Chapitre 4
Les lentilles minces

Sidi M. Khefif

Département de Physique
EPST Tlemcen

10 février 2013

1. Généralités

1.1. Description

Définition : Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptres, les deux peuvent être sphériques ou l'un d'eux est sphérique et l'autre est plan. Le plus souvent, on les nomme *lentilles sphériques*.

1. Généralités

1.1. Description

Définition : Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptres, les deux peuvent être sphériques ou l'un d'eux est sphérique et l'autre est plan. Le plus souvent, on les nomme *lentilles sphériques*.

Dans notre cours, nous nous limiterons à l'étude des lentilles dites *minces*. C'est le cas des lentilles dont le rayon de courbure est (très) grand par rapport à l'épaisseur.

1. Généralités

1.1. Description

Définition : Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptres, les deux peuvent être sphériques ou l'un d'eux est sphérique et l'autre est plan. Le plus souvent, on les nomme *lentilles sphériques*.

Dans notre cours, nous nous limiterons à l'étude des lentilles dites *minces*. C'est le cas des lentilles dont le rayon de courbure est (très) grand par rapport à l'épaisseur. Si l'on note R_1, R_2 les rayons de courbure des deux dioptres, C_1, C_2 leurs centres respectifs et e l'épaisseur de la lentille, alors

$$e \ll R_1, \qquad e \ll R_2, \qquad \text{et} \qquad e \ll C_1C_2.$$

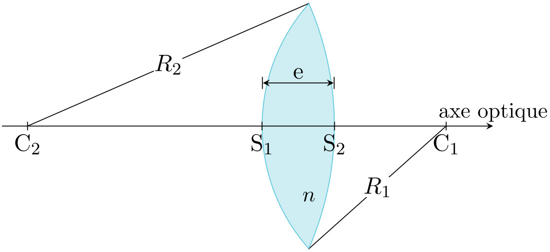

FIGURE : Lentille optique

1.2. Types de lentilles

1.2. Types de lentilles

On distingue deux familles de lentilles :

1.2. Types de lentilles

On distingue deux familles de lentilles :

1. Les lentilles à *bords minces*, elles sont *convergentes*.

1.2. Types de lentilles

On distingue deux familles de lentilles :

1. Les lentilles à *bords minces*, elles sont *convergentes*.
2. Les lentilles à *bords épais*, elles sont *divergentes*.

1.2. Types de lentilles

On distingue deux familles de lentilles :

1. Les lentilles à *bords minces*, elles sont *convergentes*.
2. Les lentilles à *bords épais*, elles sont *divergentes*.

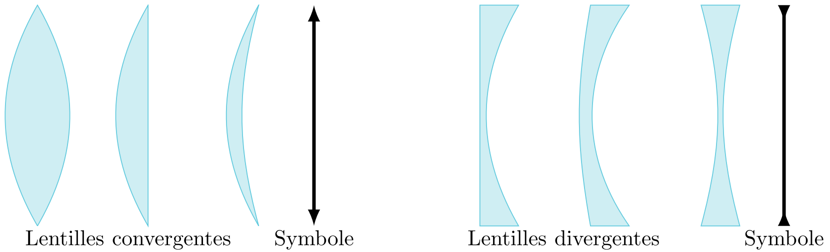

FIGURE : Les différentes formes de lentilles minces

2. Foyers

2.1. Centre optique

2. Foyers

2.1. Centre optique

Dans le cas des lentilles minces, les sommets S_1 et S_2 sont considérés comme confondus en un seul point O appelé *centre optique*.

2. Foyers

2.1. Centre optique

Dans le cas des lentilles minces, les sommets S_1 et S_2 sont considérés comme confondus en un seul point O appelé *centre optique*.

Définition : Le centre optique est le point de l'axe optique de la lentille par lequel passe un rayon réfracté correspondant à un rayon incident dont le rayon émergent correspondant lui est parallèle.

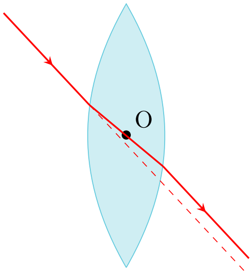

Figure : Centre optique d'une lentille

2.2 Foyer image

2.2 Foyer image

- Par définiton, l'image d'un point rejeté à l'infini sur l'axe est le foyer image F'.

2.2 Foyer image

- Par définiton, l'image d'un point rejeté à l'infini sur l'axe est le foyer image F'.
- Pour une lentille convergente, le foyer image est réel.

2.2 Foyer image

- Par définiton, l'image d'un point rejeté à l'infini sur l'axe est le foyer image F'.
- Pour une lentille convergente, le foyer image est réel.
- Pour une lentille divergente, le foyer image est virtuel.

2.2 Foyer image

- Par définiton, l'image d'un point rejeté à l'infini sur l'axe est le foyer image F'.
- Pour une lentille convergente, le foyer image est réel.
- Pour une lentille divergente, le foyer image est virtuel.
- On définit la distance focale image

$$f' = \overline{OF'}.$$

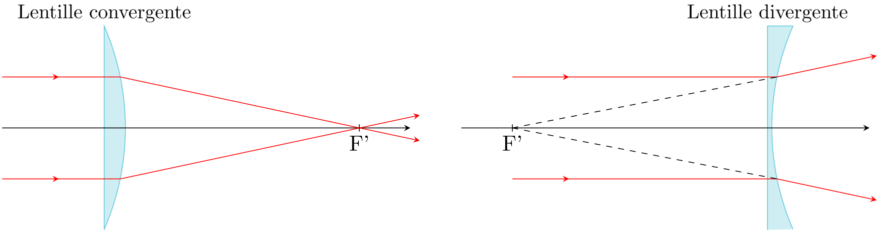

FIGURE : Foyers images

2.3 Foyer objet

2.3 Foyer objet

- Par définiton, un objet lumineux placé au foyer objet F aura pour image un point à l'infini sur l'axe.

2.3 Foyer objet

- Par définiton, un objet lumineux placé au foyer objet F aura pour image un point à l'infini sur l'axe.
- Pour une lentille convergente, le foyer objet est réel.

2.3 Foyer objet

- Par définiton, un objet lumineux placé au foyer objet F aura pour image un point à l'infini sur l'axe.
- Pour une lentille convergente, le foyer objet est réel.
- Pour une lentille divergente, le foyer objet est virtuel.

2.3 Foyer objet

- Par définiton, un objet lumineux placé au foyer objet F aura pour image un point à l'infini sur l'axe.
- Pour une lentille convergente, le foyer objet est réel.
- Pour une lentille divergente, le foyer objet est virtuel.
- De façon analogue, on définit la distance focale objet

$$f = \overline{OF}.$$

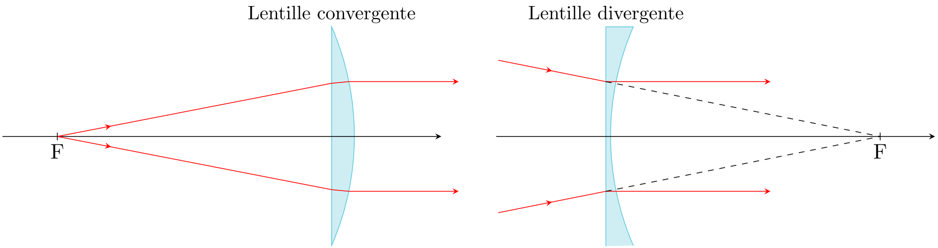

FIGURE : Foyers objets

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.
- Pour une lentille convergente, $f' > 0$.

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.
- Pour une lentille convergente, $f' > 0$.
- Pour une lentille divergente, $f' < 0$.

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a
$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$
- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.
- Pour une lentille convergente, $f' > 0$.
- Pour une lentille divergente, $f' < 0$.
- On définit la *vergence* V par
$$V \equiv \frac{1}{f'}.$$

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a

$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$

- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.
- Pour une lentille convergente, $f' > 0$.
- Pour une lentille divergente, $f' < 0$.
- On définit la *vergence* V par

$$V \equiv \frac{1}{f'}.$$

- V s'exprime en *dioptrie* (δ) ou m^{-1}.

2. Foyers (suite)

- Dans le cas des lentilles minces, si les milieux extrêmes sont identiques, on a
$$f = \overline{OF} = -\overline{OF'} = -f'$$
- Dans ce cas, le centre optique O est un centre de symétrie de la lentille.
- Même dans le cas des lentilles asymétriques, cette relation reste valide : lentilles minces.
- Pour une lentille convergente, $f' > 0$.
- Pour une lentille divergente, $f' < 0$.
- On définit la *vergence* V par
$$V \equiv \frac{1}{f'}.$$
- V s'exprime en *dioptrie* (δ) ou m^{-1}.
- Plus V est grand, plus la lentille est convergente.

3. Relations de conjugaison

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).
- À cette fin, on choisit de tracer trois rayons dont les directions de propagation sont connues :

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).
- À cette fin, on choisit de tracer trois rayons dont les directions de propagation sont connues :
    1. Le rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).
- À cette fin, on choisit de tracer trois rayons dont les directions de propagation sont connues :
  1. Le rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.
  2. Le rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique sur la lentille émerge en passant par F'.

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).
- À cette fin, on choisit de tracer trois rayons dont les directions de propagation sont connues :
  1. Le rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.
  2. Le rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique sur la lentille émerge en passant par F'.
  3. Le rayon qui passe par F avant d'intercepter la lentille émerge parallèlement à l'axe optique.

3. Relations de conjugaison

- Construisons l'image d'un objet transverse AB situé au delà du foyer de la lentille convergente : $|\overline{OA}| > |\overline{OF}|$.
- Notons que la démonstration qui suivra reste valable quelle que soit la position de l'objet et quelle que soit la nature de la lentille (mince).
- À cette fin, on choisit de tracer trois rayons dont les directions de propagation sont connues :
  1. Le rayon qui passe par le centre optique n'est pas dévié.
  2. Le rayon qui arrive parallèlement à l'axe optique sur la lentille émerge en passant par F'.
  3. Le rayon qui passe par F avant d'intercepter la lentille émerge parallèlement à l'axe optique.

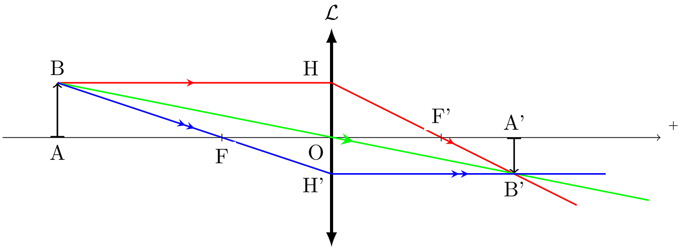

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

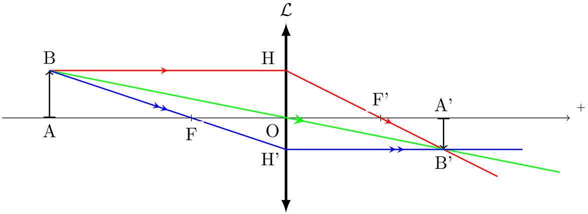

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

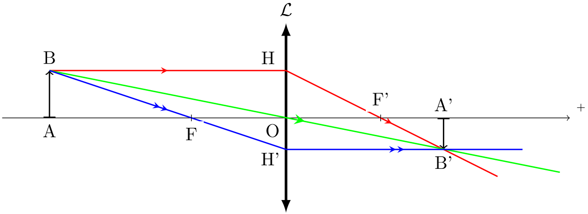

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OH'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}.$$

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

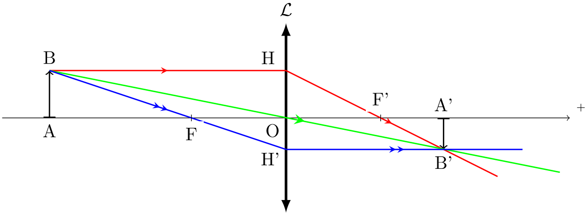

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OH'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}.$$

Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles HOF' et $F'A'B'$:

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

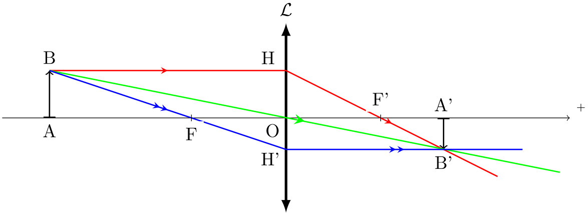

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OH'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}.$$

Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles HOF' et $F'A'B'$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OH}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}.$$

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

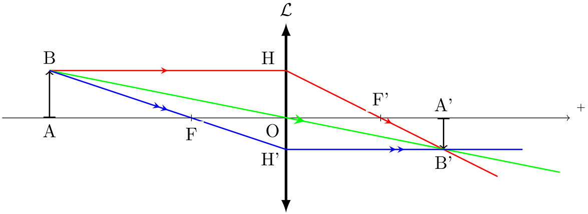

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OH'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}.$$

Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles HOF' et $F'A'B'$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OH}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}.$$

En combinant les deux relations ci-dessus, on obtient :

3.1. Relations de Newton : origine aux foyers

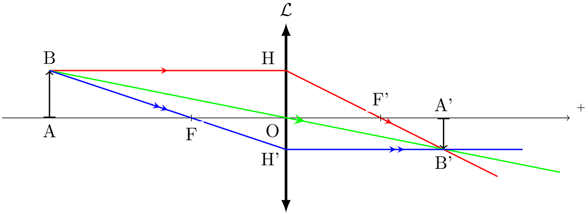

FIGURE : Construction de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente

Soit γ le grandissement de la lentille. Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles ABF et $OH'F$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OH'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}}.$$

Appliquons le théorème de Thalès dans les triangles HOF' et $F'A'B'$:

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{OH}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}.$$

En combinant les deux relations ci-dessus, on obtient :

$$\overline{F'A'}\,\overline{FA} = \overline{F'O}\,\overline{FO} = -f'^2 = ff'.$$

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

$$(\overline{F'O} + \overline{OA'})(\overline{FO} + \overline{OA}) = -f'^2$$

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

$$(\overline{F'O} + \overline{OA'})(\overline{FO} + \overline{OA}) = -f'^2$$

On remplace $\overline{F'O}$ par $-f'$ et $\overline{FO}$ par f', et on obtient :

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

$$(\overline{F'O} + \overline{OA'})(\overline{FO} + \overline{OA}) = -f'^2$$

On remplace $\overline{F'O}$ par $-f'$ et $\overline{FO}$ par f', et on obtient :

$$f'\overline{OA'} - f'\overline{OA} + \overline{OA}\,\overline{OA'} = 0.$$

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

$$(\overline{F'O} + \overline{OA'})(\overline{FO} + \overline{OA}) = -f'^2$$

On remplace $\overline{F'O}$ par $-f'$ et $\overline{FO}$ par f', et on obtient :

$$f'\overline{OA'} - f'\overline{OA} + \overline{OA}\,\overline{OA'} = 0.$$

En divisant le dernier résultat par $f'\overline{OA}\,\overline{OA'}$, on a :

3.2. Relations de Descartes : origine au centre

On applique le théorème de Thalès aux triangles OAB et $OA'B'$:

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

Transformons la relation de conjugaison de Newton :

$$(\overline{F'O} + \overline{OA'})(\overline{FO} + \overline{OA}) = -f'^2$$

On remplace $\overline{F'O}$ par $-f'$ et $\overline{FO}$ par f', et on obtient :

$$f'\overline{OA'} - f'\overline{OA} + \overline{OA}\,\overline{OA'} = 0.$$

En divisant le dernier résultat par $f'\overline{OA}\,\overline{OA'}$, on a :

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

3.3. Lentilles accolées

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.
- Soit A un point lumineux sur l'axe optique. La lentille $\mathcal{L}_1$ en donne une image A_1 qui devient objet pour $\mathcal{L}_2$, laquelle en donne une image finale A'.

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.
- Soit A un point lumineux sur l'axe optique. La lentille $\mathcal{L}_1$ en donne une image A_1 qui devient objet pour $\mathcal{L}_2$, laquelle en donne une image finale A'.
- Relions la position de A' avec celle de A par rapport au centre optique commun O :

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.
- Soit A un point lumineux sur l'axe optique. La lentille $\mathcal{L}_1$ en donne une image A_1 qui devient objet pour $\mathcal{L}_2$, laquelle en donne une image finale A'.
- Relions la position de A' avec celle de A par rapport au centre optique commun O :

$$\begin{cases} \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V_1 \\ \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = V_2 \end{cases}$$

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.
- Soit A un point lumineux sur l'axe optique. La lentille $\mathcal{L}_1$ en donne une image A_1 qui devient objet pour $\mathcal{L}_2$, laquelle en donne une image finale A'.
- Relions la position de A' avec celle de A par rapport au centre optique commun O :

$$\begin{cases} \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V_1 \\ \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = V_2 \end{cases}$$

d'où

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V_1 + V_2.$$

3.3. Lentilles accolées

- Considérons deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$ de vergences V_1 et V_2.
- Soit A un point lumineux sur l'axe optique. La lentille $\mathcal{L}_1$ en donne une image A_1 qui devient objet pour $\mathcal{L}_2$, laquelle en donne une image finale A'.
- Relions la position de A' avec celle de A par rapport au centre optique commun O :

$$\begin{cases} \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V_1 \\ \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = V_2 \end{cases}$$

d'où

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = V_1 + V_2.$$

Ainsi, deux lentilles minces accolées se comportent comme une lentille mince de centre optique le centre des deux lentilles et de vergence équivalente

$$V_{\mathrm{eq}} = V_1 + V_2.$$

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.
- Si l'objet est virtuel, il se situe à droite de la lentille.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.
- Si l'objet est virtuel, il se situe à droite de la lentille.
- Un rayon horizontal arrivant qur une lentille convergera en F' si elle est convergente et divergera en semblant venir de F' si la lentille est divergente.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.
- Si l'objet est virtuel, il se situe à droite de la lentille.
- Un rayon horizontal arrivant qur une lentille convergera en F' si elle est convergente et divergera en semblant venir de F' si la lentille est divergente.
- Un rayon passant ou se prolongeant en F ressortira horizontalement.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.
- Si l'objet est virtuel, il se situe à droite de la lentille.
- Un rayon horizontal arrivant qur une lentille convergera en F' si elle est convergente et divergera en semblant venir de F' si la lentille est divergente.
- Un rayon passant ou se prolongeant en F ressortira horizontalement.
- Un rayon passant par O n'est pas dévié.

4. Formation des images

4.1. Construction des rayons

La construction de l'image d'un objet étendu obéit aux règles suivantes :

- On se placera dans l'approximation de Gauss : stigmatisme et aplanétisme approchés.
- Pour trouver l'image d'un point, il suffit de considérer deux rayons issus de ce point.
- L'image d'un point sur l'axe optique est aussi sur l'axe optique.
- Si l'objet est réel, il est forcément à gauche de la lentille.
- Si l'objet est virtuel, il se situe à droite de la lentille.
- Un rayon horizontal arrivant qur une lentille convergera en F' si elle est convergente et divergera en semblant venir de F' si la lentille est divergente.
- Un rayon passant ou se prolongeant en F ressortira horizontalement.
- Un rayon passant par O n'est pas dévié.
- Une fois les rayons tracés, on détermine si l'image est réelle ou virtuelle.

4.2. Lentille convergente

4.2. Lentille convergente

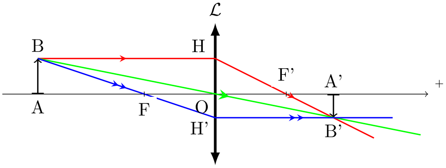

Figure : Lentille convergente : image et objet réels

4.2. Lentille convergente

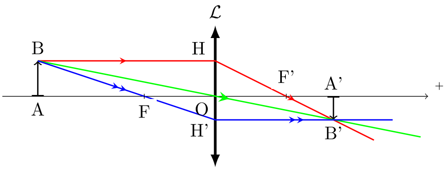

Figure : Lentille convergente : image et objet réels

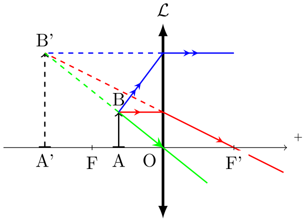

Figure : Lentille convergente : objet réel, image virtuelle

4.2. Lentille convergente

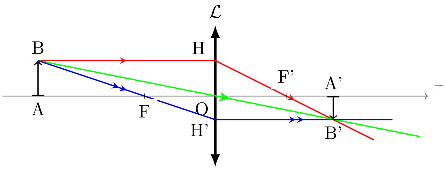

FIGURE : Lentille convergente : image et objet réels

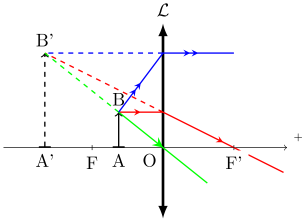

FIGURE : Lentille convergente : objet réel, image virtuelle

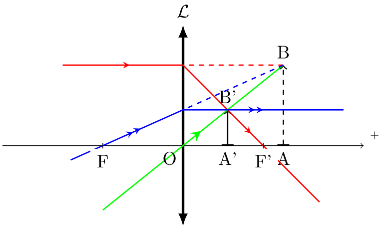

FIGURE : Lentille convergente : objet virtuel, image réel

4.3. Lentille divergente

4.3. Lentille divergente

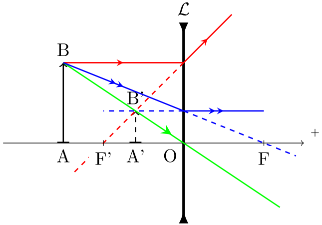

FIGURE : Lentille divergente : objet réel, image virtuelle

4.3. Lentille divergente

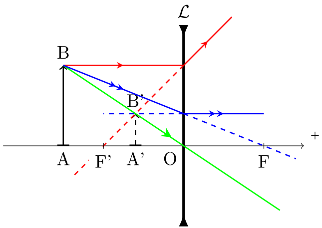

FIGURE : Lentille divergente : objet réel, image virtuelle

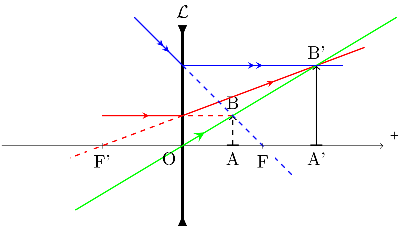

FIGURE : Lentille divergente : objet virtuel, image réelle

4.3. Lentille divergente

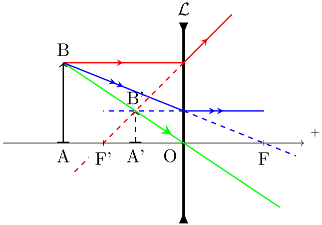

Figure : Lentille divergente : objet réel, image virtuelle

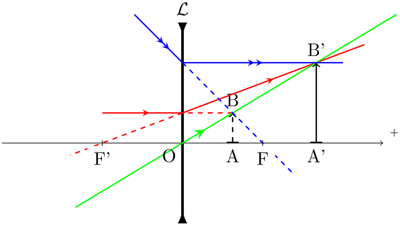

Figure : Lentille divergente : objet virtuel, image réelle

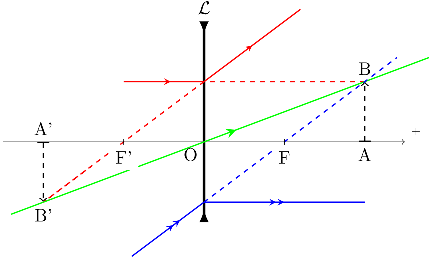

Figure : Lentille divergente : objet et image virtuels

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

On sait que les verres sont *dispersifs* ; une lumière bleue sera davantage déviée qu'une lumière rouge. Ainsi, dans les lentilles, le foyer image qui concentre les rayons parallèles à l'axe optique, a une position différente suivant la couleur de la lumière. La focale d'une lentille est de ce fait différente suivant la couleur ! On parle *d'abberations chromatiques*.

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

On sait que les verres sont *dispersifs* ; une lumière bleue sera davantage déviée qu'une lumière rouge. Ainsi, dans les lentilles, le foyer image qui concentre les rayons parallèles à l'axe optique, a une position différente suivant la couleur de la lumière. La focale d'une lentille est de ce fait différente suivant la couleur ! On parle *d'abberations chromatiques*.

On montre que la vergence $V = k(n-1)$, où n est l'indice optique du matériau composant de la lentille et k est un facteur géométrique qui est fonction des courbures des dioptres formant la lentille. On peut expliquer de la sorte l'origine des aberrations chromatiques ; le foyer rouge n'est pas au même endroit que le foyer bleu à cause de la dispersion.

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

On sait que les verres sont *dispersifs* ; une lumière bleue sera davantage déviée qu'une lumière rouge. Ainsi, dans les lentilles, le foyer image qui concentre les rayons parallèles à l'axe optique, a une position différente suivant la couleur de la lumière. La focale d'une lentille est de ce fait différente suivant la couleur ! On parle *d'abberations chromatiques*.

On montre que la vergence $V = k(n-1)$, où n est l'indice optique du matériau composant de la lentille et k est un facteur géométrique qui est fonction des courbures des dioptres formant la lentille. On peut expliquer de la sorte l'origine des aberrations chromatiques ; le foyer rouge n'est pas au même endroit que le foyer bleu à cause de la dispersion.

En lumière polychromatique, l'image que donne une lentille sera *irisée* : superposition d'images de couleurs différentes.

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

On sait que les verres sont *dispersifs* ; une lumière bleue sera davantage déviée qu'une lumière rouge. Ainsi, dans les lentilles, le foyer image qui concentre les rayons parallèles à l'axe optique, a une position différente suivant la couleur de la lumière. La focale d'une lentille est de ce fait différente suivant la couleur ! On parle *d'abberations chromatiques*.

On montre que la vergence $V = k(n-1)$, où n est l'indice optique du matériau composant de la lentille et k est un facteur géométrique qui est fonction des courbures des dioptres formant la lentille. On peut expliquer de la sorte l'origine des aberrations chromatiques ; le foyer rouge n'est pas au même endroit que le foyer bleu à cause de la dispersion.

En lumière polychromatique, l'image que donne une lentille sera *irisée* : superposition d'images de couleurs différentes.

Pour remédier à ce défaut, on associe des lentilles dont les effets chromatiques se compensent.

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

5. Aberrations

5.1. Aberrations chromatiques

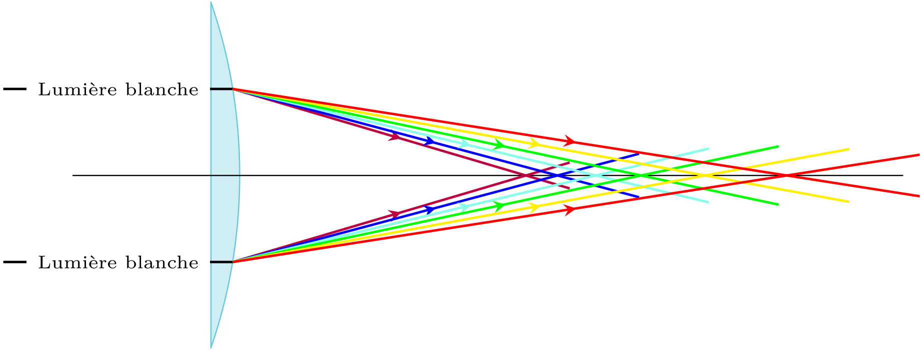

Figure : Aberration chromatique : le trajet des rayons lumineux dépend de la longueur d'onde

5.2. Aberrations géométriques

5.2. Aberrations géométriques

La lentille n'est pas un système optique rigoureusement stigmatique. On dit que la lentille présente des *aberrations géométriques*. Ces aberrations proviennent de la différence de convergence des rayons qui frappent la lentille loin ou près de son axe optique. Ces défauts s'observent surtout quand les rayons sont très inclinés par rapport à l'axe optique ou très éloignés de ce dernier.

5.2. Aberrations géométriques

La lentille n'est pas un système optique rigoureusement stigmatique. On dit que la lentille présente des *aberrations géométriques*. Ces aberrations proviennent de la différence de convergence des rayons qui frappent la lentille loin ou près de son axe optique. Ces défauts s'observent surtout quand les rayons sont très inclinés par rapport à l'axe optique ou très éloignés de ce dernier.

Comme pour les aberrations chromatiques, afin de remédier à ce défaut, on associe des lentilles dont les effets de sphéricité se compensent.

5.2. Aberrations géométriques

La lentille n'est pas un système optique rigoureusement stigmatique. On dit que la lentille présente des *aberrations géométriques*. Ces aberrations proviennent de la différence de convergence des rayons qui frappent la lentille loin ou près de son axe optique. Ces défauts s'observent surtout quand les rayons sont très inclinés par rapport à l'axe optique ou très éloignés de ce dernier.

Comme pour les aberrations chromatiques, afin de remédier à ce défaut, on associe des lentilles dont les effets de sphéricité se compensent.

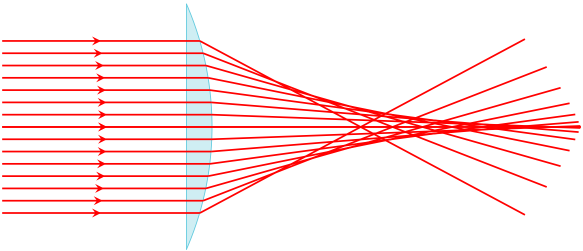

FIGURE : Aberration géométrique