

Cours de Biophysique

2023/2024
2^{ème} semestre

Pr. Youssef Mir

Université Privée de la Santé et des Sciences d'Agadir
UPSSA

Chapitre IV : Biophysique de la vision

Plan

IV. BASES DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

IV.1. Les Phénomènes lumineux

IV.2. Dioptre sphérique

IV.3. Les lentilles

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Sources de lumière:

Source primaire: émet de la lumière (lampe, soleil et bougie)

Source secondaire : réfléchir de la lumière (miroir)

Les types de milieux :

Milieu transparent: on voit nettement à travers (air, eau et verre)

Milieu opaque: on ne voit pas à travers (mur, bois et carton)

Milieu translucide: laisse passer la lumière, mais on ne voit pas à travers (verre dépoli)

Les systèmes optiques:

Ce sont des systèmes transparents caractérisés par des indices de réfraction n différents séparés par des dioptries.

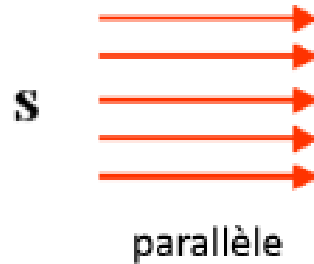
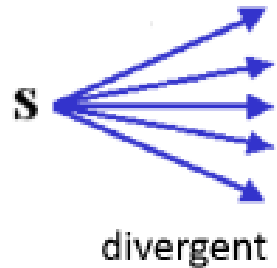
$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{vitesse de la lumière dans le vide}}{\text{vitesse de la lumière dans le milieu d'indice } n}$$

Matériau	n
Vide	1
Air	1
Eau	1.33
Verre optique	1.52
Diamant	2.42

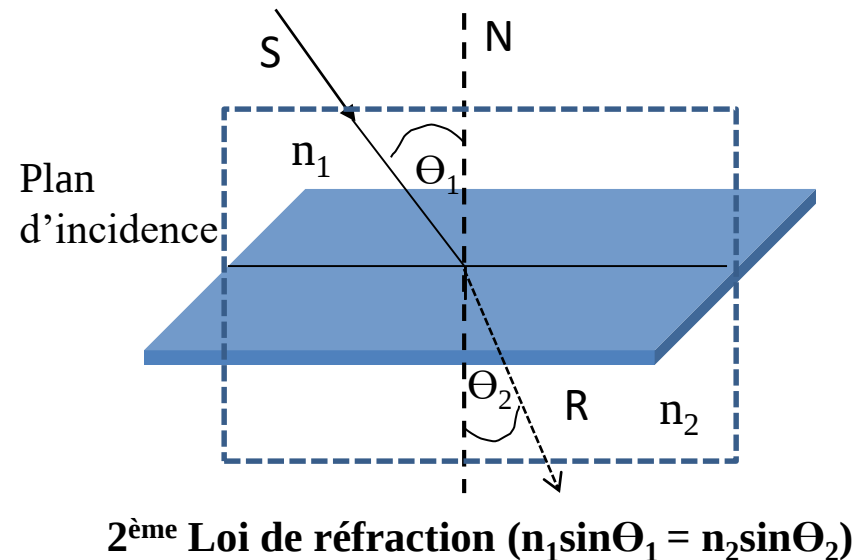
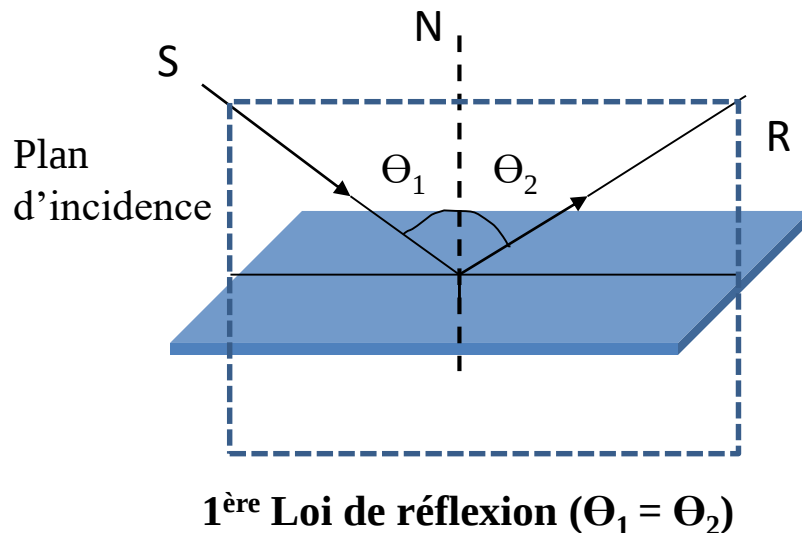
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Faisceaux lumineux:

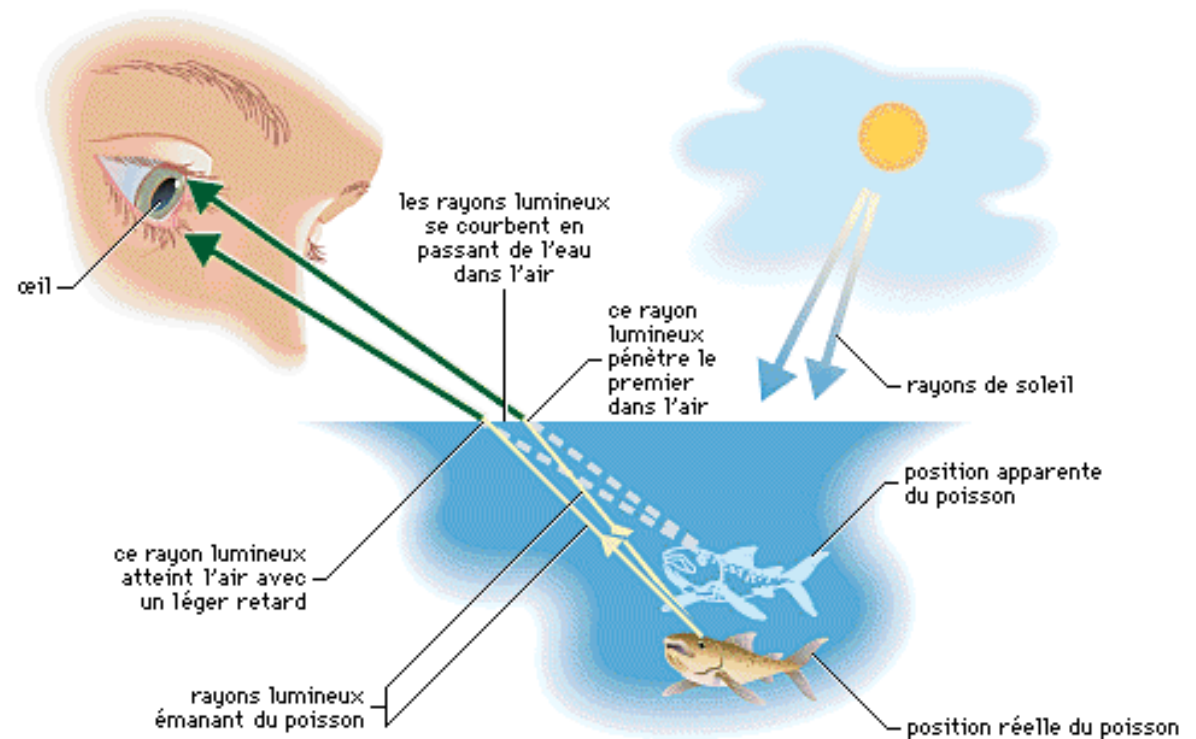
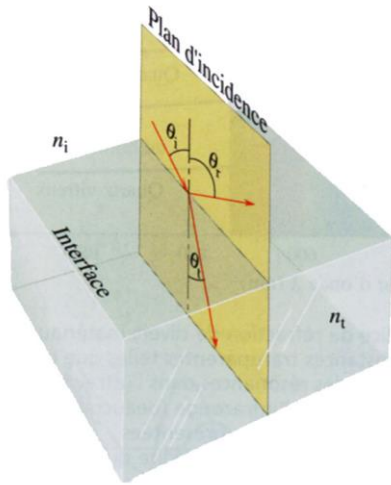


Lois de Snell-Descartes: Les rayons réfléchis et réfractés sont dans le plan d'incidence



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Exemple du phénomène de réfraction

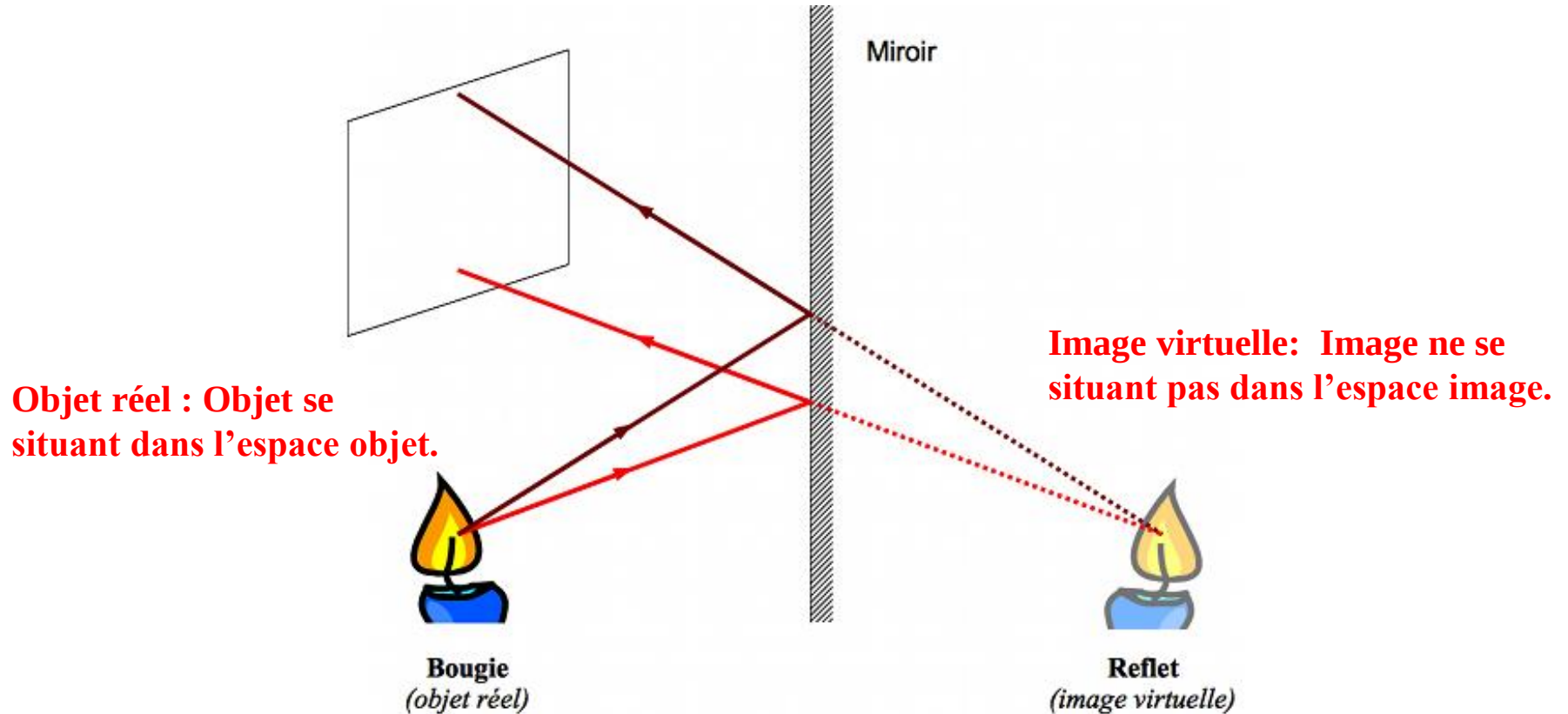


Une paille placée dans l'eau paraît cassée à l'interface air-eau à cause du phénomène de réfraction

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Objet réel, image virtuelle



Objet réel: Tout objet placé en amont d'un système optique, dans le sens de propagation de la lumière, est un objet réel.

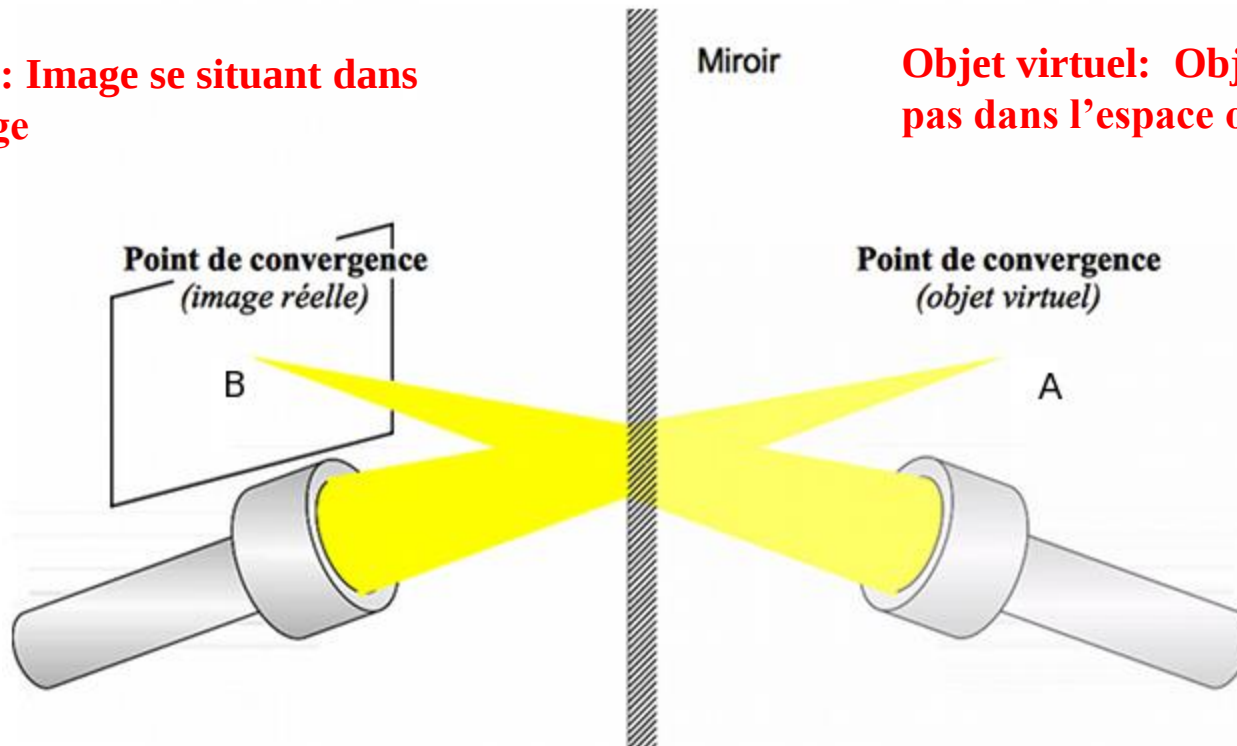
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Objet virtuel, image réelle

Image réelle : Image se situant dans l'espace image

Objet virtuel: Objet ne se situant pas dans l'espace objet.



Le point A est un objet virtuel pour le miroir. Il n'existe pas physiquement. Son image est réelle, car on peut la faire apparaître sur un écran.

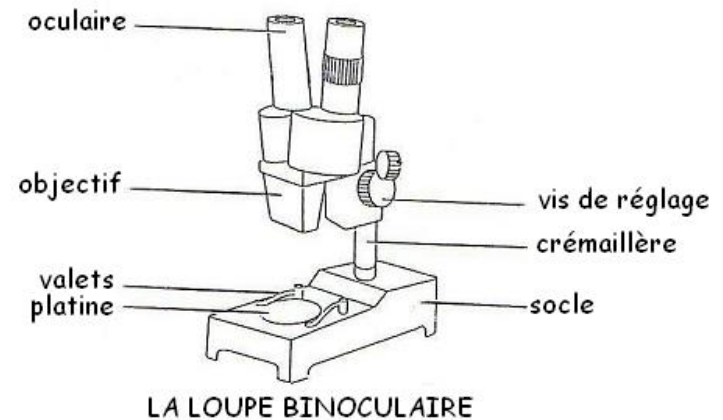
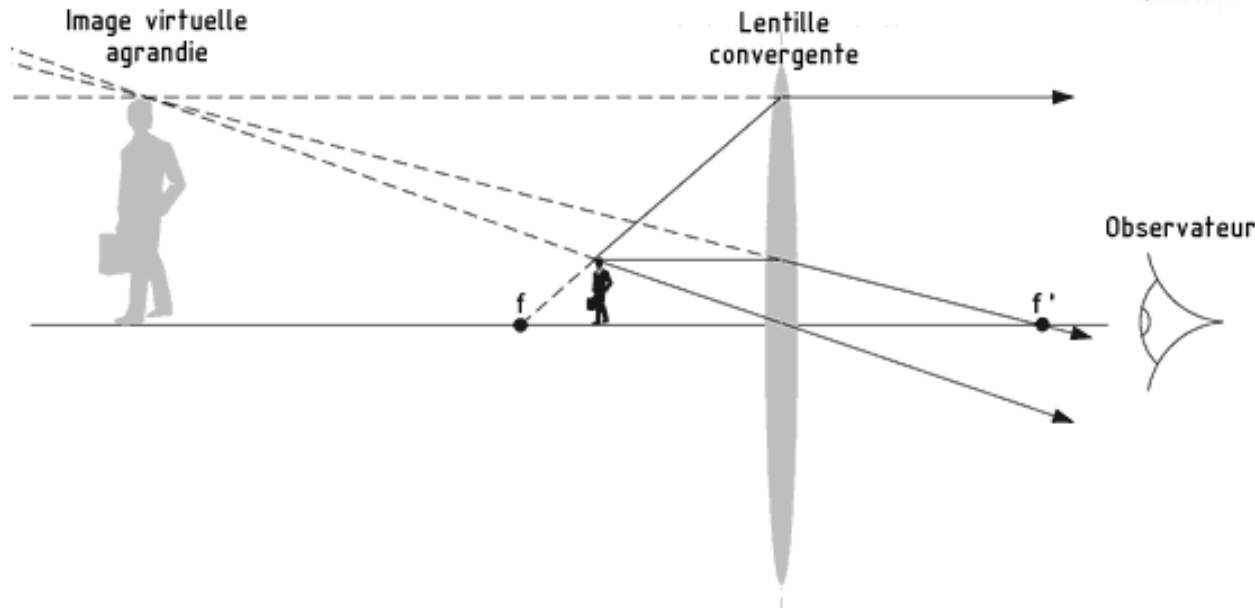
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Objet réel, image virtuelle

La loupe

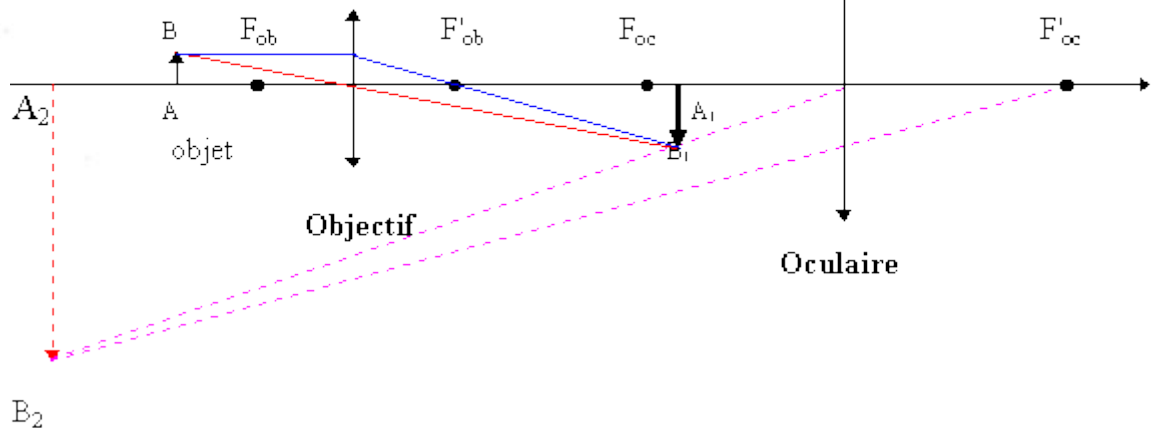
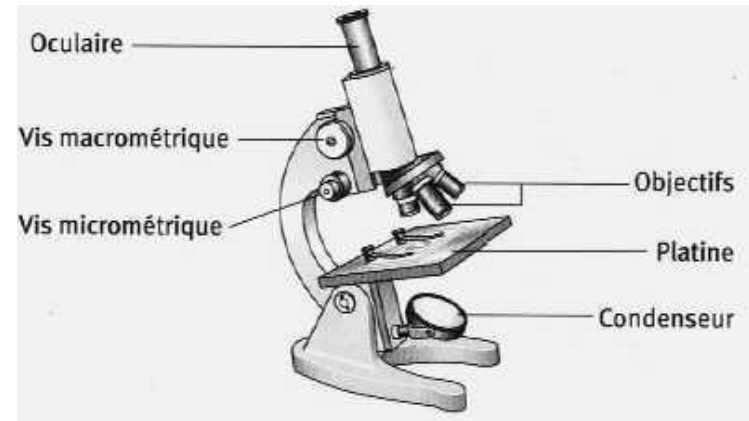
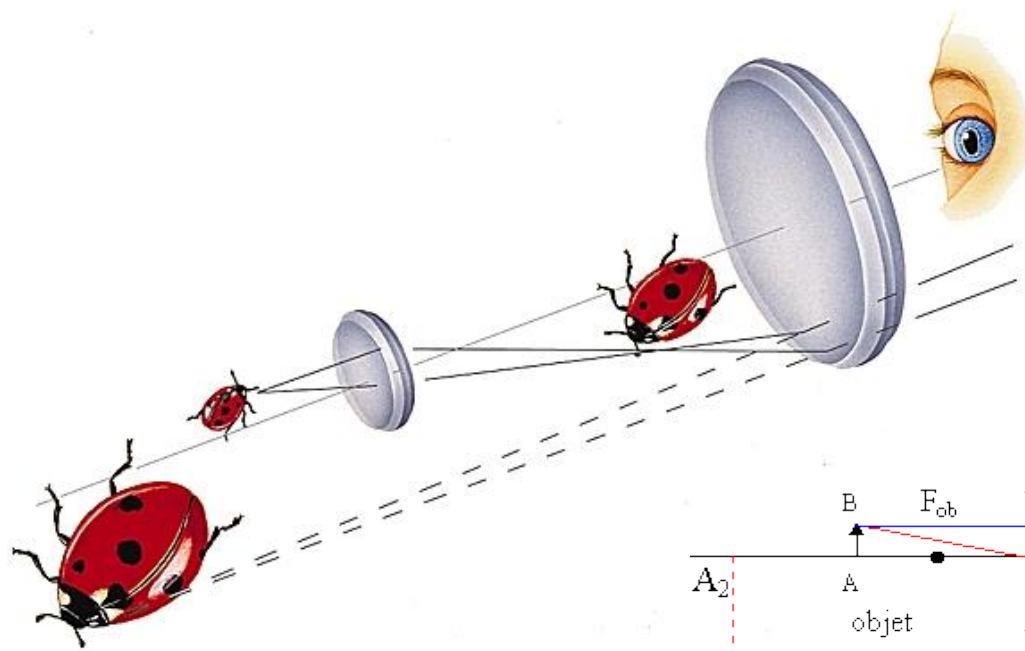
La loupe est une lentille convergente qui, lorsqu'un objet est situé entre elle et son foyer, renvoie une image virtuelle agrandie.



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux Objet réel, image virtuelle

Le microscope optique



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

Vergence et distance focale

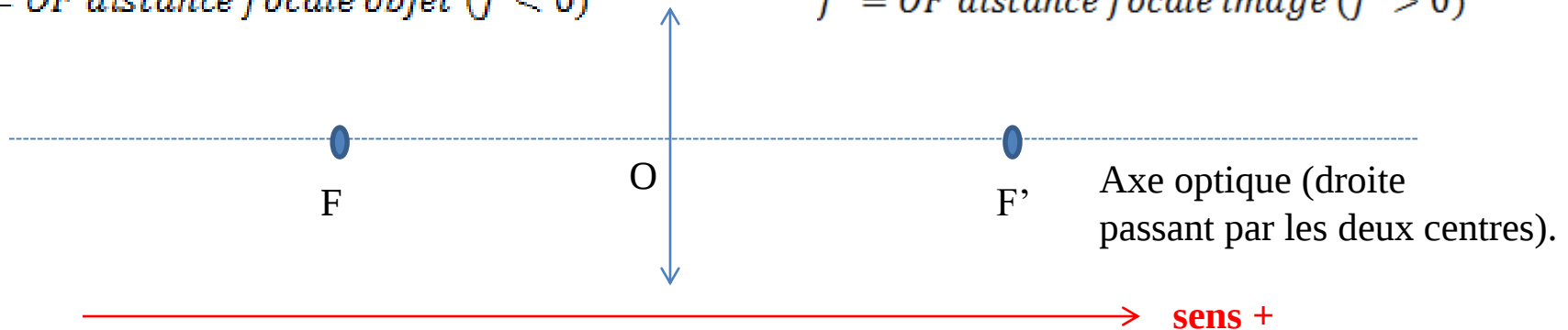
La vergence est un paramètre qui caractérise les propriétés de focalisation d'un système optique. C'est une grandeur algébrique, s'exprime en dioptries (δ).

$$V = \frac{n(\text{indice du milieu émergent})}{f'} = \frac{1}{f'} \text{ (lentille dans l'air)}$$

Distance focale:

$f = \overline{OF}$ distance focale objet ($f < 0$)

$f' = \overline{OF'}$ distance focale image ($f' > 0$)



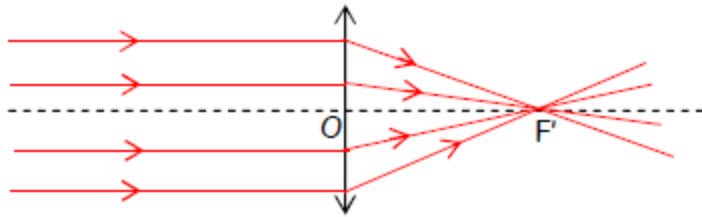
Les distances focales sont égales lorsque le milieu des deux côtés du système optique est le même.

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Phénomènes lumineux

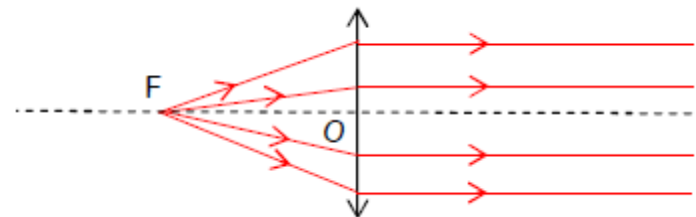
Foyers

F' : foyer principal image de la lentille = le point image d'un objet situé à l'infini



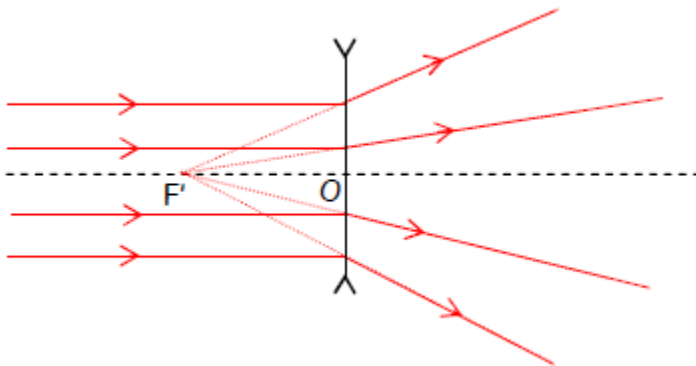
Lentille convergente

F : foyer principal objet de la lentille = le point objet d'une image située à l'infini



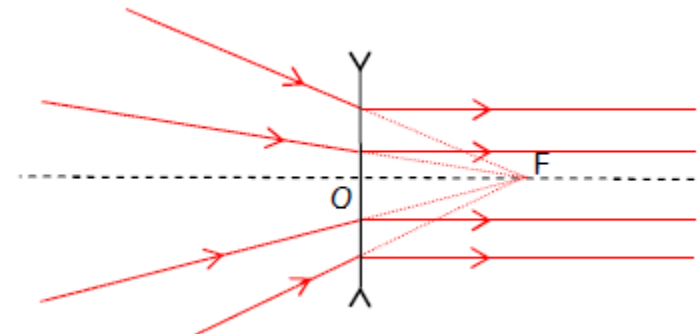
Lentille convergente

Faisceau issu d'un point à l'infini



Lentille divergente

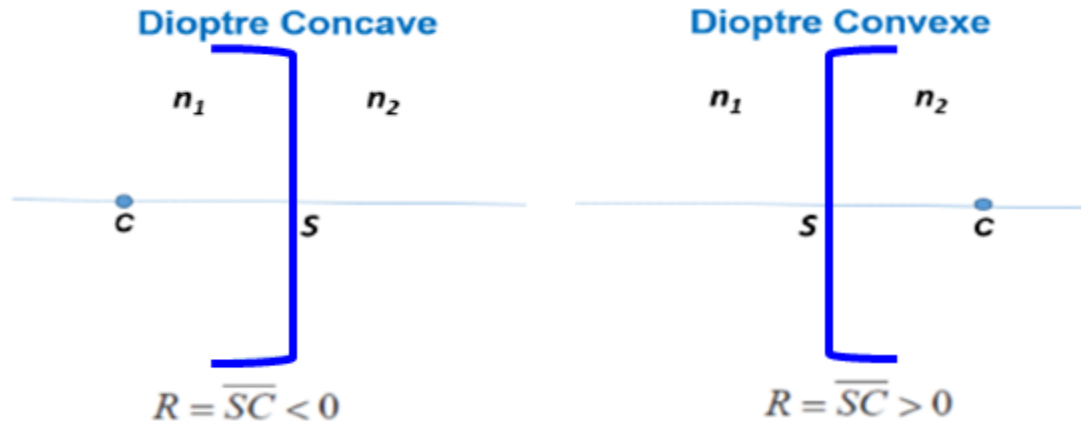
Faisceau issu d'un point



Lentille divergente

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Dioptre sphérique



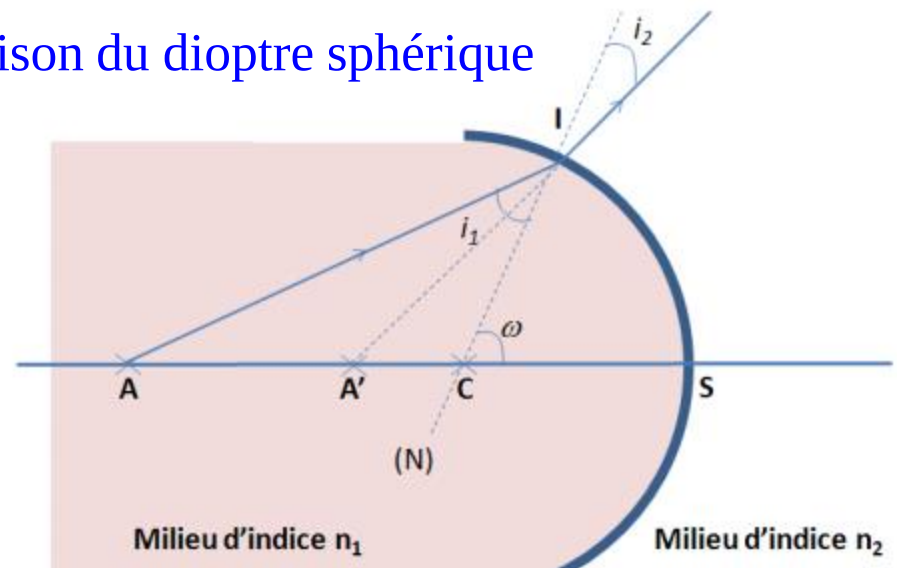
Un dioptre sphérique est une surface sphérique de centre C séparant deux milieux d'indices de réfraction différents.

Relation de conjugaison du dioptre sphérique

$$\frac{n_2}{\overline{SA'}} - \frac{n_1}{\overline{SA}} = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}} = V$$

V est la vergence ou la puissance du dioptre (unité : Dioptrie = m^{-1}).

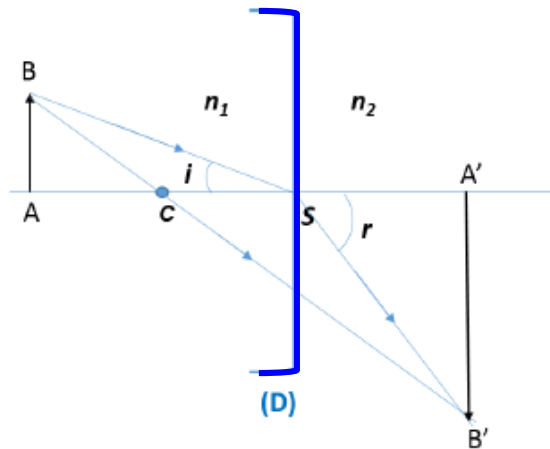
- Si $V > 0$: dioptre convergent
- Si $V < 0$: dioptre divergent



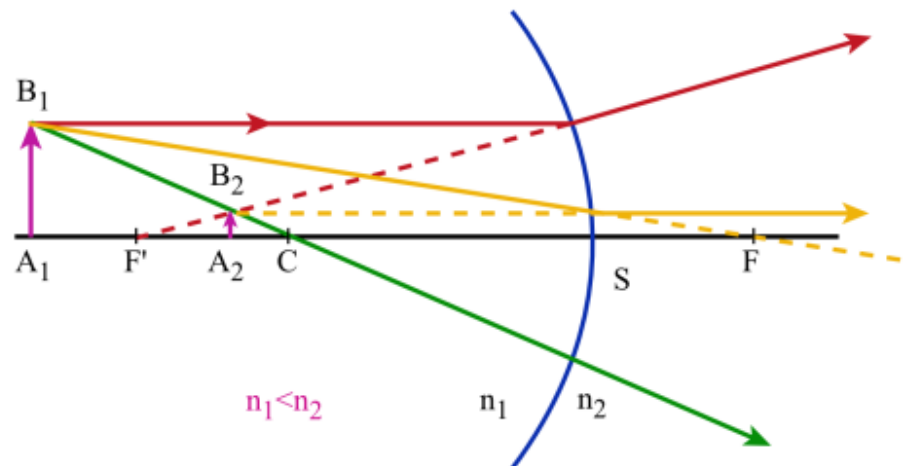
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Dioptre sphérique

Grandissement/Image d'un objet



$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1 \overline{SA'}}{n_2 \overline{SA}}$$



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Dioptré sphérique

Foyer image et Foyer objet

Foyer Image F' : $\overline{SF'} = \overline{SC} \frac{n_2}{n_2 - n_1}$

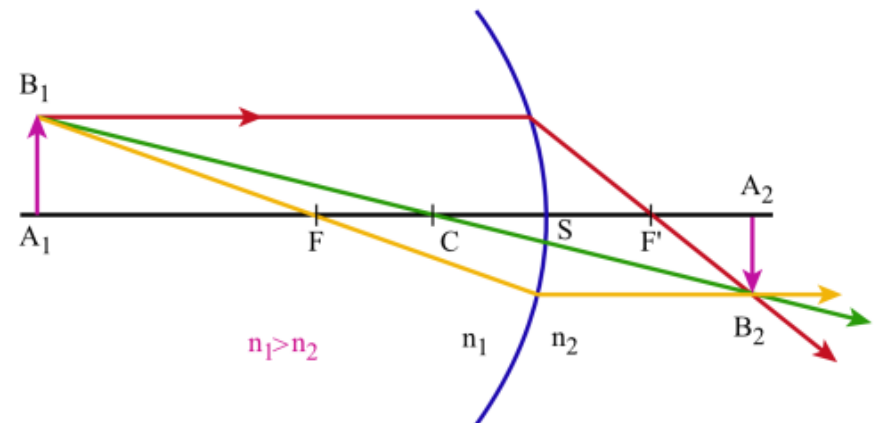
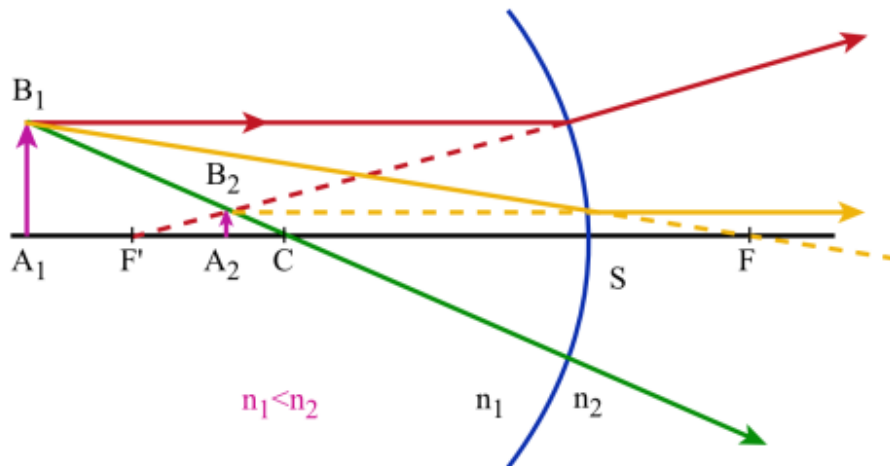
si $n_1 < n_2$, F' est virtuel

si $n_1 > n_2$, F' est réel

Foyer Objet F : $\overline{SF} = \overline{SC} \frac{n_1}{n_1 - n_2}$

si $n_1 < n_2$, F est virtuel

si $n_1 > n_2$, F est réel

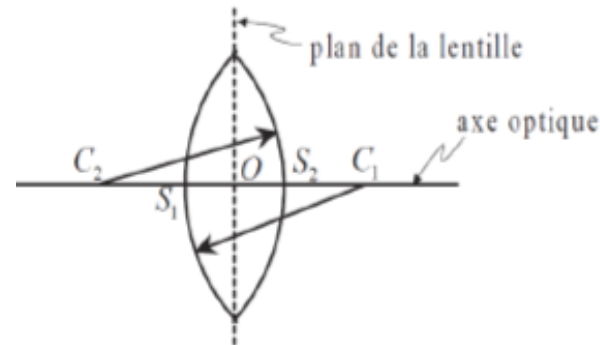
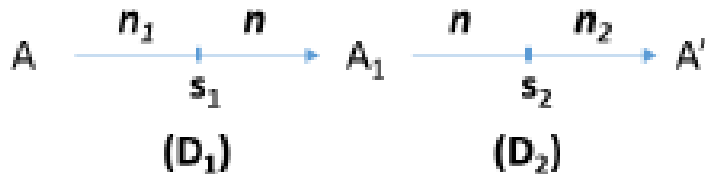


Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces et lentilles épaisses

Formule de conjugaison et de grandissement

Une lentille est un système centré formé de deux dioptries dont l'un au moins est un dioptre sphérique.



V (vergence de la lentille) = V_1 (dioptre 1) + V_2 (dioptre 2)

$$V = \frac{1}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}}$$

γ (grandissement de la lentille) = γ_1 (dioptre 1) * γ_2 (dioptre 2)

$$\gamma = \gamma_1 \times \gamma_2 = \frac{n_1 \overline{S_1 A_1}}{n \overline{S_1 A}} \times \frac{n \overline{S_2 A'}}{n_2 \overline{S_2 A_1}}$$

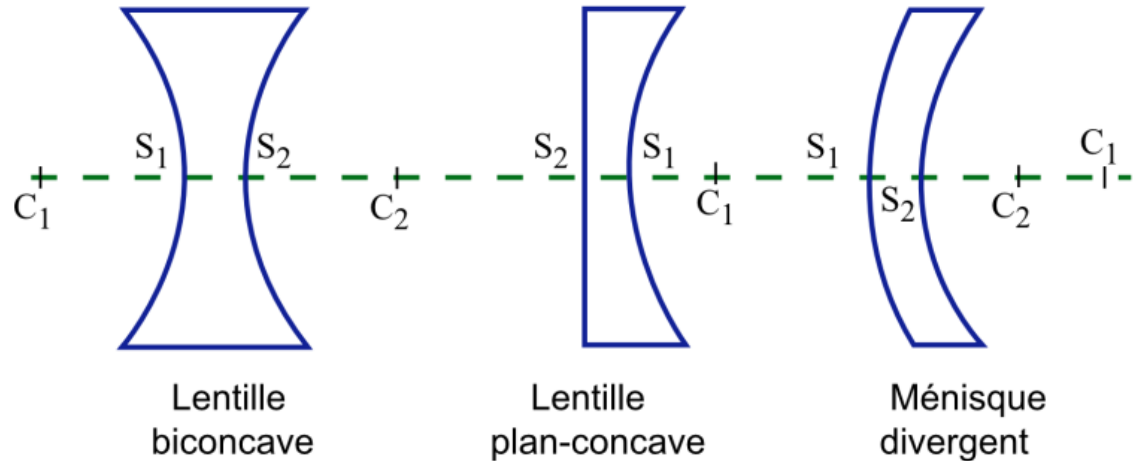
Une lentille est mince lorsque son épaisseur est négligeable devant les rayons de courbure de ses deux faces ($S_1 \equiv S_2 \equiv S$)

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1 \overline{SA'}}{n_2 \overline{SA}} = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

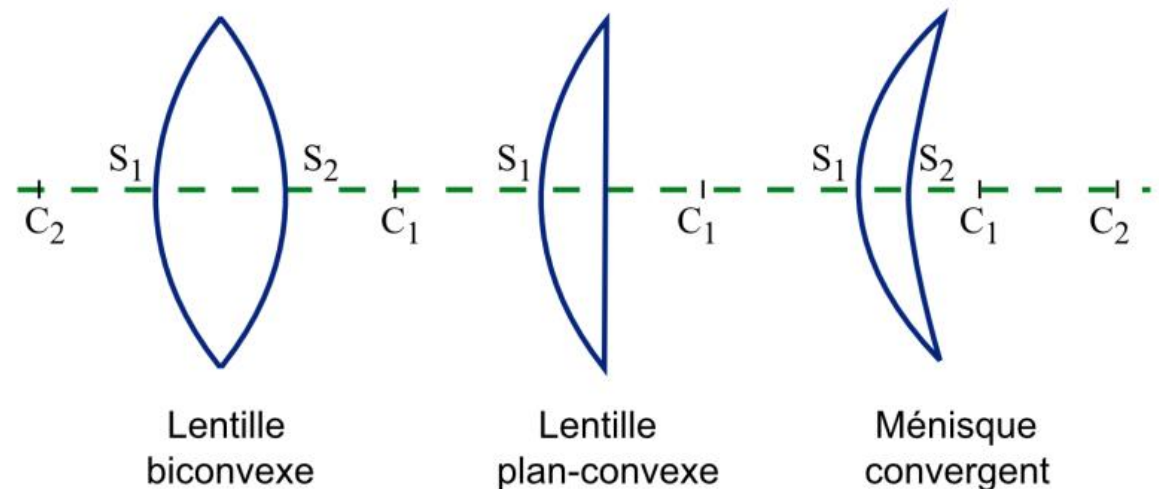
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces - classification

Les lentilles à bords épais



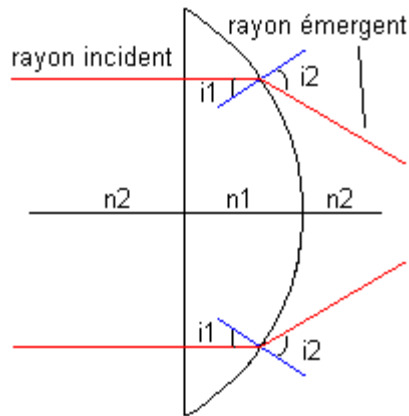
Les lentilles à bords minces



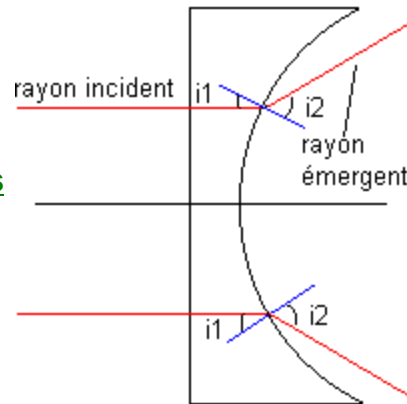
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Lentille convergente - Lentille divergente

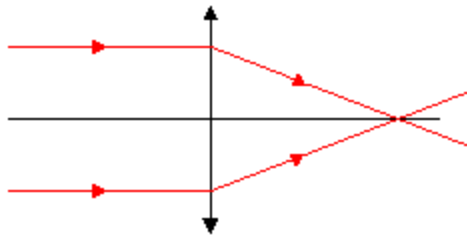


Une lentille mince à bords minces est convergente.

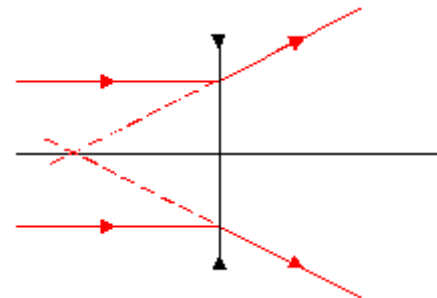


Une lentille mince à bords épais est divergente.

Représentation de la lentille convergente et divergente:



Lentille convergente



Lentille divergente

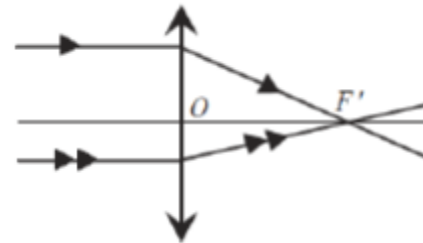
Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Foyer image et foyer objet

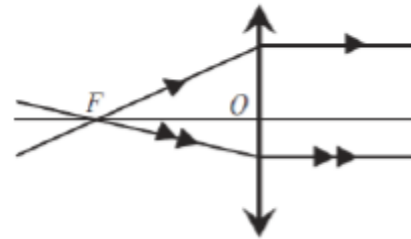
Foyer image F'

$$\overline{OF'} = \frac{1}{V}$$



Foyer objet F

$$\overline{OF} = -\frac{1}{V}$$



F et F' sont symétriques par rapport à O.

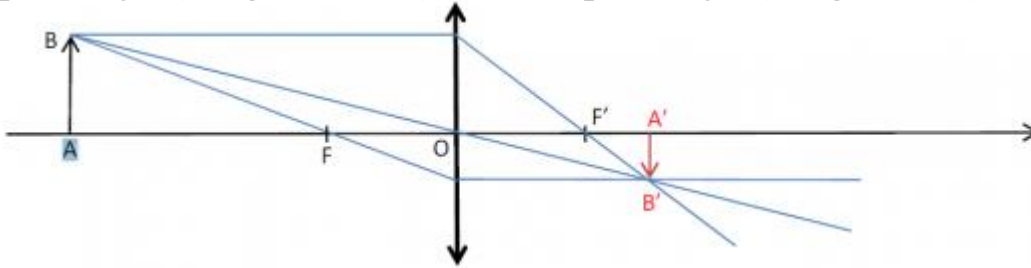
Pour une lentille convergente, F et F' sont réels, alors que pour une lentille divergente, ils sont virtuels.

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Image réelle (Lentille convergente)

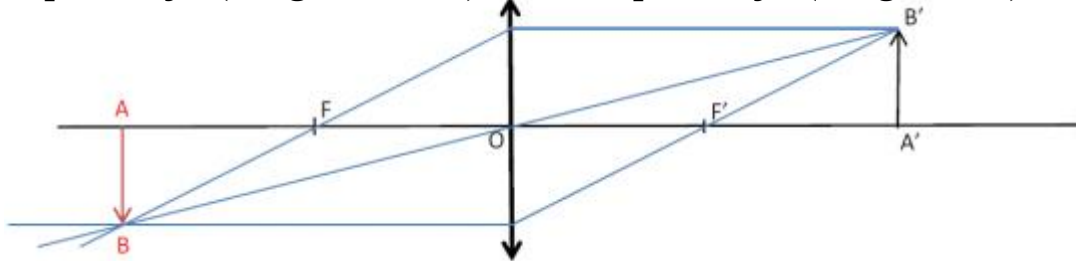
Espace objet (image virtuelle)



Espace objet (image réelle)

Image est réelle renversée
 $OA > 2f$

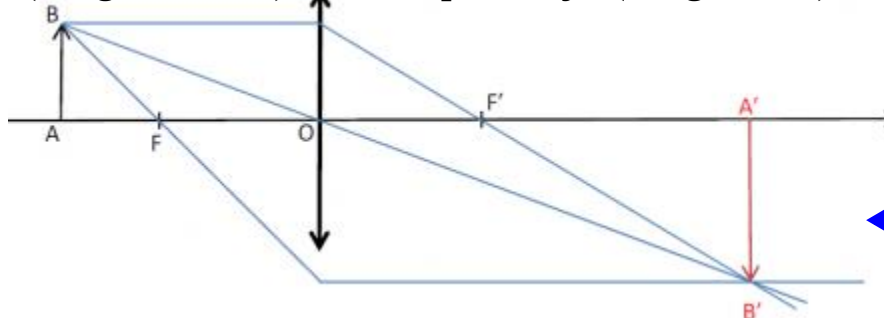
Espace objet (image virtuelle)



Espace objet (image réelle)

Image est réelle renversée
 $OA = 2f$

Espace objet (image virtuelle)



Espace objet (image réelle)

Image est réelle renversée
 $2f > OA > f$



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Image virtuelle (Lentille convergente)

Espace objet (image virtuelle)

Espace objet (image réelle)

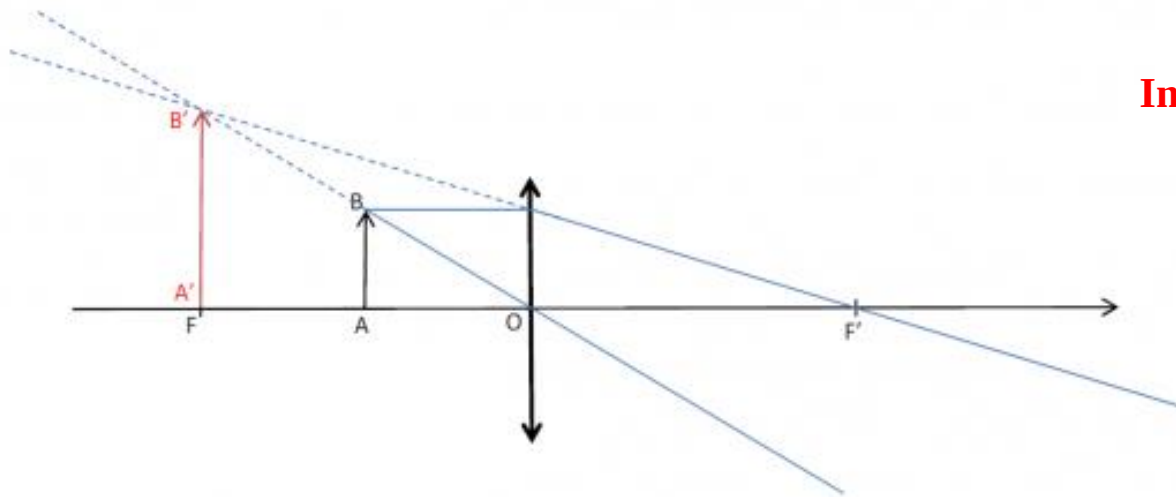


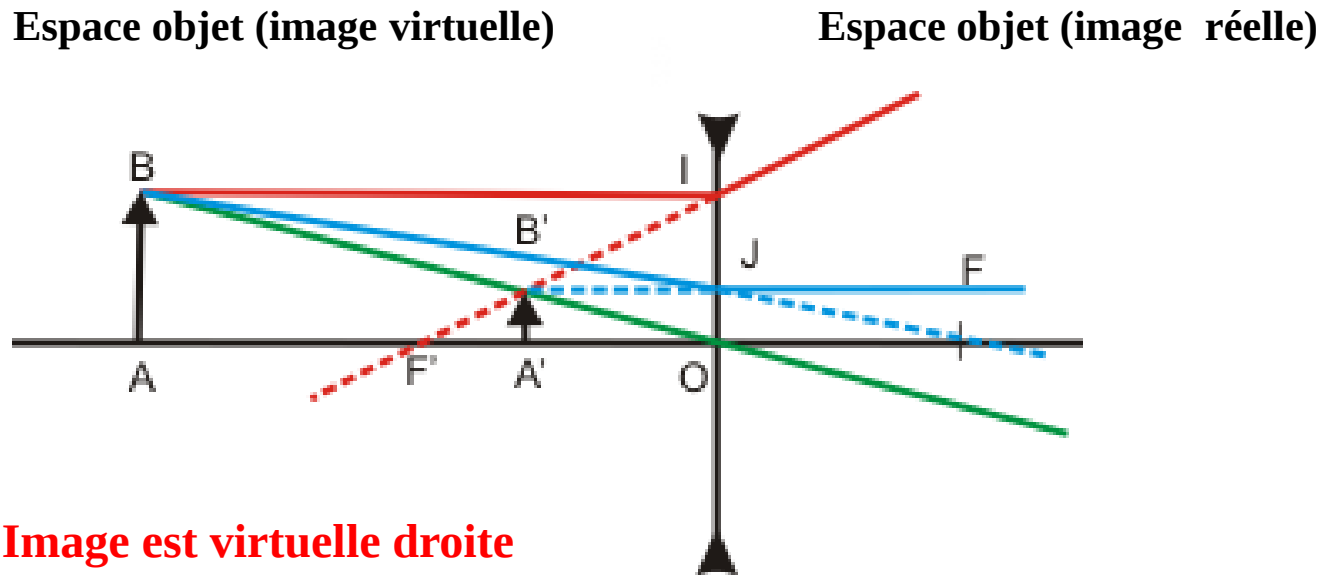
Image est virtuelle droite
 $OA < f$

L'image est virtuelle lorsqu'elle est située du même côté de la lentille que l'objet.

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Image virtuelle (Lentille divergente)

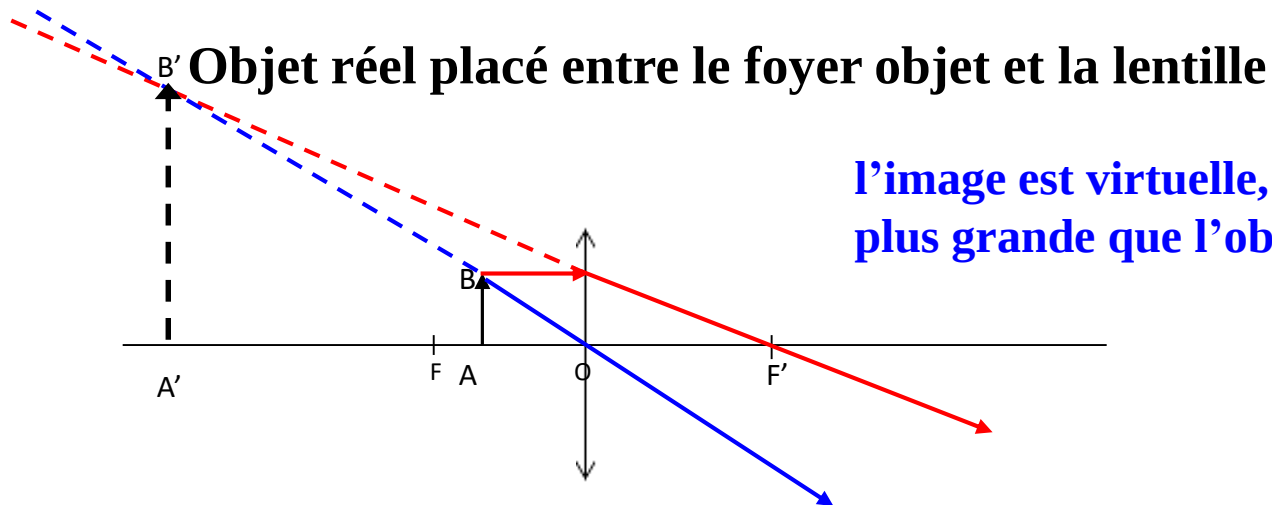
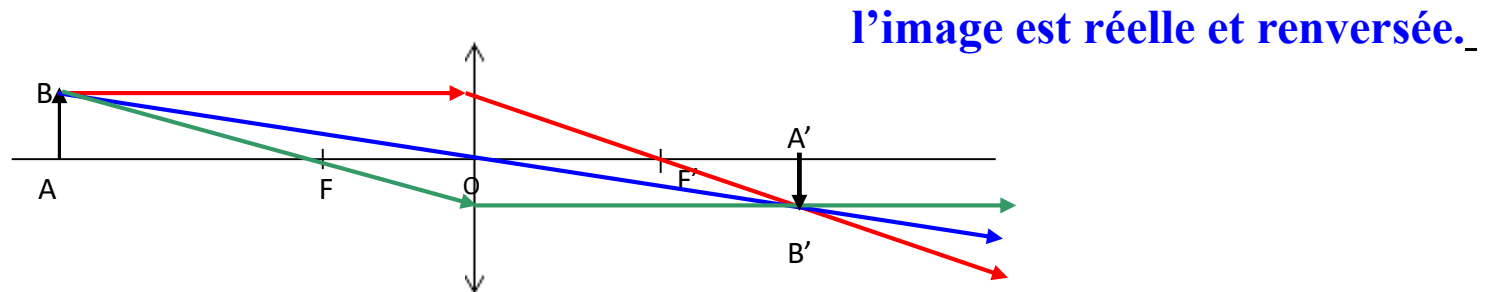


Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Construction de l'image d'un objet

Objet réel placé avant le foyer objet



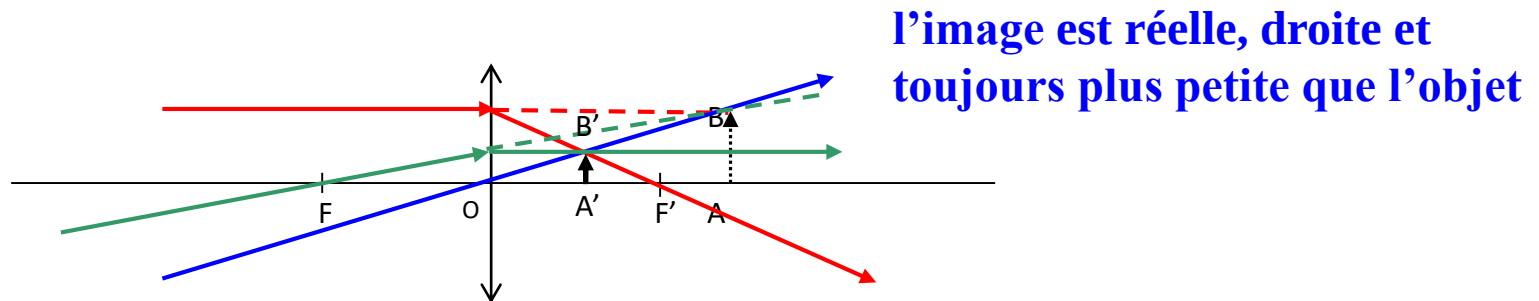
l'image est virtuelle, droite et toujours plus grande que l'objet: loupe

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

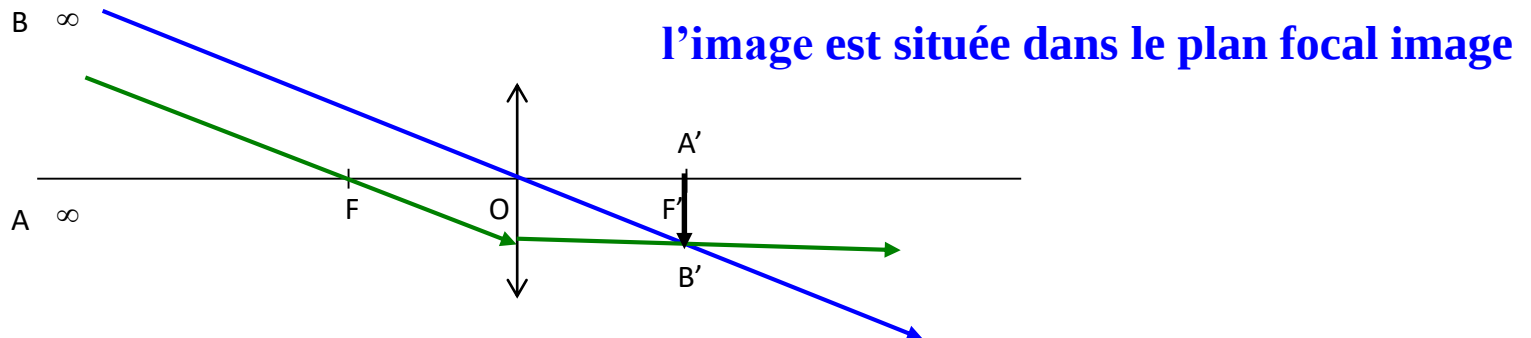
Les lentilles minces

Construction de l'image d'un objet

Objet virtuel



Objet situé à l'infini

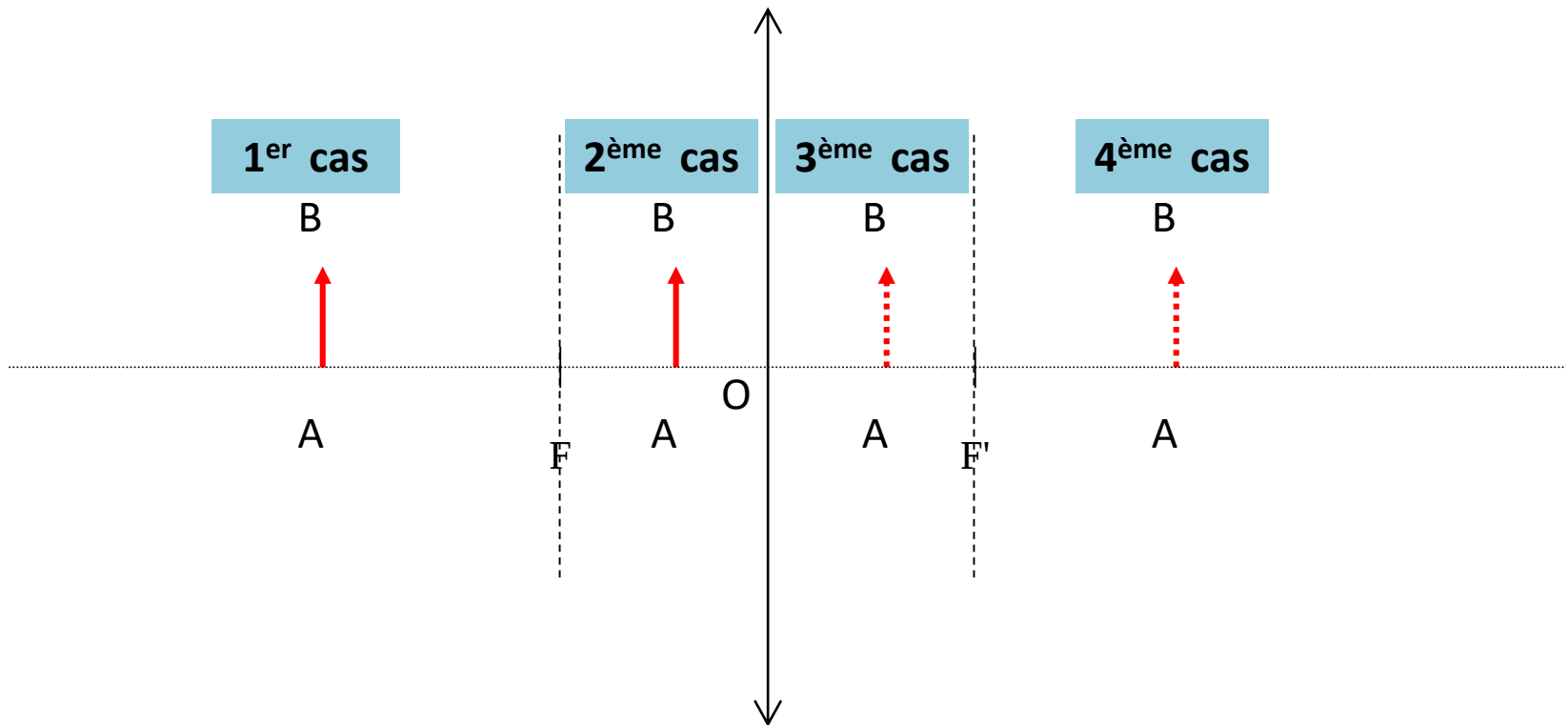


Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Construction de l'image A_1B_1 d'un objet AB

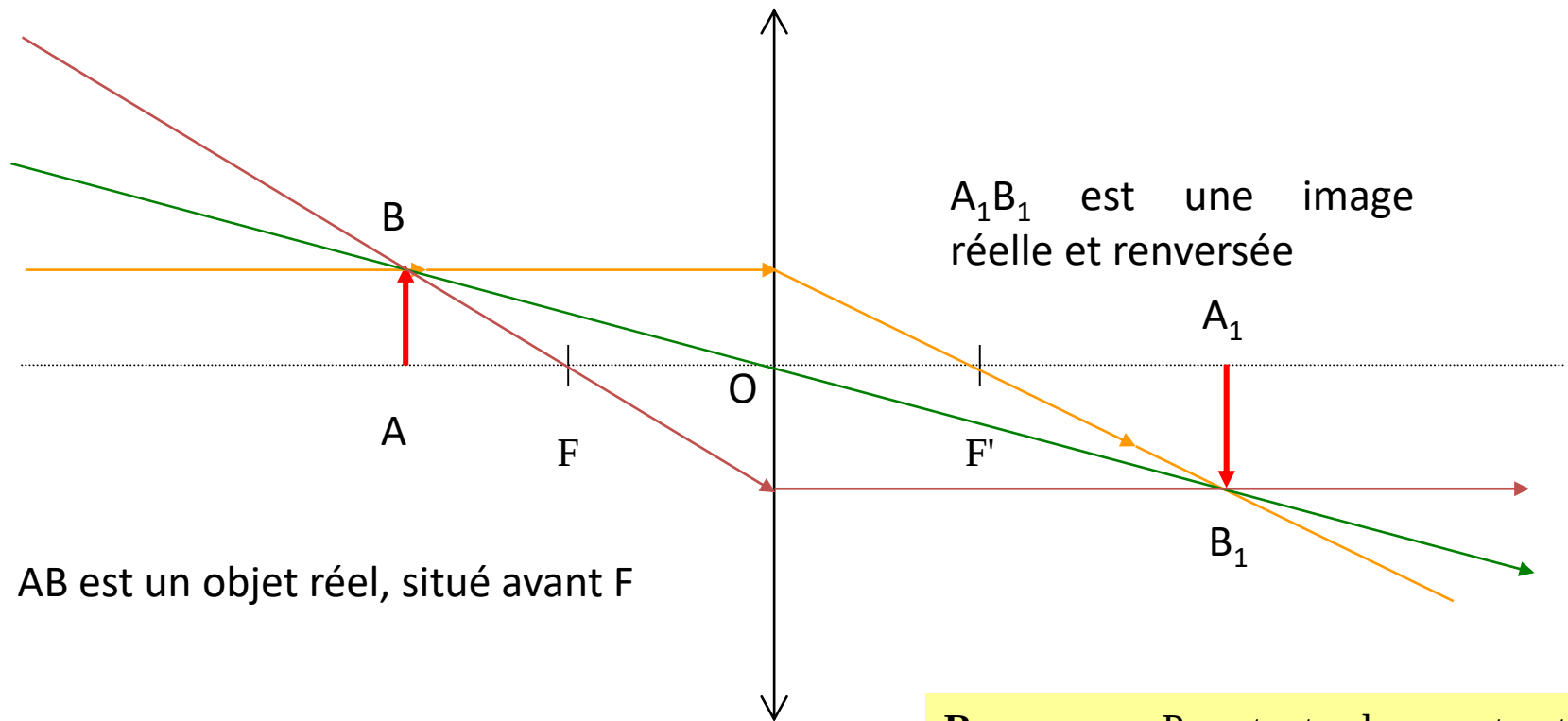
Suivant la position de l'objet, on distingue 4 situations.



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Construction de l'image A_1B_1 d'un objet AB



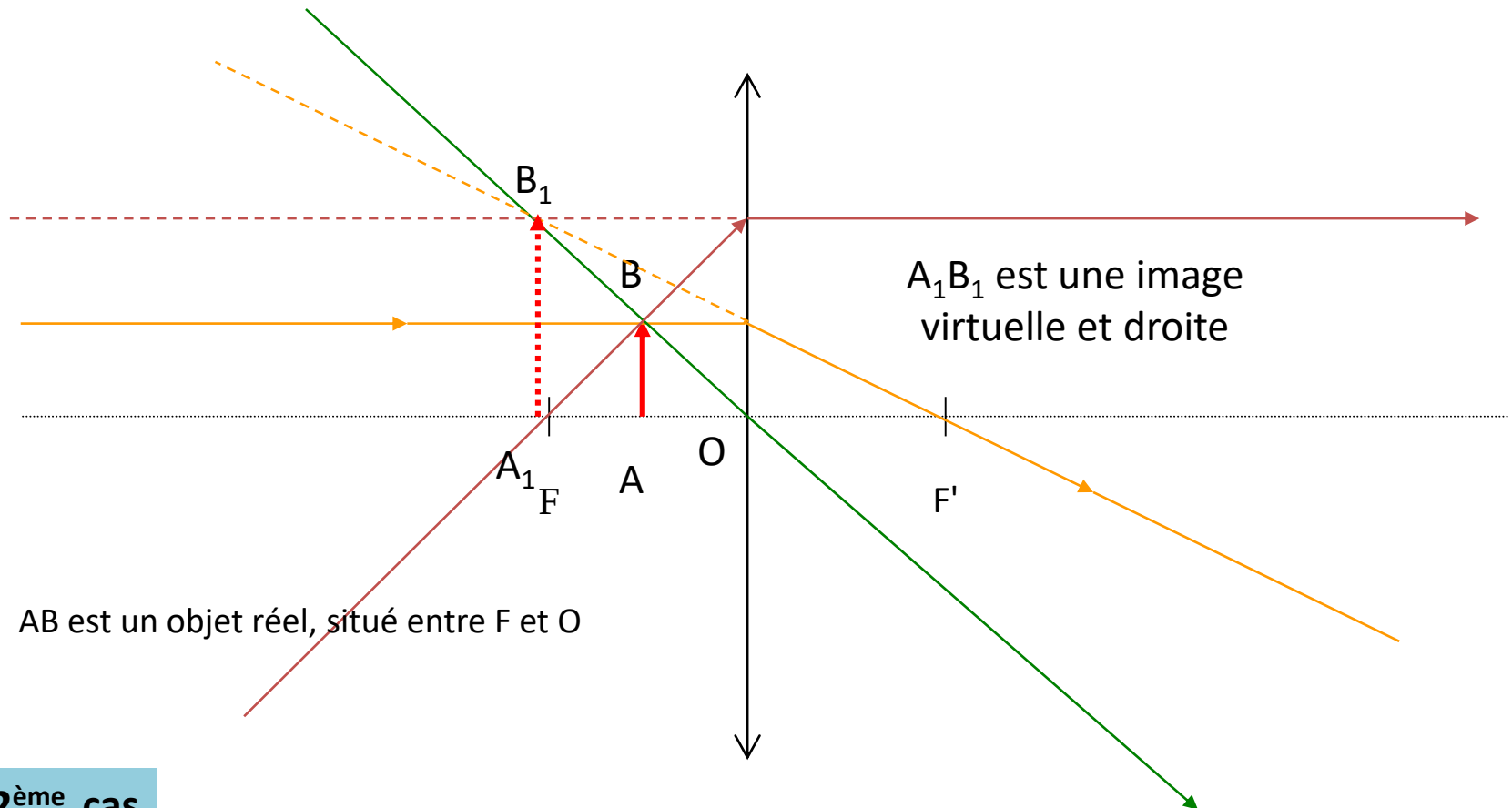
1^{er} cas

Remarque : Pour toutes les constructions d'image, il suffit de tracer deux rayons parmi les trois qui sont proposés.

Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

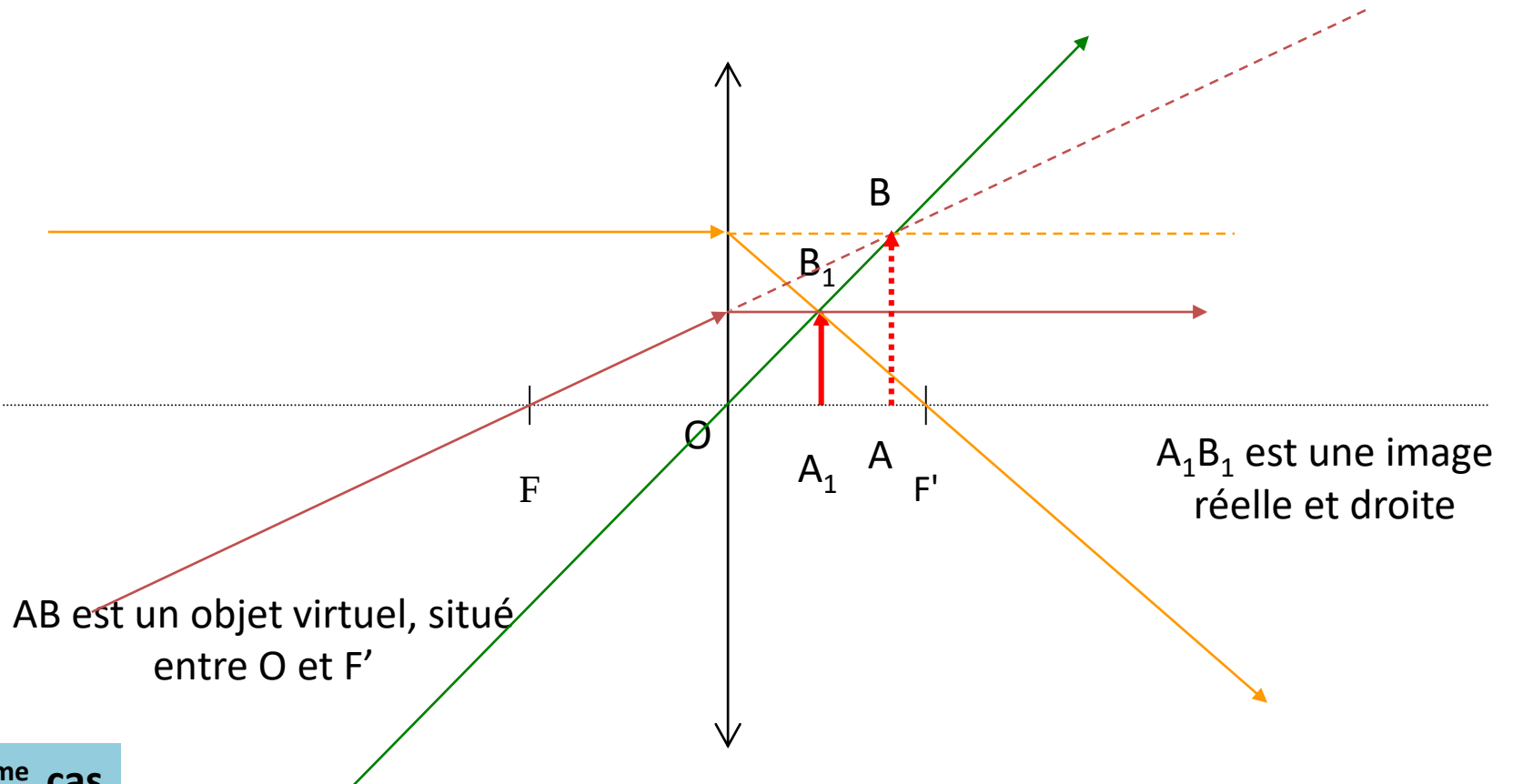
Construction de l'image A_1B_1 d'un objet AB



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

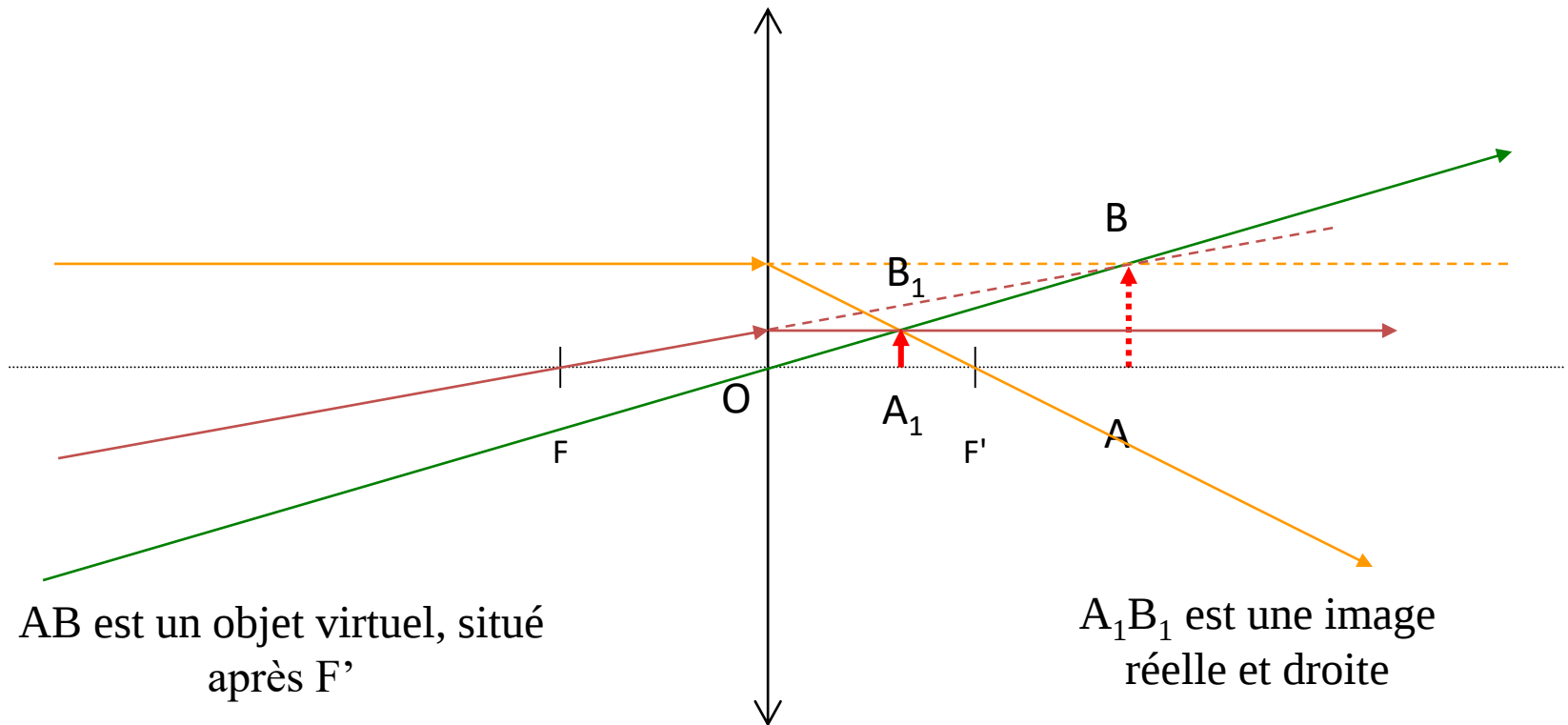
Construction de l'image A_1B_1 d'un objet AB



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Les lentilles minces

Construction de l'image A_1B_1 d'un objet AB



Chapitre IV : Base de l'optique géométrique

Miroir sphérique

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

$$V = \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

$$\overline{SF'} = \frac{1}{2}\overline{SC}$$

$$\overline{SF} = \frac{1}{2}\overline{SC}$$

Si $V > 0 \Rightarrow$ le système est convergent

Si $V < 0 \Rightarrow$ le système est divergent

Si $V = 0 \Rightarrow$ le système est afocal

Dioptre sphérique

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

$$V = \frac{n_2}{\overline{SA'}} - \frac{n_1}{\overline{SA}} = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_1 \overline{SA'}}{n_2 \overline{SA}}$$

$$\overline{SF'} = \overline{SC} \times \frac{n_2}{n_2 - n_1}$$

$$\overline{SF} = \overline{SC} \times \frac{n_1}{n_1 - n_2}$$

Si $\gamma > 0 \Rightarrow$ Image droite

Si $\gamma < 0 \Rightarrow$ Image renversée

Lentille

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

$$V = \frac{1}{\overline{SA'}} - \frac{1}{\overline{SA}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$$

$$\overline{OF'} = \frac{1}{V}$$

$$\overline{OF} = -\frac{1}{V}$$

Si $\gamma > 1 \Rightarrow$ Image agrandie

Si $\gamma < 1 \Rightarrow$ Image réduite

Si $\gamma = 1 \Rightarrow$ Taille de l'image =
Taille de l'objet