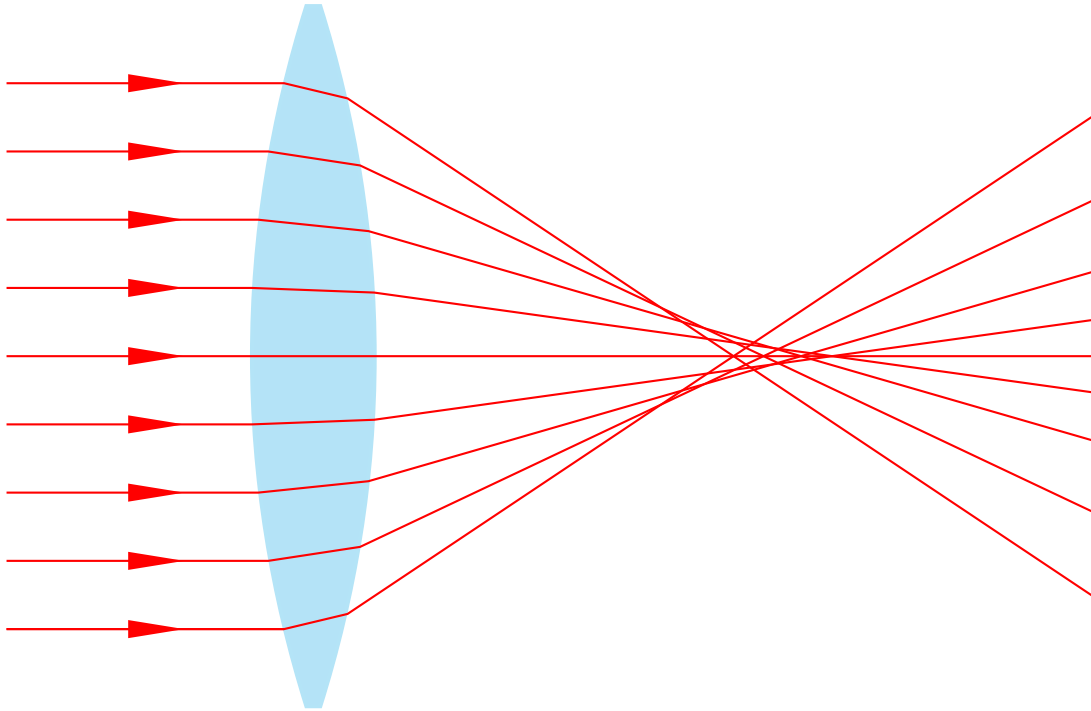


Focométrie des lentilles minces convergentes



Les scripts python utilisés sont disponibles à l'adresse :

https://github.com/mabuchet/cours_terminale

Mon adresse mail : marc-antoine.buchet@ac-orleans-tours.fr

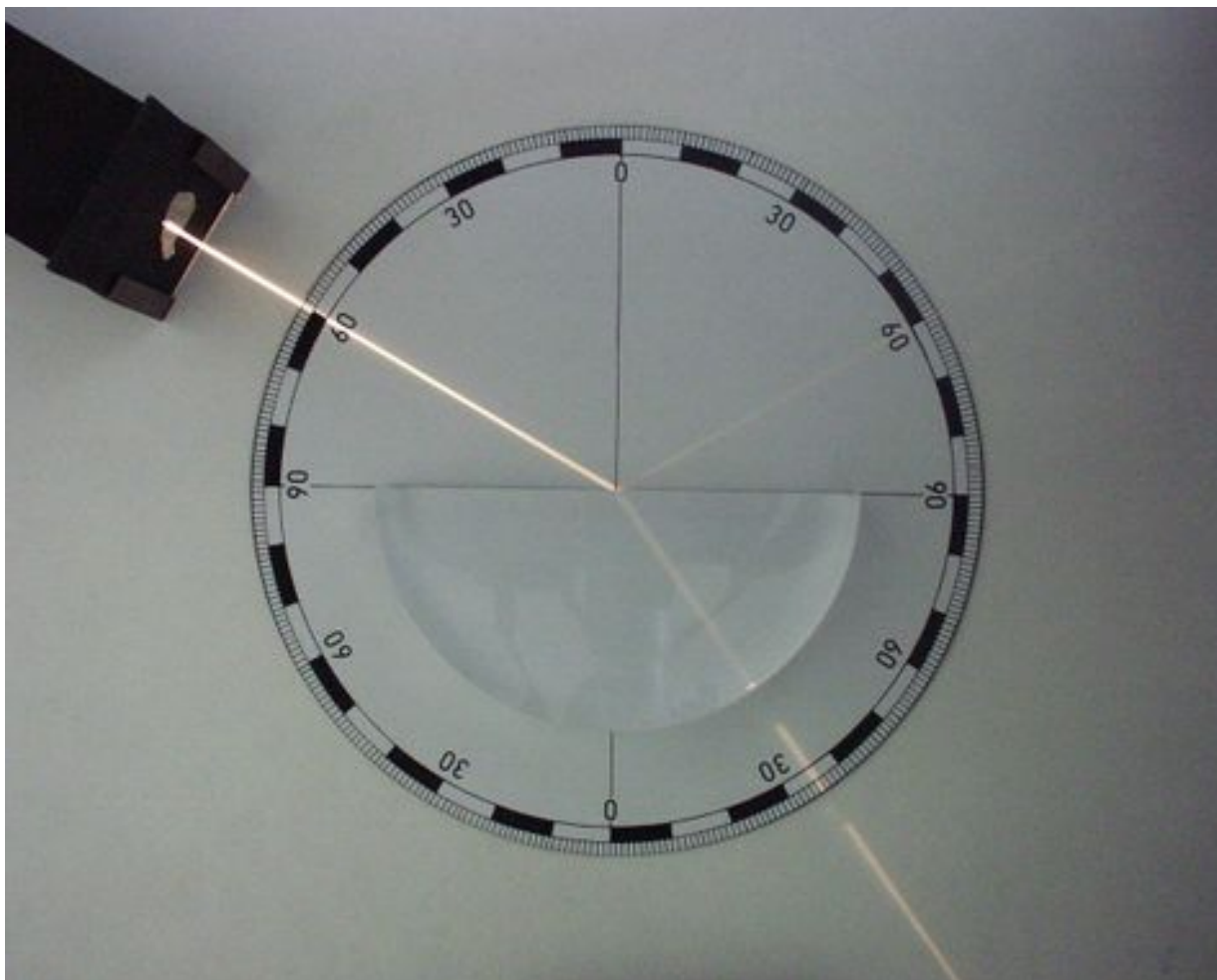
Table des matières

| | | |
|-----------|---|-----------|
| I | Rappels d'optique géométrique | 3 |
| 1 | – Réflexion et réfraction de la lumière à l'interface entre deux milieux transparents | 3 |
| a) | Observations expérimentales | 3 |
| b) | Lois de Snell–Descartes | 4 |
| 2 | – Rappels sur les lentilles minces | 5 |
| a) | Principe de la formation d'une image | 5 |
| b) | Les lentilles : un outil pour dévier les rayons lumineux et former des images | 6 |
| c) | Foyers et distances focales d'une lentille mince | 7 |
| II | Focométrie des lentilles minces convergentes | 10 |
| 1 | – Méthode par formation d'une image | 10 |
| a) | Estimation rapide d'un ordre de grandeur de la focale | 10 |
| b) | Relations de conjugaison | 10 |
| c) | Application à la détermination de la focale | 11 |
| 2 | – Méthode de Bessel | 12 |
| a) | Conditions expérimentales de formation d'une image pour une distance écran-objet fixée . | 12 |
| b) | Calcul des positions possibles pour la lentille | 12 |
| c) | Application à la détermination expérimentale de la focale | 12 |

I Rappels d'optique géométrique

1) Réflexion et réfraction de la lumière à l'interface entre deux milieux transparents

a) Observations expérimentales



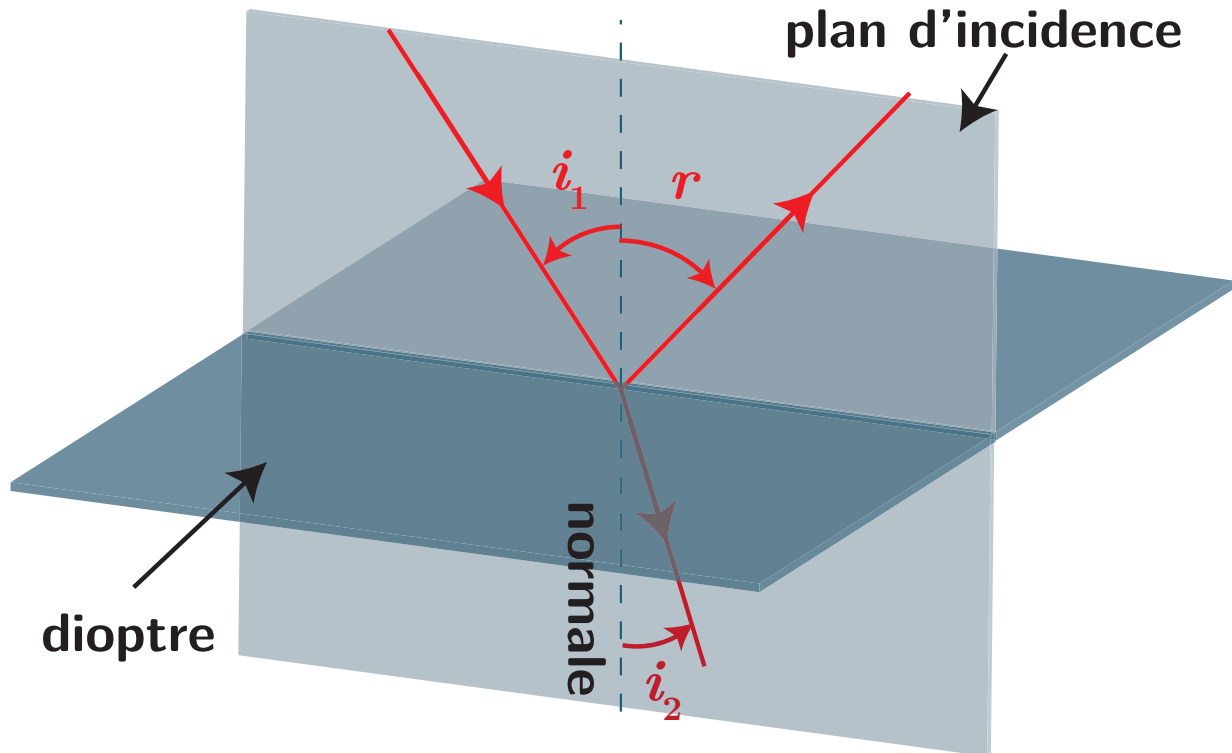
b) Lois de Snell–Descartes

Définition : Dioptre

Un dioptre est la surface séparant deux milieux **transparents**, **homogènes** et **isotropes** d'indices de réfraction différents.

Définition : Plan d'incidence

Lorsque l'incidence n'est pas normale, le rayon incident et la normale au dioptre définissent le **plan d'incidence**.

**Lois de Snell–Descartes**

On appelle i_1 l'angle que forme le rayon incident avec la normale au dioptre.

- **Première loi de Descartes :**

Le rayon réfracté et le rayon réfléchi appartiennent au plan d'incidence.

- **Deuxième loi de Descartes ou loi de la réflexion :**

Le rayon réfléchi forme avec la normale au dioptre un angle r , tel que :

$$r = -i_1$$

- **Troisième loi de Descartes ou loi de la réfraction :**

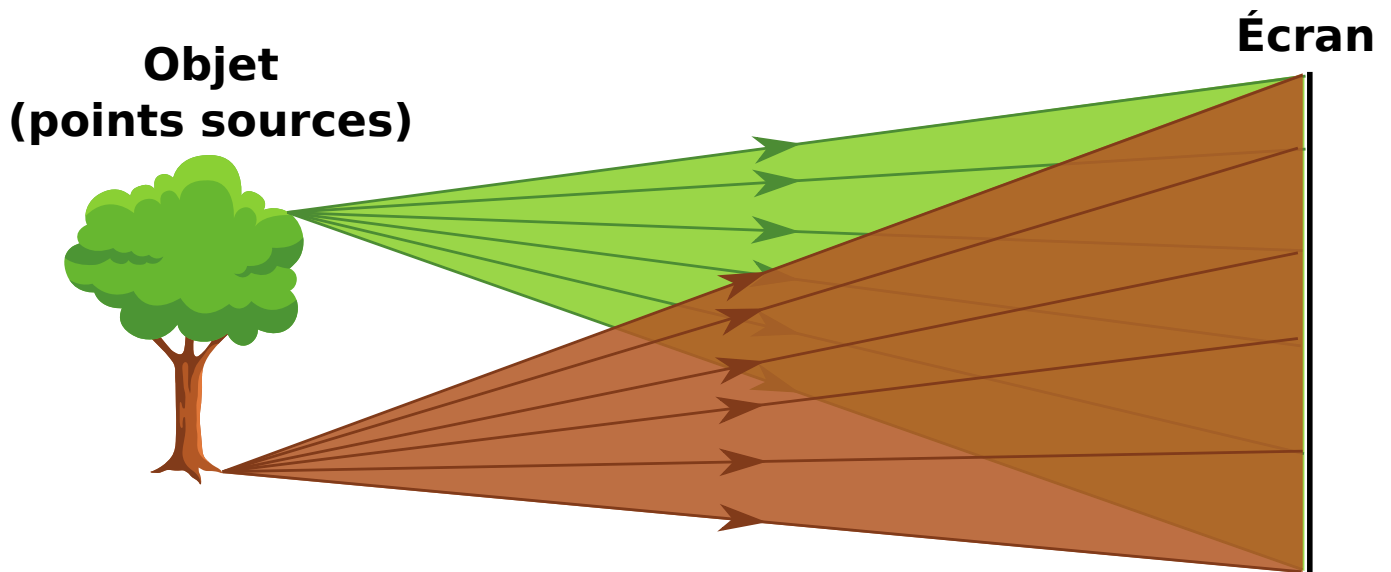
Lorsqu'il existe, le rayon réfracté forme avec la normale au dioptre un angle i_2 , tel que :

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$$

2) Rappels sur les lentilles minces

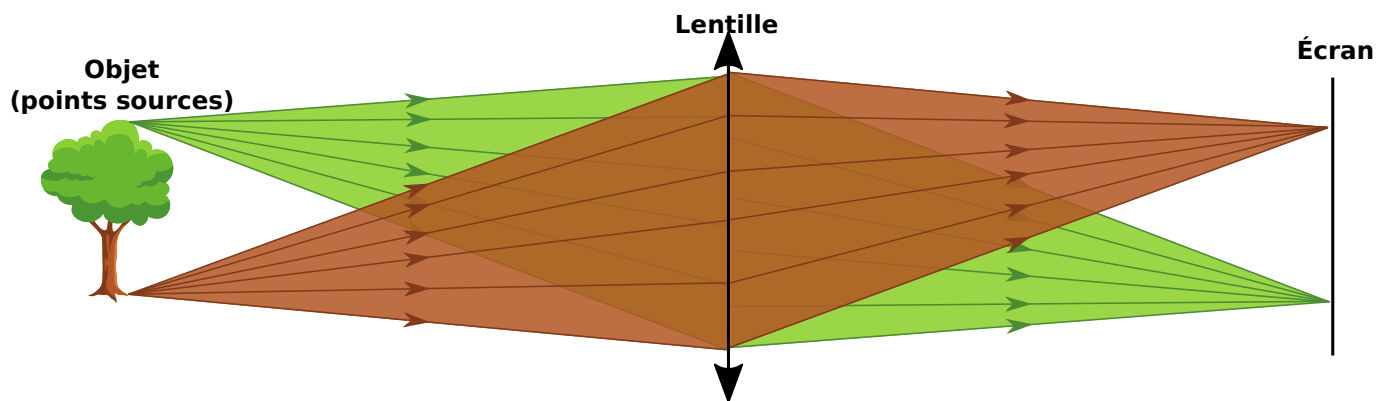
a) Principe de la formation d'une image

Si la lumière émise par l'objet arrive directement sur un écran :



On ne voit pas d'image sur le mur mais un mélange de toutes les couleurs, donc en général du blanc.

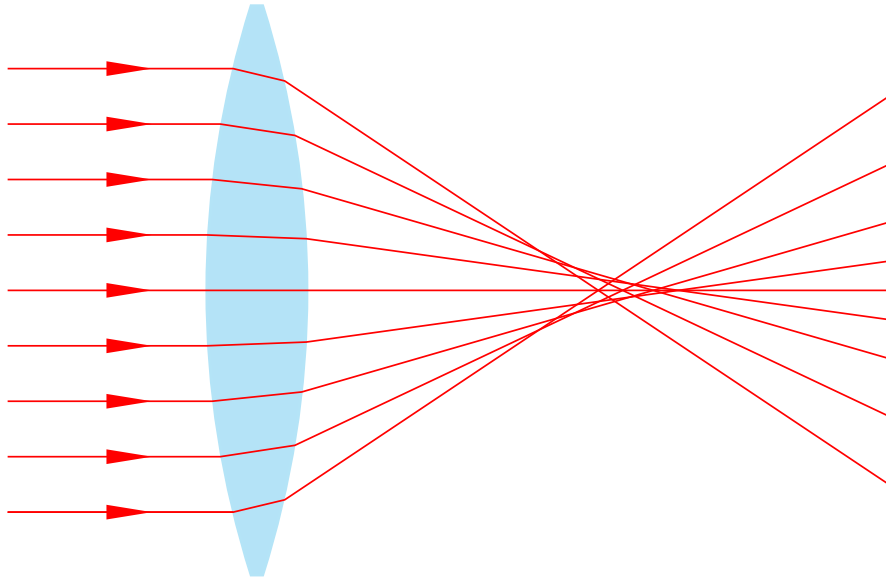
Si l'on place une lentille entre l'objet et l'écran à une position bien choisie :



Les rayons divergents issus de l'objet convergent à nouveau après passage par la lentille et on voit se former une image sur l'écran.

b) Les lentilles : un outil pour dévier les rayons lumineux et former des images

Voici le résultat d'une simulation de la marche de rayons incidents parallèles à l'axe optique calculée à l'aide des lois de Descartes :

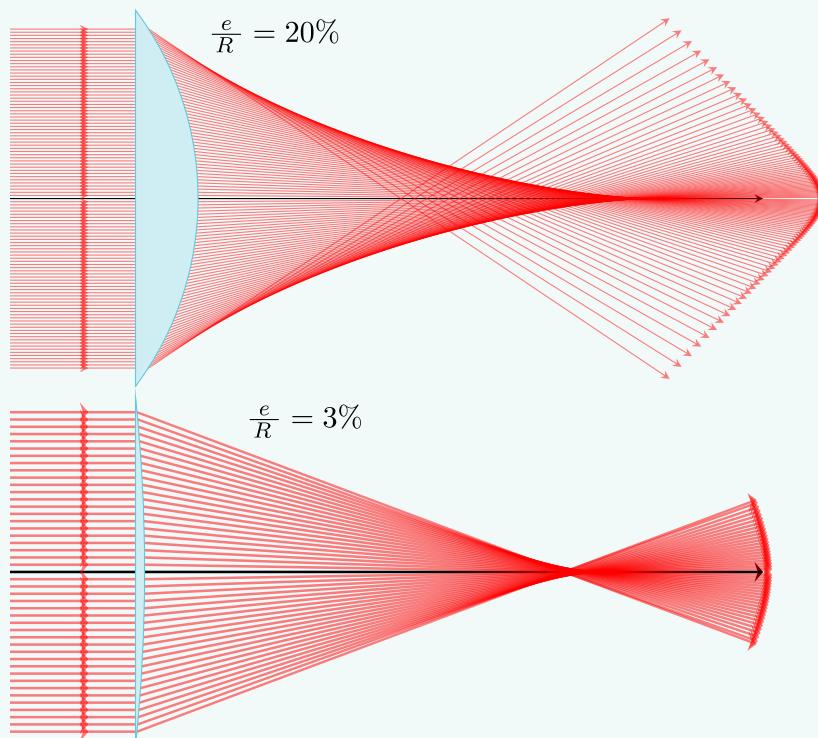


Problème :

Les rayons ne convergent pas en un point unique ! C'est ce qu'on appelle les aberrations géométriques : les lentilles réelles ne sont pas **stigmatiques**.

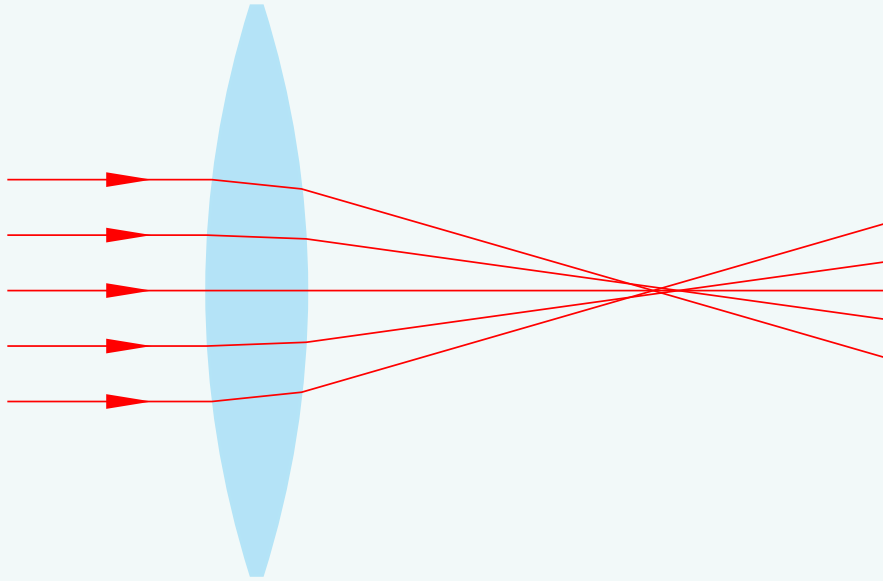
Solution 1 :

Utiliser des lentilles minces. Ce n'est pas parfait mais c'est beaucoup mieux.



Solution 2 :

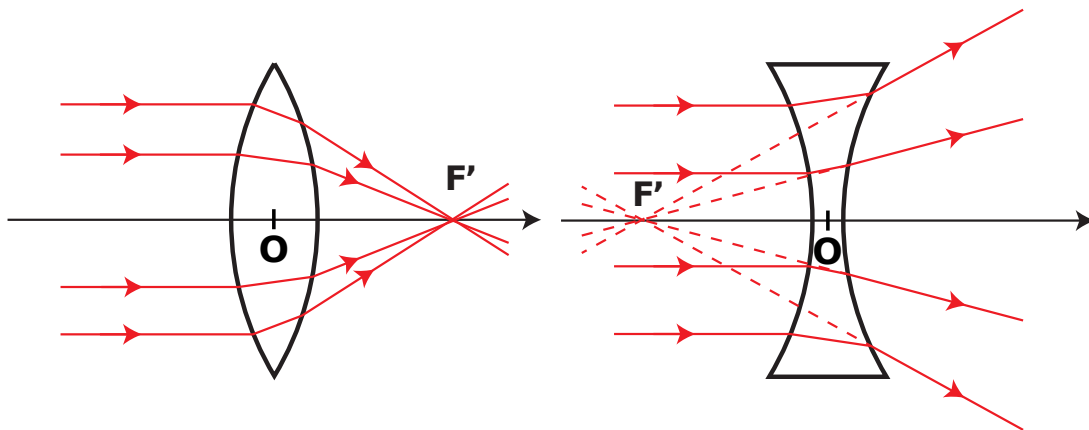
Travailler dans les **conditions de Gauss**. C'est-à-dire avec des rayons proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à celui-ci. De tels rayons sont appelés **rayons paraxiaux**.



L'idéal est bien sûr de travailler avec des lentilles minces utilisées dans les conditions de Gauss.

c) Foyers et distances focales d'une lentille mince

Observons le comportement des lentilles en présence d'un faisceau parallèle à l'axe optique, c'est-à-dire issu d'un objet situé sur l'axe optique et rejeté à l'infini :

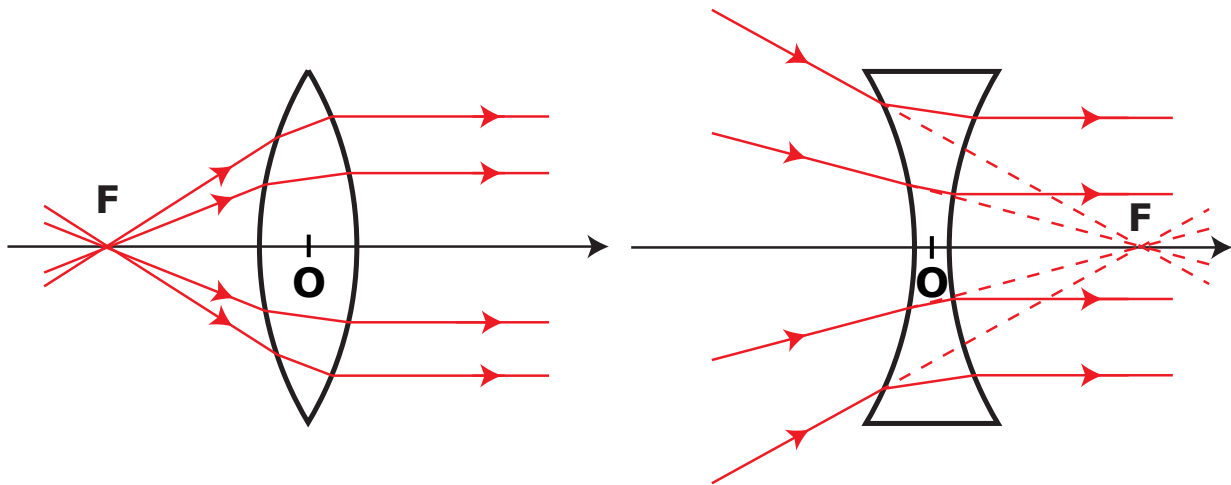


Le point de focalisation du faisceau émergent est appelé **foyer image F'** . On distingue deux types de lentilles : celles pour lesquelles ce foyer image est réel, appelées **lentilles convergentes**, et celles pour lesquelles ce foyer image est virtuel, appelées **lentilles divergentes**.

Définition : Lentilles convergentes et divergentes

Les lentilles qui transforment un faisceau parallèle en un faisceau convergent sont appelées **lentilles convergentes**. Celles qui transforment un faisceau parallèle en un faisceau divergent sont appelées **lentilles divergentes**.

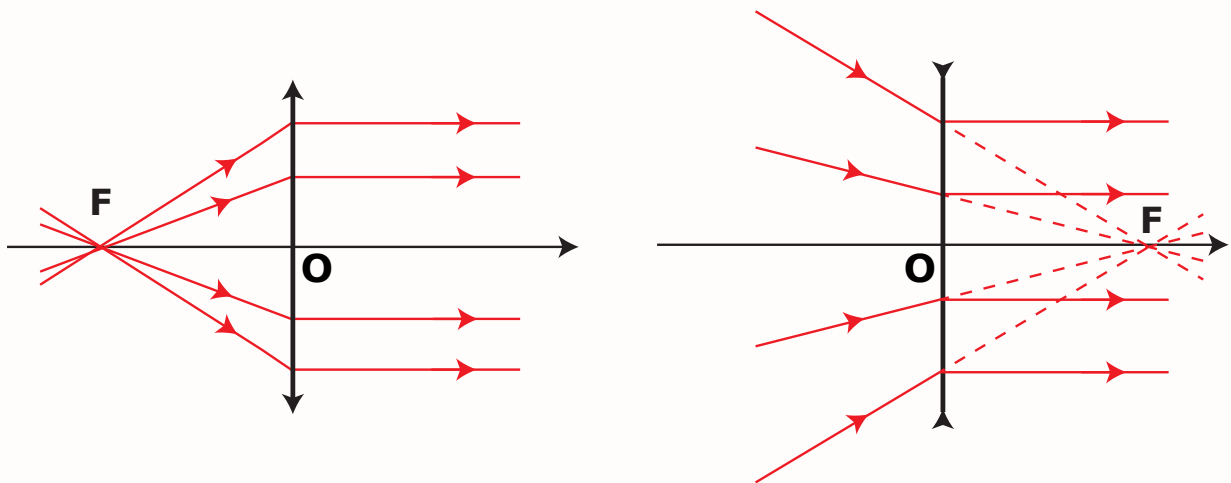
Plaçons maintenant une source au point F' , on constate que les rayons empruntent les mêmes chemins car les lois de Snell-Descartes ne dépendent pas du sens de propagation de la lumière. Les rayons émergent donc parallèlement à l'axe optique. On peut alors définir un **foyer objet F** , point objet sur l'axe optique qui donne un point image également sur l'axe optique et rejeté à l'infini :



Définition : Foyer objet

Le **foyer objet F** d'une lentille mince est le **point objet situé sur l'axe optique donnant une image à l'infini également sur l'axe optique.**

Il est réel pour une lentille convergente et virtuel pour une lentille divergente.



Le foyer objet est donc l'objet donnant un faisceau émergent parallèle à l'axe optique.

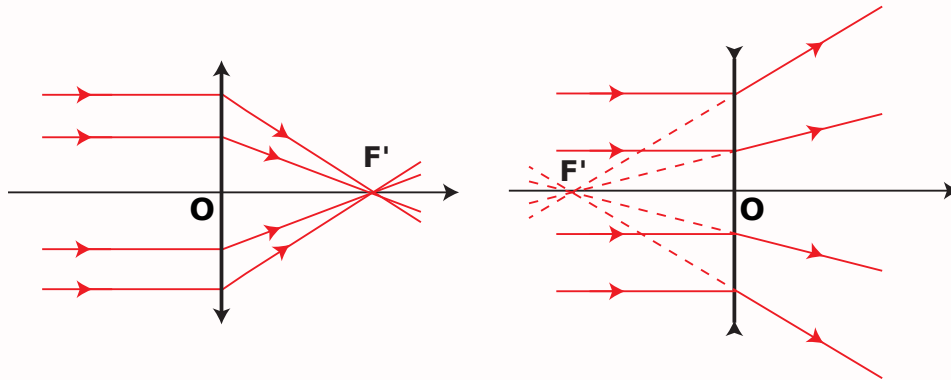
On pourra aussi retenir que **tout rayon incident passant par le foyer objet émerge parallèle à l'axe optique.**

Définition : Foyer image

Le **foyer image F'** d'une lentille mince est l'**image d'un point objet situé sur l'axe optique et à l'infini**.

F' est situé sur l'axe optique.

Il est réel pour une lentille convergente et virtuel pour une lentille divergente.



Le foyer image est donc l'image obtenue lorsque le faisceau incident est parallèle à l'axe optique.

On pourra aussi retenir que **tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en coupant l'axe optique au foyer image**.

Convention : Représentation schématique des lentilles minces

Les **lentilles minces** sont représentées sur les schémas par un trait orthogonal à l'axe optique terminé par deux flèches :

- tournées vers l'extérieur pour indiquer une lentille mince convergente ;
- tournées vers l'axe optique pour indiquer une lentille mince divergente.

On indique systématiquement le centre optique et les foyers d'une lentille mince.

Définition : Distance focale

On appelle **distance focale**, ou simplement **focale**, la distance algébrique entre le foyer et le centre optique. On distingue donc deux distances focales :

- la distance focale objet entre le centre optique et le foyer objet, notée f ($f = \overline{OF}$) ;
- la distance focale image entre le centre optique et le foyer image, notée f' ($f' = \overline{OF'}$).

Pour une même lentille, ces deux grandeurs seront donc de signes opposés (les deux foyers sont de part et d'autre de la lentille) : $f' = -f$.

Définition : Vergence

La **vergence** d'une lentille mince est l'inverse de la distance focale image : $V = \frac{1}{f'}$

Dans le système international d'unités, elle s'exprime en **dioptrie** de symbole δ : $1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$.

Elle est positive pour une lentille convergente et négative pour une lentille divergente.