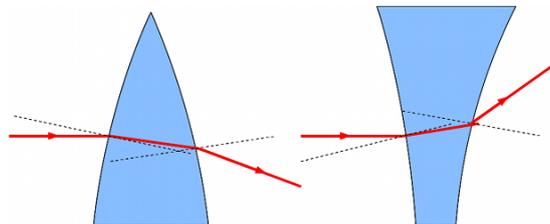


# Formation des images optiques

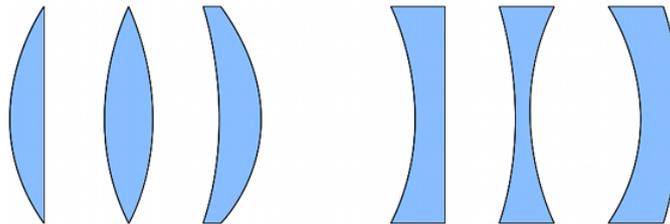
## Document 1 : Classification des lentilles sphériques

Les lois de Descartes sont à l'origine de la déviation des rayons lumineux par les lentilles. Le caractère convergent ou divergent dépend de la courbure relative des deux dioptries air-verre, et se retrouve en se rappelant que le rayon est plus proche de l'axe dans le milieu le plus réfringent, donc ici dans la lentille.

Une lentille convergente, à gauche, dévie les rayons vers son axe optique : elle est de type convexe et a donc les bords plus minces que le centre. Au contraire, une lentille divergente, à droite, éloigne les rayons de son axe optique : elle est de type concave et a donc les bords plus épais que le centre.

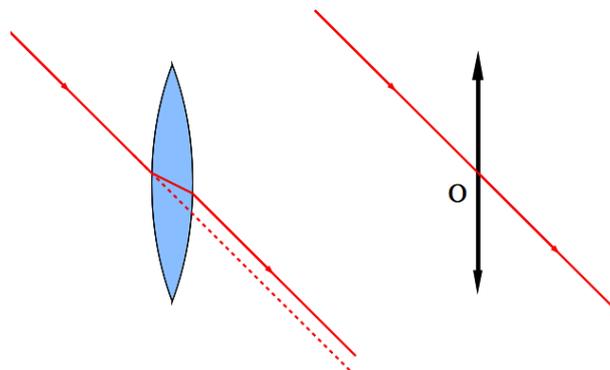


Les lentilles convergentes peuvent être de type plan convexe, biconvexe ou ménisque convergent, de gauche à droite sur la figure ci-dessous. Les lentilles divergentes peuvent être de type plan concave, biconcave ou ménisque divergent, à nouveau de gauche à droite sur la figure ci-dessous.



Figures extraites du site de l'Observatoire de Paris, <http://media4.obspm.fr/>

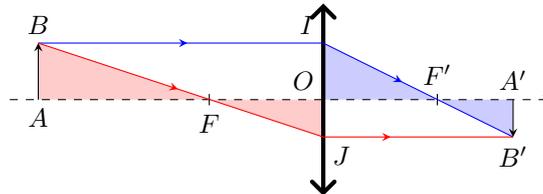
## Document 2 : Centre optique d'une lentille mince



Figures extraites du site de l'Observatoire de Paris, <http://media4.obspm.fr/>

### Document 3 : Démonstration des relations de conjugaison

Démontrons les relations de conjugaison et de grandissement dans le cas d'une lentille mince convergente. On raisonne sur le cas d'un objet réel  $AB$  donnant une image réelle  $A'B'$ , représenté ci-dessous, mais la démonstration peut s'étendre aux autres cas.



Commençons par établir la relation de grandissement de Newton avec origine au foyer. Comme  $\overline{OI} = \overline{AB}$ , alors le grandissement vaut  $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{OI}$ . En appliquant le théorème de Thalès aux triangles  $A'B'F'$  et  $F'OI$  colorés en bleu,

$$\gamma = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$$

Par ailleurs,  $\overline{OJ} = \overline{A'B'}$ , et donc  $\gamma = \overline{OJ}/\overline{A'B'}$ . Le théorème de Thalès appliqué aux triangles  $FOJ$  et  $FAB$  colorés en rouge conduit à

$$\gamma = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = -\frac{f}{\overline{FA}}$$

Comme  $f = -f'$ , égaliser ces deux expressions permet d'en déduire la relation de conjugaison avec origine au foyer,

$$\frac{\overline{F'A'}}{f'} = \frac{f}{\overline{FA}} \quad \text{soit} \quad \boxed{\overline{FA} \overline{F'A'} = \overline{FO} \overline{F'O} = -f'^2}$$

La relation de conjugaison avec origine au centre de Descartes se déduit directement de celle de Newton en faisant apparaître le point  $O$  par relation de Chasles dans les longueurs algébriques,

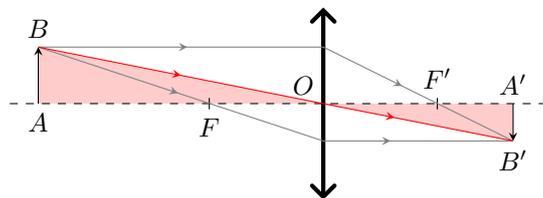
$$(\overline{FO} + \overline{OA})(\overline{F'O} + \overline{OA'}) = -f'^2$$

En remplaçant  $\overline{F'O}$  par  $-f'$  et  $\overline{FO}$  par  $-f = f'$  et en développant, les termes en  $f'^2$  se simplifient, ce qui donne

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

Diviser cette égalité par  $f' \overline{OA} \overline{OA'}$  conduit à

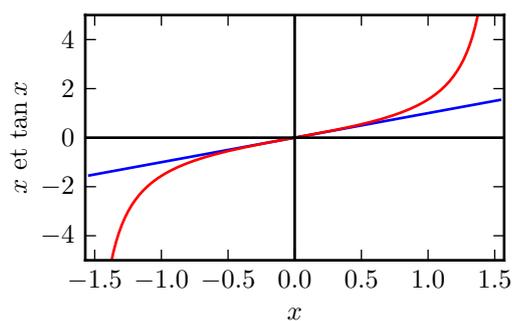
$$\frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{f'} = 0 \quad \text{d'où} \quad \boxed{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}}$$



Enfin, la relation de grandissement se déduit du théorème de Thalès appliqué aux triangles  $OAB$  et  $OA'B'$ , colorés sur la figure ci-dessus,

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

## Document 4 : Approximation de la tangente aux petits angles



$x$ (degré)	$0^\circ$	$10^\circ$	$20^\circ$
$x$ (radian)	0	0,17	0,35
$\tan x$	0	0,18	0,36
$x$ (degré)	$30^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$
$x$ (radian)	$\pi/6 \simeq 0,52$	0,7	$\pi/4 = 0,79$
$\tan x$	$1/\sqrt{3} \simeq 0,58$	0,84	1

**Figure 1 – Linéarisation d'une tangente.** Gauche : courbes représentatives des fonctions  $x \mapsto x$  et  $x \mapsto \tan x$ . Droite : tableau de quelques valeurs particulières.

On constate que pour  $x < 20^\circ$ , l'approximation des petits angles est précise à mieux que 3%, et que l'écart ne dépasse 10% qu'au delà de  $30^\circ$ .