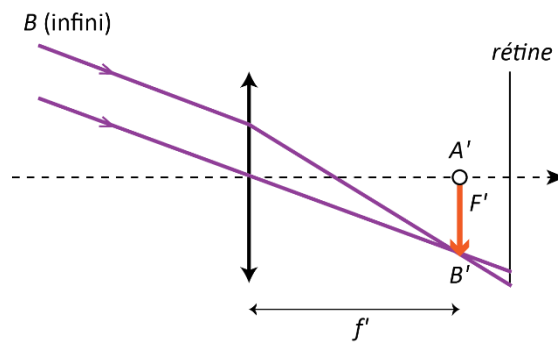
La myopie

Si l'œil est atteint de myopie, la distance focale du cristallin au repos est inférieure à la distance cristallin-rétine. L'image d'un objet à l'infini se forme donc devant la rétine et n'est pas vue nettement. C'est donc la vision de loin qui est affectée.

Schéma de l'œil myope :



Œil myope modélisé en optique :



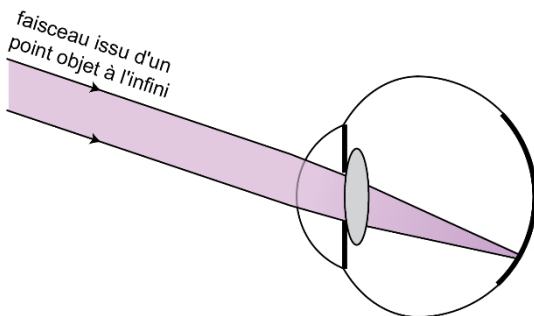
L'hypermétropie

Si l'œil est atteint d'hypermétropie, la distance focale du cristallin au repos est supérieure à la distance cristallin - rétine. L'image d'un objet à l'infini se forme donc derrière la rétine.

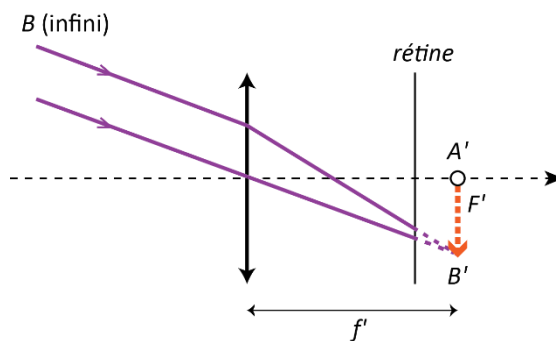
Donc :

- la vision de loin est possible mais demande un effort d'accommodation ;
- la vision de près est affectée : l'œil hypermétrope peut voir les objets moins proches que l'œil sain.

Œil hypermétrope au repos :



Œil hypermétrope modélisé en optique :





3.5. La persistance rétinienne

Lorsque la rétine reçoit de la lumière, le stimulus provoqué persiste **pendant 50 ms environ**, si bien que l'on continue de voir l'image même lorsque celle-ci n'atteint plus la rétine. Ce phénomène est appelé **persistance rétinienne**.

La persistance rétinienne est à la base des systèmes qui affichent des animations. Celles-ci sont en réalité des images qui se remplacent les unes les autres à une fréquence suffisamment élevée pour que l'observateur ait la sensation de fluidité.