



## O2 | Optique



## Formation des images

## Prérequis

|  |                                                                    |      |
|--|--------------------------------------------------------------------|------|
|  | Notion de rayon lumineux, tracés de rayons                         | O1   |
|  | Relation de <i>Snell-Descartes</i> pour la réflexion et réfraction | O1   |
|  | Calcul d'inverse, manipulation d'inverse                           | math |
|  | Résolution de polynôme d'ordre 2                                   | math |

## I Généralités sur les systèmes optiques (SO)

## I.A Définition d'un SO

## À connaître

Vocabulaire à maîtriser : système optique, axe optique, objet, image, objet/image ponctuel/le

## I.B Notion d'objet et d'image

## À connaître

Vocabulaire à maîtriser : objet, image, ponctuel

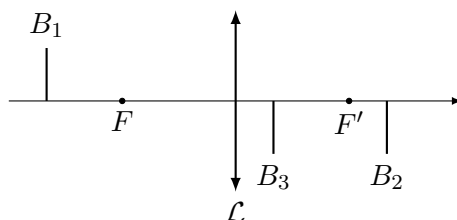
## Savoir-faire

- Déterminer si un objet est réel ou virtuel
- Déterminer si une image est réelle ou virtuelle

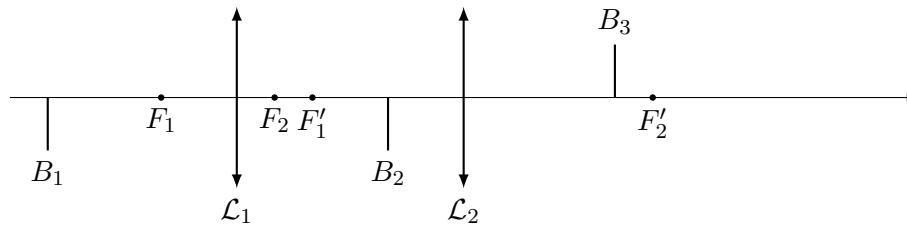
## Application 1 : Réel ou virtuel ?

- ① Dans les configurations suivantes, déterminer si  $B$  est un objet réel ou virtuel.
- ② Dans les configurations suivantes, déterminer si  $B'$  est une image réelle ou virtuelle.

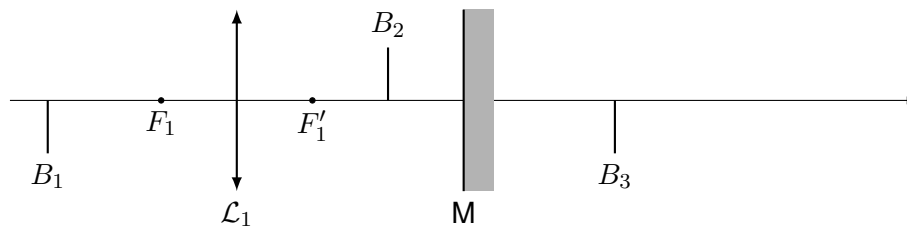
**Cas 1** : le système optique est constitué d'une lentille  $\mathcal{L}$  :



**Cas 2** : le système optique est constitué de deux lentilles convergentes :  $\{\mathcal{L}_1, \mathcal{L}_2\}$



**Cas 3 :** le système optique est constitué d'une lentille et d'un miroir



**Solution**

**Cas 1 :**

- ↪ B1 : objet réel, image virtuelle
- ↪ B2 : objet virtuel, image réelle
- ↪ B3 : objet virtuel, image réelle

**Cas 2 :**

- ↪ B1 : objet réel, image virtuelle
- ↪ B2 : objet virtuel, image virtuelle
- ↪ B3 : objet virtuel, image réelle

**Cas 3 :**

- ↪ B1 : objet réel, image réelle
- ↪ B2 : objet virtuel, image virtuelle
- ↪ B3 : objet virtuel, image virtuelle

## I.C Stigmatisme

**À connaître**

Définition du stigmatisme

## I.D Aplanétisme

**À connaître**

Définition de l'aplanétisme

## I.E Grandissement transversal

**À connaître**

Définition du grandissement transversal  $\gamma$

## II Le miroir plan

### II.A Tracé

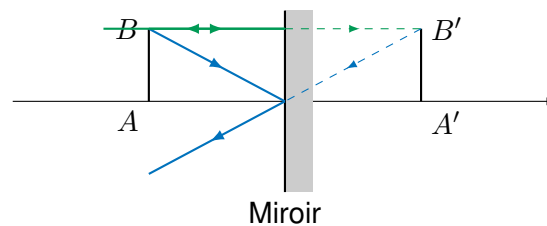
#### Savoir-faire

Tracer les rayons lumineux réfléchissant sur un miroir

#### Application 2 : Image au travers d'un miroir plan

Tracer l'image d'un objet  $AB$  par un miroir plan. Identifier le caractère réel ou virtuel de l'image.

#### Solution



L'image est virtuelle, car située avant la sortie du système optique.

### II.B Propriétés

#### À connaître

- Le miroir plan est rigoureusement stigmatique et aplanétique
- Le grandissement d'un miroir plan vaut  $\gamma = 1$

## III Lentilles minces

### III.A Définitions

#### À connaître

- Lentilles minces à bords minces : convergentes ;
- lentilles minces à bords épais : divergentes ;

### III.B Conditions de Gauss (ou approximations de Gauss)

#### À connaître

Les conditions de Gauss et les conséquences sur les lentilles minces :

- ↪ stigmatisme approché
- ↪ aplanétisme approché



### III.C Les trois rayons principaux

#### À connaître

- Connaître les trois rayons principaux d'une lentille mince convergente et divergente
- connaître la définition des foyers objets et images
- différencier focale d'une lentille convergente d'une lentille divergente ;

#### Savoir-faire

Tracer les rayons permettant de trouver l'image d'un objet au travers d'une lentille convergente et divergente

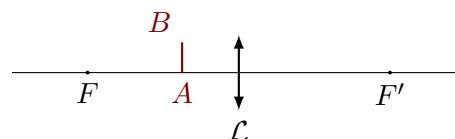
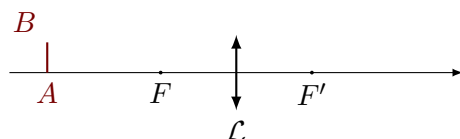
### III.D Études de cas particuliers

#### Savoir-faire

- Tracer le parcours d'un rayon quelconque ;
- Tracer l'image d'un objet situé à l'infini. Notion de plan focal objet et image. Notion de foyers secondaires ;

#### Application 3 : trouver l'image d'un objet au travers d'une lentille convergente

① Tracer l'image de l'objet  $AB$  au travers d'une lentille convergente, tracer les trois rayons caractéristiques pour les deux cas suivants.

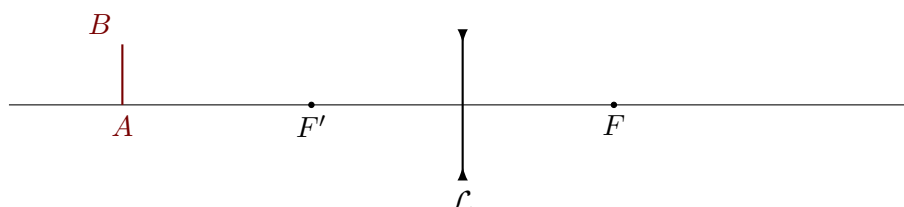


② L'image est-elle réelle ou virtuelle ?

#### Application 4 : trouver l'image d'un objet au travers d'une lentille divergente

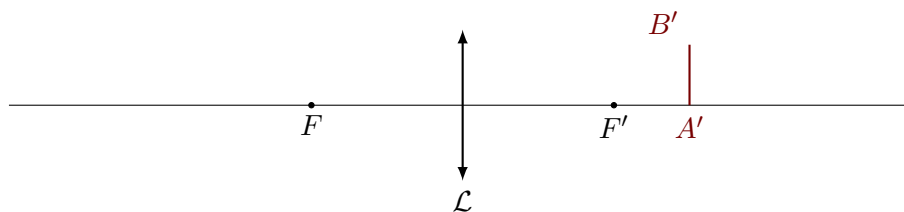
① Tracer l'image d'un objet  $AB$  réel au travers d'une lentille divergente. Tracer les trois rayons caractéristiques.

② L'image est-elle réelle ou virtuelle ?



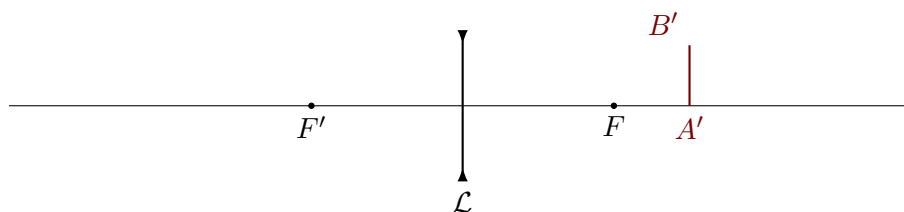
#### Application 5 : trouver l'objet à partir de l'image pour une lentille convergente

① Déterminer à l'aide du tracé des trois rayons principaux la position de l'objet pour une image réelle au travers d'une lentille convergente.



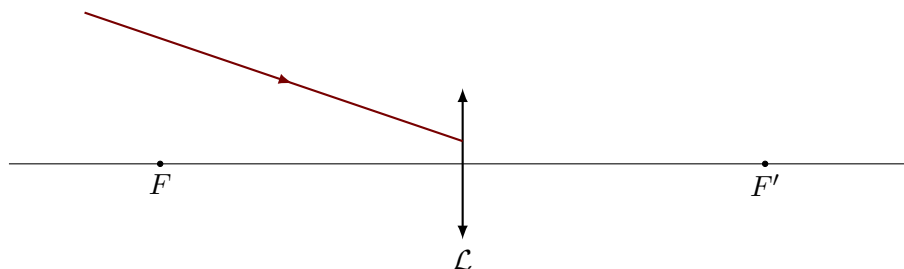
### Application 6 : trouver l'objet à partir de l'image pour une lentille divergente

① Déterminer à l'aide du tracé des trois rayons principaux la position de l'objet pour une image réelle au travers d'une lentille divergente.



### Application 7 : Image d'un rayon quelconque

Tracé le rayon émergent d'un rayon incident quelconque au travers d'une lentille convergente.



## III.E Relations de conjugaison

### À connaître

- Relation de conjugaison de *Descartes*<sup>1</sup>
- Pour qu'une image se forme au travers d'une lentille la distance objet-écran  $D$  doit satisfaire la condition :  $D \geq 4f'$

### Savoir-faire

Exploiter la relation de conjugaison de *Descartes*. L'exploitation de la relation de *Newton* n'est pas au programme.

1. En principe la relation de conjugaison de *Descartes* doit-être fournie dans un sujet. Ce qui n'est pas toujours le cas aux oraux. De plus, la relation de *Newton* n'est pas au programme.

### Application 8 : projection d'une image

Soit une lentille de focale  $f' = 15$  cm et un objet situé devant la lentille à une distance  $d = 40$  cm.

- ① La lentille est-elle convergente ou divergente ?
- ② Par le calcul, déterminer la position de l'image.

#### Solution

- ①  $f' > 0$ , il s'agit d'une lentille convergente.
- ② Nous cherchons la position de l'image,  $\overline{OA'}$  :  
Nous appliquons la relation de conjugaison de *Descartes* :

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

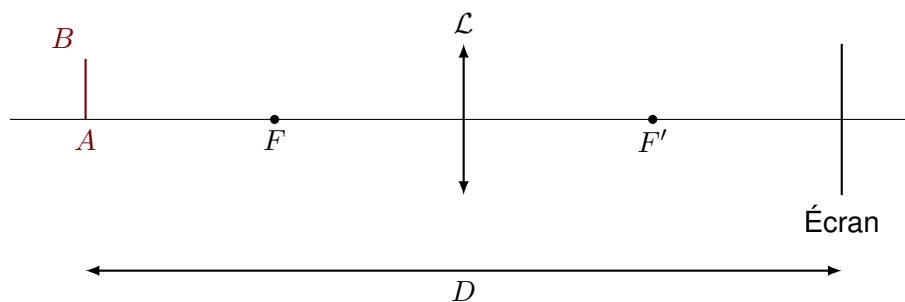
$$\overline{OA'} = \frac{f' \overline{OA}}{f' + \overline{OA}}$$

⚠  $\overline{OA}$  est négatif, car l'objet est situé avant la lentille.

Application numérique :  $\overline{OA'} = 24$  cm.

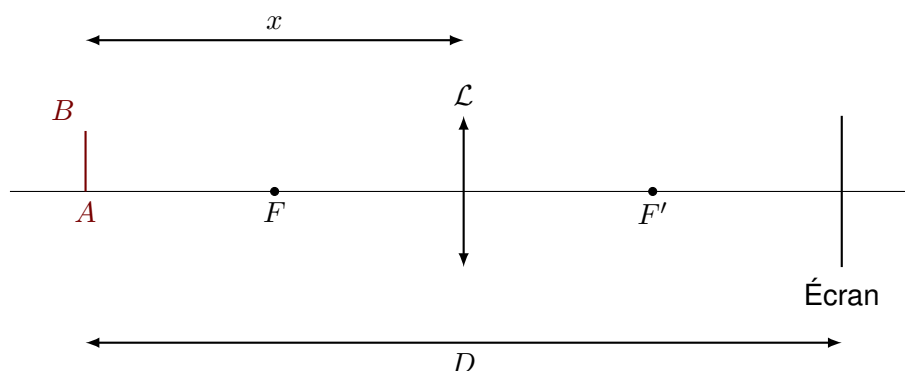
### Application 9 : condition minimal de projection

Montrer que pour projeter un objet sur un écran situé à une distance  $D$  de l'objet, la focale d'une lentille convergente doit respecter la condition :  $D \geq 4f'$ .



#### Solution

- ① Nous définissons la distance entre l'objet et la lentille par  $x$ .



Ainsi :  $\overline{OA} = -x$  et  $\overline{OA'} = D - x$ . Nous appliquons la relation de conjugaison de *Descartes* :

$$\begin{aligned}\frac{1}{f'} &= \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} \\ \frac{1}{f'} &= \frac{1}{D - x} + \frac{1}{x} \\ \frac{1}{f'} &= \frac{D}{x(D - x)} \\ xD - x^2 &= f'D \\ x^2 - xD + f'D &= 0\end{aligned}$$

Je reconnais un polynôme d'ordre 2, dont le déterminant s'écrit :

$$\Delta = D^2 - 4f'D$$

La position  $x$  de lentille est réelle si et seulement si le déterminant est positif :

$$\begin{aligned}D^2 - 4f'D &\geq 0 \\ D &\geq 4f'\end{aligned}$$

Conclusion : il n'est possible de faire la projection d'un objet sur un écran que si l'écart entre l'objet et l'écran est supérieur à quatre fois la focale de la lentille.

### III.F Grandissement transversal

#### À connaître

Le grandissement transversal pour une lentille est :  $\gamma = \frac{OA'}{OA}$