

## Chapitre 4 - Les doublets de lentilles minces

On illustre ici à l'aide d'un applet Java la construction de l'image d'un objet à travers un doublet de lentilles minces. Un tel doublet constitue un petit instrument d'optique simple, permettant d'illustrer bon nombre de concepts de l'optique géométrique.

- [Matrice de transfert et éléments cardinaux.](#)
- [L'applet "Doublet de lentilles".](#)

### Matrice de transfert et éléments cardinaux

Conformément aux règles énoncées au [chapitre 2](#), la [matrice de transfert](#)  $M$  d'un doublet de deux [lentilles minces](#)  $L_1$  et  $L_2$  placées en  $E$  et  $S$  et séparées d'une distance  $e$  (et de matrices de transfert respectives  $M_1$  et  $M_2$ ) s'écrit :

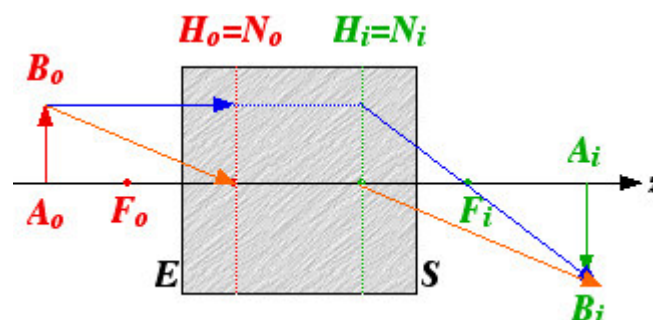
$$M = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ -V & T_{22} \end{bmatrix} = M_2 T_r(ES) M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/f_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & e \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/f_1 & 1 \end{bmatrix}$$

Contrairement au cas d'une [lentille mince](#) unique, [les points et plans principaux](#) ne sont plus triviaux (confondus avec le centre optique). Il devient très utile de les considérer pour la construction géométrique de l'image d'un objet. Notons que, comme nous considérons un doublet de lentilles plongé dans l'air ( $n = 1$ ), [les points nodaux](#) sont ici confondus avec les points principaux.

On utilisera donc les règles de construction suivantes :

- Un rayon issu de  $B_o$ , parallèle à l'axe optique est prolongé jusqu'au plan principal objet. Il émerge à partir du point du plan principal image situé à la même hauteur (car  $G_t = 1$  entre les plan principaux) et passe par le foyer image  $F_i$ .
- Un rayon issu de  $B_o$  passant par le point nodal objet  $N_o = H_o$  émerge parallèlement à lui-même à partir du point nodal image  $N_i = H_i$ .

Ces règles sont illustrées dans [l'applet ci-dessous](#) (cocher la case "Rayons via les plans principaux").



La [relation de conjugaison](#) s'écrit ici

$$-\frac{1}{p_o} + \frac{1}{p_i} = \frac{1}{f}$$

avec  $p_o = \overline{H_o A_o}$  et  $p_i = \overline{H_i A_i}$ . Le grandissement transversal est :

$$G_t = p_i / p_o$$

[\[Retour au début\]](#)


### L'applet "Doublet de lentilles"

L'applet suivant vise à illustrer graphiquement les règles de construction de l'image d'un objet à travers un doublet constitué de deux lentilles minces. Deux types de constructions sont proposées :

- Construction utilisant les plans principaux.
- Construction utilisant chaque lentille mince séparément (voir aussi [l'applet pour une seule lentille](#)).

**Principe de l'applet :** A l'aide de la souris, vous pouvez :

- Déplacer l'objet.
- Redimensionner l'objet en déplaçant son extrémité.
- Déplacer les foyers des lentilles 1 et 2.
- Rendre chaque lentille divergente ou convergente en faisant passer un de ses foyer de l'autre côté.
- Déplacer chaque lentille.
- Déplacer l'ensemble du doublet (en prenant son centre O).
- Cocher ou décocher les cases permettant de tracer les rayons.
- Double cliquer dans le fond de l'applet pour revenir à la configuration initiale.

Pour voir l'applet, cliquer sur la fusée Java ! 

**Note :** Au bas de l'applet, vous pouvez voir évoluer en temps réel les différentes matrices impliquées dans ce problème. Les matrices de transfert des lentilles sont ici désignées par  $M_1$  et  $M_2$  et celle du doublet par  $M$ .

### Suggestions d'exercices :

- Etudiez la formation de l'image pour différentes combinaisons : deux lentilles convergentes, deux lentilles divergentes, une lentille convergente et l'autre divergente.
- Quels sont les cas où l'on a une image virtuelle ?
- Réalisez un *microscope* et expliquez-en le principe.