

Les lentilles - Les lentilles divergentes

Notes rédigées par Laurent ZIMMERMANN

Résumé Explication du fonctionnement et de la modélisation des lentilles divergentes.

Vidéo <https://clipedia.be/videos/les-lentilles-divergentes>

Cette séquence exploite des notions vues dans la séquence consacrée à la relation de conjugaison des lentilles :

<https://clipedia.be/videos/la-relation-de-conjugaison-des-lentilles>

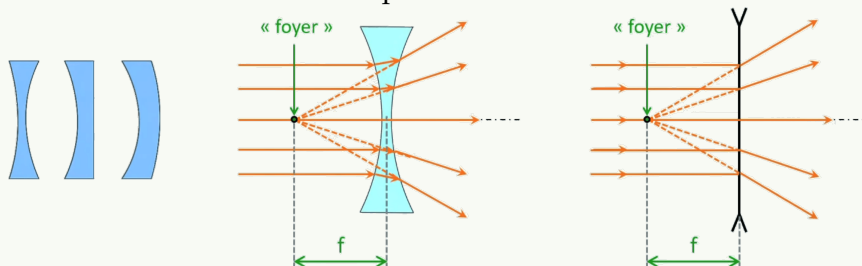
Il est nécessaire de les avoir présentes à l'esprit pour suivre cette séquence-ci.

L'essentiel

- Chaque lentille sphérique considérée précédemment était plus épaisse sur son axe optique qu'à son bord. La loi de Snell a permis de prévoir qu'une telle lentille fait converger vers un point de son axe optique (son *foyer*) les rayons lumineux d'un faisceau incident parallèle à son axe optique. Elle est qualifiée de lentille convergente. Plusieurs formes sont possibles pour une lentille convergente : biconvexe, plan-convexe, ménisque convexe.



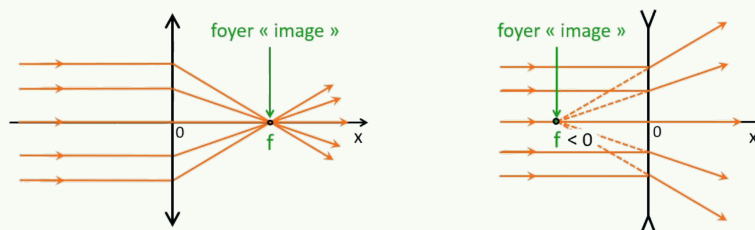
- Cette séquence est consacrée aux lentilles sphériques plus minces sur leur axe optique qu'à leur bord. La loi de Snell permet de prévoir qu'une telle lentille fait diverger les rayons lumineux d'un faisceau incident parallèle à son axe optique et qu'ils semblent diverger à partir d'un point de son axe optique (son *foyer*). Elle est qualifiée de lentille divergente. Plusieurs formes sont également possibles pour une lentille divergente : biconcave, plan-concave, ménisque concave. Une telle lentille est représentée par une double flèche avec les pointes vers l'intérieur.



- Son foyer est dit *virtuel* car il ne se trouve pas sur les rayons émergents proprement dits, mais sur leurs prolongements. Il est également possible de définir la distance focale f d'une lentille divergente.
- Les notions de foyer et de distance focale doivent être précisées et généralisées afin d'étendre la validité des formules des lentilles aux lentilles divergentes.

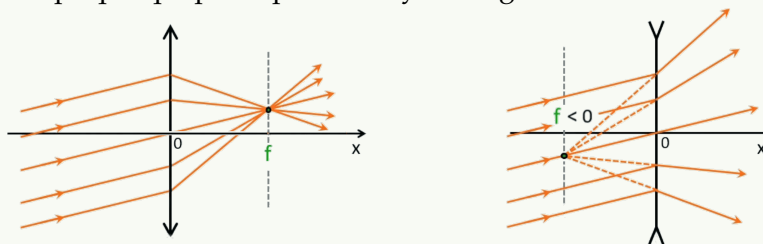
$$\text{Relation de conjugaison : } \frac{1}{x_i} - \frac{1}{x_o} = \frac{1}{f} \quad \text{Formule du grandissement : } \frac{y_i}{y_o} = \frac{x_i}{x_o}$$

- Le *foyer image* d'une lentille est le point d'intersection des rayons lumineux qui en *sortent* — ou de leurs prolongements — à condition qu'ils soient arrivés *parallèlement* à son axe optique.
 - ▷ Pour une lentille *convergente* il se trouve après elle, sur les rayons réfractés *eux-mêmes*, et il est qualifié de *réel*
 - ▷ Pour une lentille *divergente* il se trouve avant elle, sur les *prolongements* des rayons réfractés et il est qualifié de *virtuel*.



En d'autres termes, le foyer image (réel ou virtuel) est l'image (réelle ou virtuelle) d'un point à l'infini sur l'axe optique.

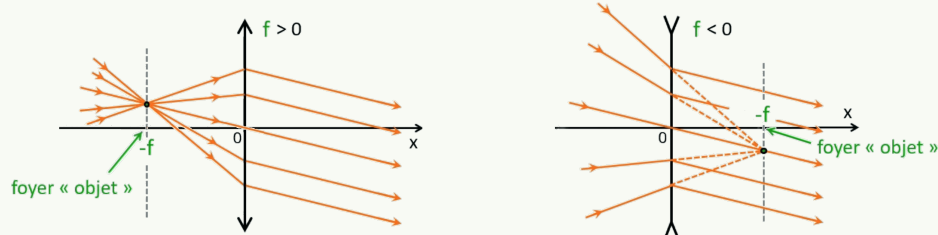
- La *distance focale* f est définie conventionnellement comme la valeur de l'*abscisse* (x) du foyer *image*. Elle est
 - ▷ positive pour une lentille convergente : $f > 0$ (foyer image réel);
 - ▷ négative pour une lentille divergente : $f < 0$ (foyer image virtuel).
- Le *plan focal image* d'une lentille (convergente ou divergente) est le plan perpendiculaire à son axe optique qui passe par son foyer image.



- Si de la lumière est renvoyée sur elle-même, elle parcourt exactement le même rayon lumineux en sens contraire, y compris lorsqu'elle subit une réfraction (la symétrie de la loi de Snell-Descartes lui permet de rendre compte de cette propriété). Par conséquent, inverser les flèches sur tous les rayons d'un schéma optique correct donne un autre schéma optique, correct lui aussi. Cette propriété est la propriété de *retour inverse* de la lumière.



- La propriété de retour inverse de la lumière appliqué au schéma précédent permet d'obtenir le suivant, moyennant une inversion gauche-droite de manière à retrouver le même sens de propagation de la lumière (vers la droite) que sur les autres schémas.



Il permet de mettre en évidence de nouvelles caractéristiques et propriétés des lentilles.

- Le *plan focal objet* d'une lentille est un plan symétrique à son plan focal image (situé à la même distance de la lentille). Il se trouve devant la lentille si elle est convergente et derrière elle si elle est divergente.

Le *foyer objet* est l'intersection de l'axe optique avec son plan focal objet.

La *distance focale image* peut être définie comme l'opposé de la distance focale objet : $f_{\text{image}} = -f_{\text{objet}}$.

Les rayons lumineux qui proviennent d'un point du plan focal objet d'une lentille (convergente ou divergente) en ressortent sous forme d'un faisceau de rayon parallèles entre eux. L'image de ce point se trouve à l'infini. (Si la lentille est divergente, un tel objet doit être virtuel, mais cette notion sort du cadre de cette séquence.)

Un point objet (virtuel) au foyer objet a son image sur l'axe optique à l'infini.

- Les caractéristiques principales des deux types de lentilles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

	Lentille convergente	Lentille divergente
Foyer objet	réel (avant)	virtuel (après)
Foyer image	réel (après)	virtuel (avant)
Distance focale	positive	négative

Les termes « avant » et « après » se réfèrent au sens de propagation de la lumière.

- Les propriétés des lentilles décrites dans ces séquences ne sont que des approximations, mais qui sont d'autant meilleures que les lentilles sont minces. Or une lentille mince possède forcément une distance focale beaucoup plus grande que son diamètre. Pour de nombreux usages, cela ne convient pas. Des lentilles épaisses de formes différentes et judicieusement choisies peuvent néanmoins être associées pour fournir une combinaison dont la distance focale est réduite et qui possède néanmoins les mêmes qualités optiques qu'une lentille mince, c'est-à-dire qui sont (presque) parfaitement décrits par les deux lois vues précédemment.

