

Physique chimie première S
Lentilles minces

Table des matières

I.	Caractéristiques d'une lentille mince convergente et divergente.....	1
1.	Lentilles minces	1
a.	Lentilles convergentes :.....	1
b.	Lentilles divergentes :.....	2
2.	Caractéristiques d'une lentille mince et propriétés du centre optique O, foyer image F' et foyer objet F : (pour une lentille convergente).....	3
a.	Caractéristiques d'une lentille mince	3
b.	Propriétés du centre optique, foyer image et foyer objet.....	3
II.	Distance focale et vergence d'une lentille mince.....	4
1.	Distance focale	4
2.	Vergence :.....	4
III.	Construction d'une image d'un objet et caractéristique d'une image	5
1.	Construction de l'image A'B' d'un objet AB perpendiculaire à l'axe optique : 5	
2.	Les caractéristiques d'une image A'B' d'un objet AB par une lentille mince 6	
IV.	Relation de conjugaison et relation de grandissement	7
1.	Relation de conjugaison	7
2.	Relation de grandissement	7
V.	Œil : un système optique	8
1.	Anatomie de l'œil :.....	8
2.	Modèle réduit de l'œil	8
3.	Accommodation du cristallin, défaut de l'œil et correction.....	9
a.	Accommodation de l'œil.....	9
b.	Défauts de l'œil et correction	9
VI.	Lunette astronomique	10
1.	Modélisation d'une lunette astronomique :.....	10
2.	Grossissement :.....	11

Objectifs d'apprentissage	Contenus	Observations
<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les caractéristiques d'une lentille mince 	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques d'une lentille mince divergente et convergente : <ul style="list-style-type: none"> - Axe principal - Centre optique - Foyer objet et foyer image 	<ul style="list-style-type: none"> • Signaler que des verres de lunettes sont des lentilles et peuvent être achetés au marché et servir pour l'expérimentation • Faire observer à partir d'une expérience les caractéristiques d'une lentille mince ;
<ul style="list-style-type: none"> • Définir la vergence d'une lentille mince 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergence d'une lentille mince 	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser la grandeur algébrique caractérisant la nature d'une lentille mince ;
<ul style="list-style-type: none"> • Citer les propriétés du centre optique, du foyer principal image, du foyer principal objet d'une lentille mince 	<ul style="list-style-type: none"> • Propriétés du centre optique, du foyer principal image, du foyer principal objet 	<ul style="list-style-type: none"> • Considérer les trois rayons incidents particuliers (rayon passant par le centre optique, rayon parallèle à l'axe optique et rayon passant par le foyer objet) ;
<ul style="list-style-type: none"> • Construire l'image donnée par une lentille mince d'un objet et donner ses caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Construction de l'image d'un objet donnée par une lentille mince • Caractéristiques de l'image 	<ul style="list-style-type: none"> • Faire identifier un point objet (réel ou virtuel) et un point image (réel ou virtuel) par rapport à une lentille mince ; • Pour un rayon incident quelconque, introduire la notion de foyer secondaire image ; • Considérer le cas d'un système de deux lentilles accolées ou non ;
<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier par calcul les caractéristiques d'une image en appliquant les relations de conjugaison et 	<ul style="list-style-type: none"> • Relation de conjugaison • Relation de grandissement 	<ul style="list-style-type: none"> • Etablir la relation de conjugaison ;







de grandissement		
<ul style="list-style-type: none"> • Montrer que l'œil est un système optique et le modéliser 	<ul style="list-style-type: none"> • Œil réduit : système optique • Modélisation de l'œil 	<ul style="list-style-type: none"> • Programmer une recherche documentaire concernant l'œil ou faire analyser des documents fournis par le professeur ;
<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les défauts de l'œil et l'utilisation des lunettes• Expliquer le principe de fonctionnement d'une lunette astronomique 	<ul style="list-style-type: none"> • Accommodation, défauts et corrections des défauts de l'œil • Principe de fonctionnement d'une lunette astronomique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programmer une recherche documentaire afin que l'apprenant puisse expliquer les défauts de l'œil et les corrections y afférentes ; • Faire présenter sous forme d'exposé par les apprenants les résultats de leurs recherches ; • Signaler les autres applications d'un système de lentilles.

I. Caractéristiques d'une lentille mince convergente et divergente

1. Lentilles minces


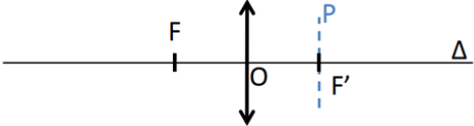
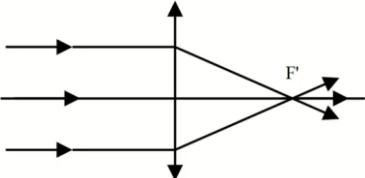
Une lentille est une matière transparente délimitée par deux surfaces sphériques ou une surface plane et une autre surface sphérique. Une lentille est dite **mince** si l'épaisseur de sa partie centrale est négligeable et peut être assimilée à un **point O**, appelé **centre optique**.

Il existe deux types de lentille : lentille convexe (convergente) et lentille concave (divergente)

Lentilles convexe			Lentilles concaves		
					
Lentille biconvexe	Lentille plan-convexe	Ménisque convergent	Lentille biconcave	Lentille plan-concave	Ménisque divergent


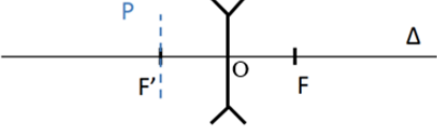
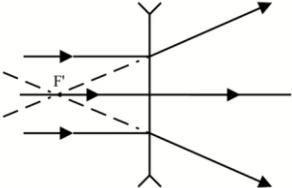
a. Lentilles convergentes :

Les lentilles convexes sont des lentilles convergentes. Les rayons lumineux qui émergent de la lentille se convergent en un point F' appelé foyer image qui se trouve après la lentille.

Symbole	
Modèle d'une lentille convergente	 <p>F' : après la lentille P : plan focal image</p>
Émergence des rayon lumineux	

b. Lentilles convergentes :

Les lentilles concaves sont des lentilles divergentes. Les rayons lumineux qui émergent de la lentille se divergent. Mais si on prolonge les rayons divergés, ils se coupent en un point devant la lentille. Ce point est le foyer image F' de la lentille.

Symbole	
Modèle d'une lentille convergente	 <p>F' : avant la lentille P : plan focal image</p>
Émergence des rayon lumineux	

2. Caractéristiques d'une lentille mince et propriétés du centre optique O, foyer image F' et foyer objet F : (pour une lentille convergente)

a. Caractéristiques d'une lentille mince

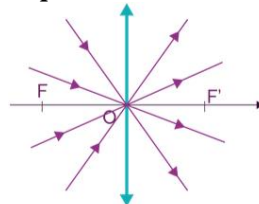
Toute lentille que ce soit convergente ou divergente est caractérisée par les quatre éléments suivants :

- **Centre optique O** : c'est le centre géométrique de la lentille
- **Axe optique (Δ)** : c'est l'axe perpendiculaire à la lentille et qui passe par O
- **Foyer image F'** : c'est le point où les rayons lumineux se coupent lorsqu'ils émergent de la lentille.
- **Foyer objet F** : c'est le point symétrie de F' par rapport au centre optique O

b. Propriétés du centre optique, foyer image et foyer objet

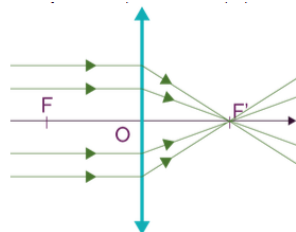
- **Centre optique « O »**

Tout rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.



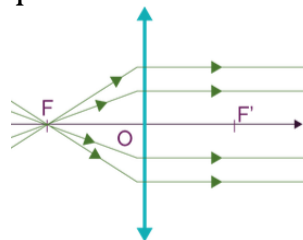
- **Foyer principal image « F' »**

Tout rayon incident parallèle à l'axe optique ressort de la lentille en passant par le foyer image F'.



- **Foyer principal objet « F »**

Tout rayon incident qui passe par le foyer objet F ressort de la lentille parallèlement à l'axe optique.



Remarque :

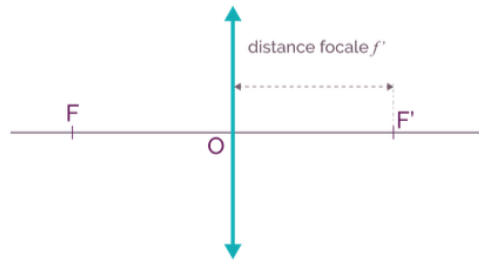
Ces propriétés sont les mêmes pour la lentille convergente et la lentille divergente.

II. Distance focale et vergence d'une lentille mince

1. Distance focale

La distance focale f' d'une lentille est la distance entre son centre optique et son foyer image de valeur $\overline{OF'}$.

D'où $f' = \overline{OF'}$



Distance focale f' d'une lentille convergente

- Pour la lentille convergente : $f' > 0$
- Pour la lentille divergente : $f' < 0$

2. Vergence :

La **vergence** (C) est la capacité d'une lentille à faire dévier les rayons lumineux. Plus la vergence d'une lentille est grande, plus les rayons sont déviés et donc, plus le foyer sera près du centre optique.

La vergence C d'une lentille mince est l'inverse de sa distance focale f' :

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

Où C en dioptrie (δ) et f' en mètres (m).

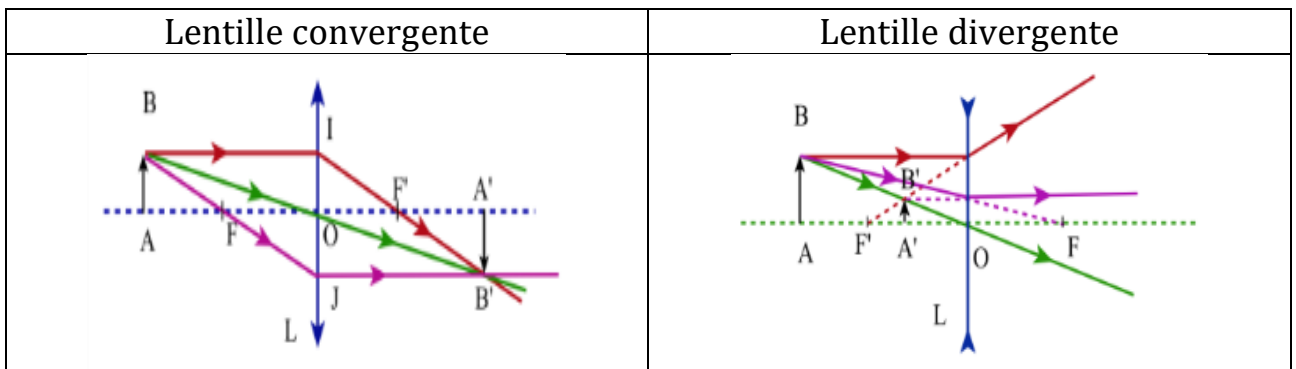
III. Construction d'une image d'un objet et caractéristique d'une image

1. Construction de l'image A'B' d'un objet AB perpendiculaire à l'axe optique :

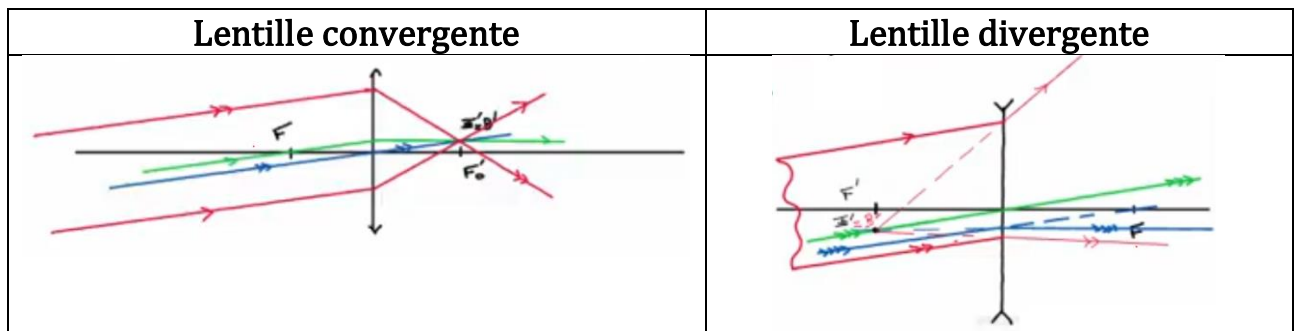
L'image A' B' d'un objet AB peut être construite en utilisant trois rayons spécifiques issus de B :

- Premièrement, le rayon qui passe par le centre optique O de la lentille qui ne se dévie pas.
- Deuxièmement, le rayon qui passe par le foyer objet F de la lentille et qui émerge parallèlement à l'axe optique.
- Troisièmement, le rayon parallèle à l'axe optique et qui émerge en passant par le foyer image F'.

Seuls deux des trois rayons suffisent à déterminer la position du point B'. Pour trouver l'image A'B' il suffira d'abaisser de B' une perpendiculaire à l'axe optique pour obtenir A'.



Pour les rayons incidents quelconques venant de l'infini, le foyer image où ils se convergent se trouve sur le plan focal image. Ce point est appelé foyer secondaire image.



2. Les caractéristiques d'une image $A'B'$ d'un objet AB par une lentille mince

Les **caractéristiques d'une image** permettent de décrire les propriétés d'une image obtenue lors d'un phénomène lumineux. Il existe quatre caractéristiques permettant de décrire une image obtenue : la position, la grandeur, le sens et la nature

- La position : indiquée par la distance $\overline{OA'}$
 - si $\overline{OA'} > 0$ derrière la lentille,
 - si $\overline{OA'} < 0$ devant la lentille

- La nature : indiquée par la distance $\overline{OA'}$
 - si $\overline{OA'} > 0$ alors l'image formée est réelle ,
 - si $\overline{OA'} < 0$ alors l'image formée est virtuelle

- La grandeur, indiquée par la distance $\overline{A'B'}$
 - si $|\overline{A'B'}| > |\overline{AB}|$ alors l'image est plus grand que l'objet
 - si $|\overline{A'B'}| < |\overline{AB}|$ alors l'image est plus petite que l'objet
 - si $|\overline{A'B'}| = |\overline{AB}|$ alors l'image est de même grandeur que l'objet

- Le sens :
 - si l'image est dans le même que l'objet alors l'image est droite
 - si l'image est à l'envers par rapport au sens de l'objet alors l'image est renversée

IV. Relation de conjugaison et relation de grandissement

1. Relation de conjugaison

La relation de conjugaison est une équation qui relie les distances de l'objet et de l'image à la distance focale de la lentille. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Où :

$f' = \overline{OF'}$: Distance focale de la lentille (en mètre)

\overline{OA} : valeur algébrique de la distance entre l'objet et le centre de la lentille (en mètre);

$\overline{OA'}$: valeur algébrique de la distance entre le centre de la lentille et l'image (en mètre) ;

2. Relation de grandissement

On appelle grandissement le rapport algébrique $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

En utilisant les triangles semblables (OAB) et (OA'B'), on en déduit l'expression du grandissement en fonction des positions de l'objet et de l'image.

Relation de grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Où :

\overline{AB} : valeur algébrique de la dimension de l'objet ;

$\overline{A'B'}$: valeur algébrique de la dimension de l'image nette sur l'écran.

Le grandissement γ permet de définir la taille le sens de l'image.

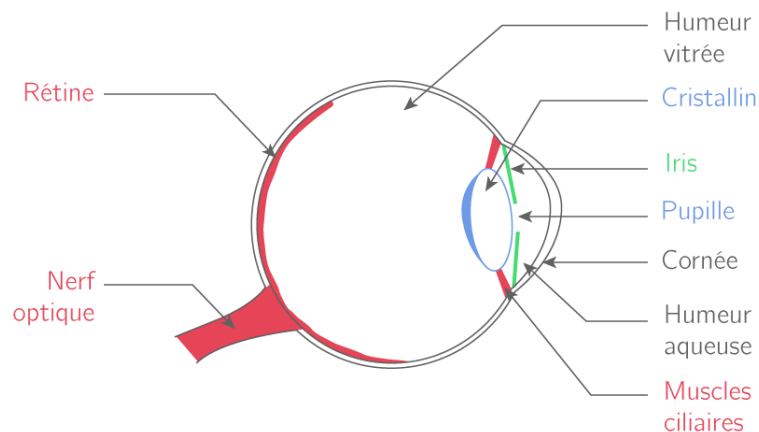
- Si $\gamma < 0$, l'image est renversée par rapport à l'objet
- Si $\gamma > 0$, l'image est droite par rapport à l'objet
- Si $|\gamma| > 1$, l'image est plus grande que l'objet
- Si $|\gamma| < 1$, l'image est plus petite que l'objet

V. Œil : un système optique

1. Anatomie de l'œil :

L'œil humain peut être considéré comme un système optique complexe. Il est composé de trois membranes qui sont :

- La sclérotique (membrane la plus externe)
- La choroïde
- La rétine (la membrane la plus interne)



Le fonctionnement optique de l'œil humain peut être expliqué en termes de processus de réfraction.

A l'extérieur, la sclérotique laisse place à la **cornée** (membrane incolore) qui permet à la lumière d'atteindre l'œil. Elle a un indice de réfraction différent de celui de l'air, ce qui lui permet de réfracter la lumière et de la focaliser sur la rétine.

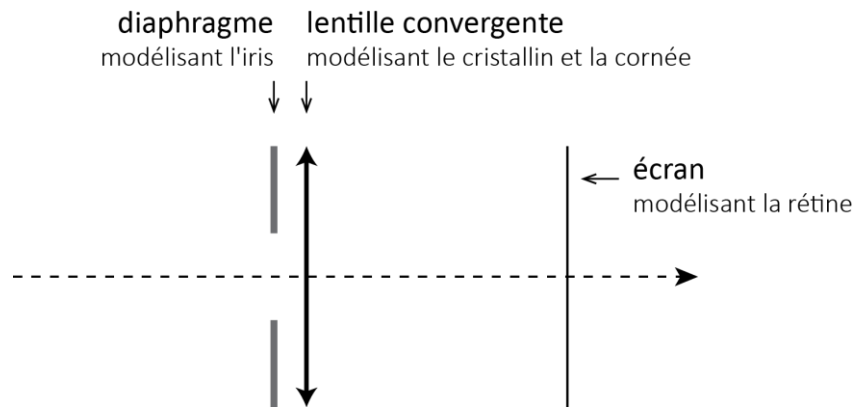
Puis la lumière entre à la petite ouverture, la **pupille** limitée par l'**iris**. L'iris est le prolongement de la choroïde.

Elle traverse ensuite le **cristallin** relié à deux petits muscles. Il permet de faire converger la lumière sur la rétine et peut modifier sa forme pour ajuster la mise au point des images (accommodation).

Après avoir traversé l'**humeur vitrée**, un milieu gélatineux transparents, la **rétine** capte et transforme les faisceaux lumineux en messages nerveux. Le nerf optique transmet au cerveau les informations lumineuses reçus par la rétine.

2. Modèle réduit de l'œil

Pour modéliser l'œil humain, on utilise une lentille convergente. Cette lentille simule la fonction de la cornée et du cristallin en réfractant la lumière pour former une image nette sur la rétine.



3. Accommodation du cristallin, défaut de l'œil et correction

a. Accommodation de l'œil

L'accommodation est le processus par lequel le cristallin ajuste sa forme pour permettre une mise au point nette des objets à différentes distances. Les muscles ciliaires entourant le cristallin se contractent ou se relâchent pour modifier la courbure du cristallin, permettant ainsi une mise au point précise sur la rétine :

- **Objets Lointains** : Pour voir des objets éloignés, le cristallin s'aplatit, réduisant sa puissance de réfraction (distance focale plus longue).
- **Objets Près** : Pour voir des objets proches, le cristallin devient plus bombé, augmentant sa puissance de réfraction (distance focale plus courte).

b. Défauts de l'œil et correction

❖ Défaut de l'œil :

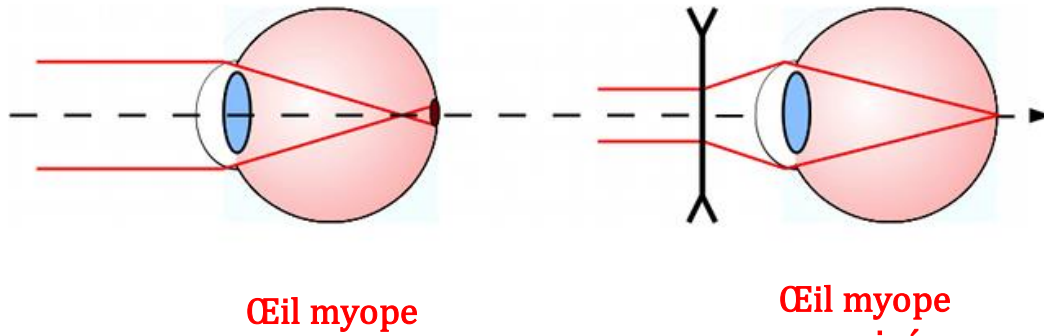
Les principaux défauts de l'œil comprennent :

- **La myopie** (vision floue de loin)
- **L'hypermétropie** (vision floue de près)
- **La presbytie** (difficulté à voir de près avec l'âge).

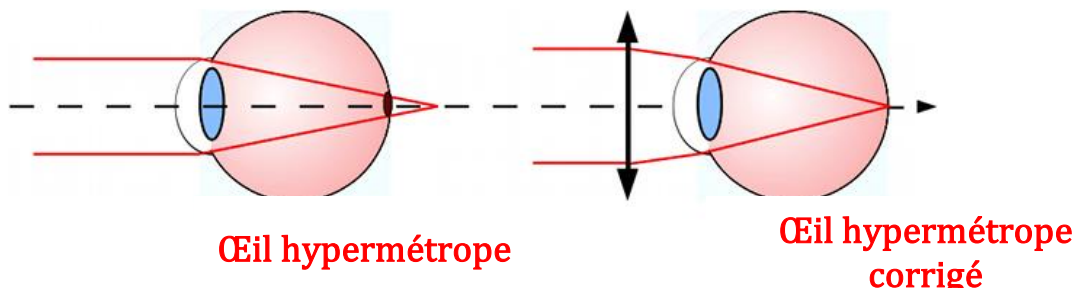
Ces défauts sont corrigés à l'aide de lentilles correctrices, de lunettes, et parfois par des interventions chirurgicales pour restaurer une vision claire.

❖ Correction des défauts :

Myopie : Utilisation de lentilles divergentes (concaves) qui dispersent les rayons lumineux pour qu'ils se focalisent correctement sur la rétine.



Hypermétropie : Utilisation de lentilles convergentes (convexes) qui concentrent les rayons lumineux pour qu'ils se focalisent correctement sur la rétine.



Presbytie : Utilisation de lentilles bifocales ou progressives, ou lentilles de contact. Certaines interventions chirurgicales peuvent également être envisagées.

VI. Lunette astronomique

1. Modélisation d'une lunette astronomique :

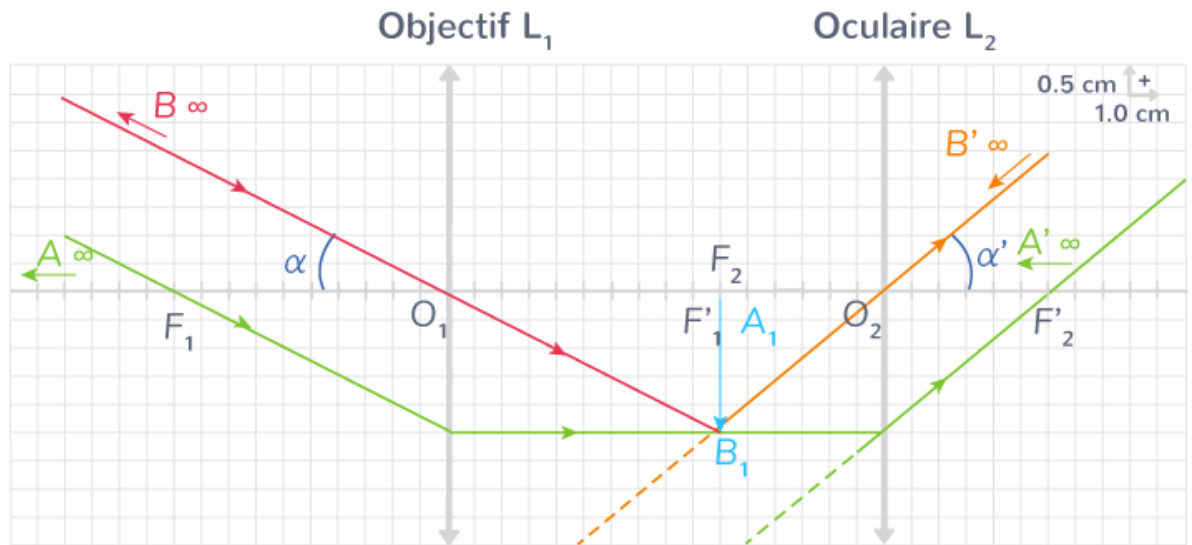
La lunette astronomique est un instrument optique utilisé pour observer des objets célestes. Elle est dite **afocale**, si les rayons parallèles en entrée ressortent parallèles en sortie.

Principe de Fonctionnement

La lunette astronomique utilise deux lentilles pour former une image agrandie des objets éloignés :

- **Objectif (L_1)** : La lentille principale, appelée objectif, est une lentille convergente de grande taille située à l'extrémité de la lunette. Elle capte la lumière des objets célestes et forme une image réelle et inversée de l'objet $A'B'$.

- **Oculaire (L₂)** : La lentille secondaire, appelée oculaire, est une lentille convergente située près de l'œil de l'observateur. Elle agrandit l'image réelle formée par l'objectif pour permettre une observation détaillée.



2. Grossissement :

Le grossissement d'une lunette astronomique est un concept clé pour comprendre la performance d'une lunette astronomique.

Le grossissement (ou agrandissement) G d'une lunette astronomique est donné par la formule :

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

Où :

- f'_1 est la distance focale de l'objectif (la lentille principale)
- f'_2 est la distance focale de l'oculaire (la lentille à travers laquelle on regarde).

Pour augmenter le grossissement d'une lunette astronomique, on peut donc augmenter f'_1 ou bien diminuer f'_2 .

Un exemple d'une lunette astronomique :

