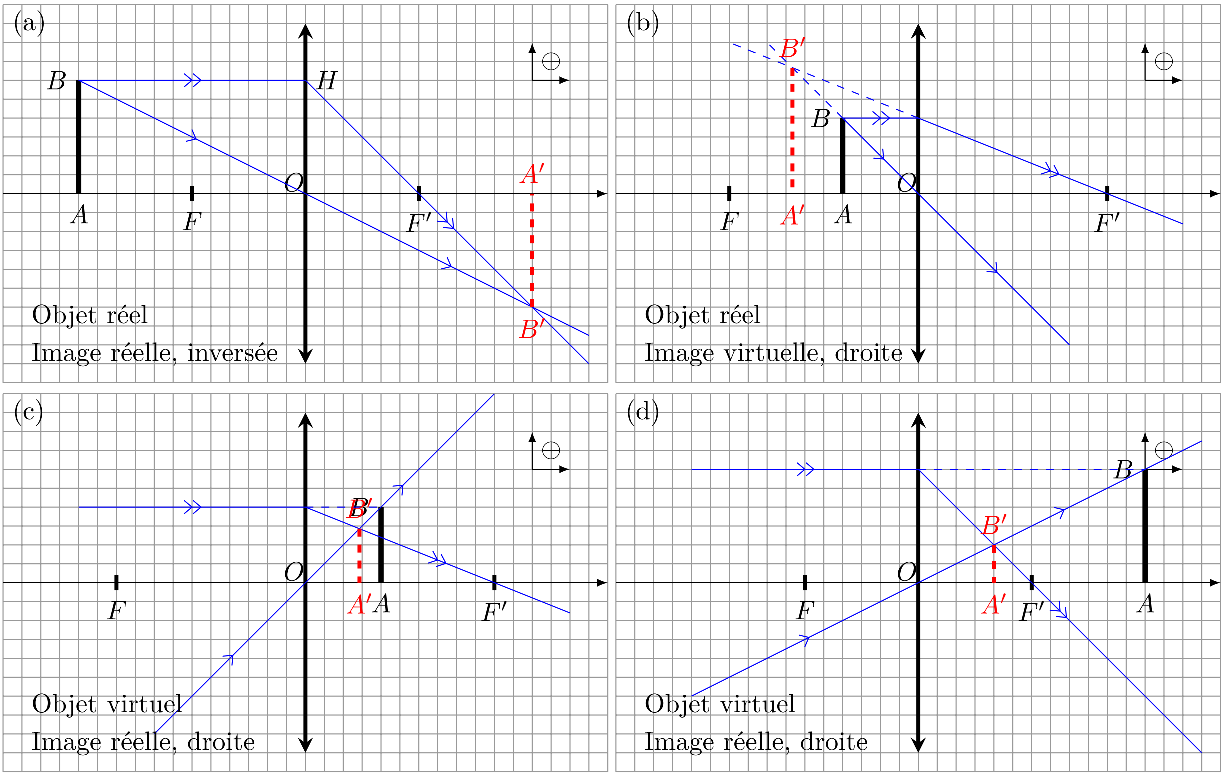
Préparation OS – TP 4

Focométrie de lentilles convergentes

I - Préparation

I.1 - Constructions géométriques

1. 

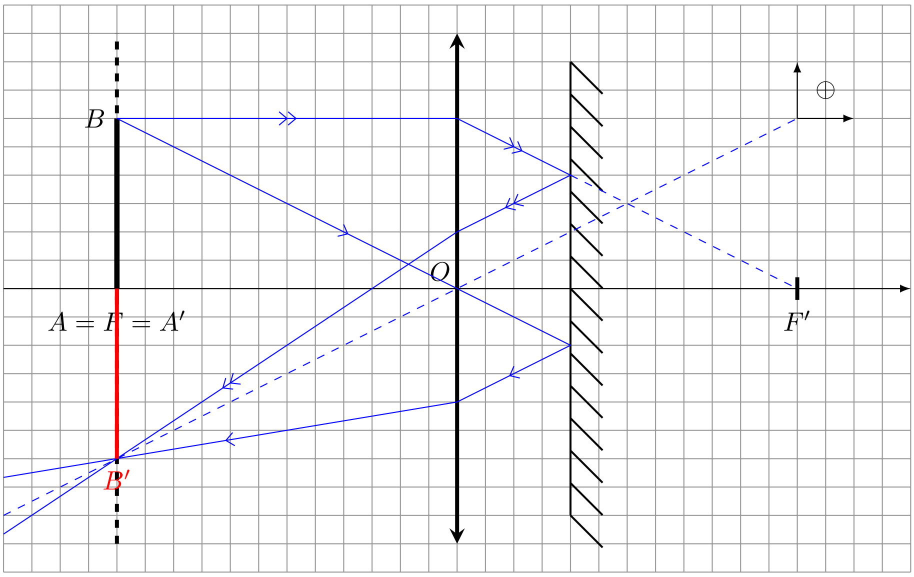
   (e) Objet réel éloigné : (a) ; Objet réel proche : (b)

2. On veut $\gamma = -1$, l'image doit donc être inversée, on est donc dans la situation du schéma (a). Sur ce schéma, si on note H le point d'intersection entre la lentille, le rayon incident parallèle à l'axe optique et le rayon émergeant passant par F', on a évidemment $AB = OH$. Par ailleurs, les triangles (OHF') et $A'B'F'$ sont semblables, on peut donc écrire $\frac{OH}{OF'} = \frac{A'B'}{F'A'}$ soit $F'A' = \frac{A'B'}{AB} OF'$. La condition $|\gamma| = 1$ amène alors à $F'A' = OF' = f'$ ou encore $OA' = 2f'$. On peut mener un raisonnement analogue entre les triangles (OAB) et $(OA'B')$ qui sont également semblable et obtenir alors $OA = 2f'$. L'objet et l'image étant réels, on a finalement $\boxed{\overline{OA} = -2f'}$ et $\boxed{\overline{OA'} = 2f'}$.
3. On déplace la lentille et l'écran jusqu'à avoir une image nette, inversée et de même taille. On mesure alors la distance D entre l'objet et l'écran. La focale de la lentille est alors $\boxed{f' = \dfrac{D}{4}}$.

I.2 - Formules de conjugaison

1. Voir cours.
2. La relation de grandissement de Descartes donne, pour $\gamma = -1$, $\overline{OA'} = -\overline{OA}$. En reportant ce résultat dans la formule de position, on trouve $\frac{1}{-\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ et donc $\boxed{\overline{OA} = -2f'}$.

I.3 - Focométrie par autocollimation

1. 

2. On peut modéliser le parcours suivi par la lumière par le diagramme suivant :

$$AB \xrightarrow{\text{lentille}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{miroir}} A_2B_2 \xrightarrow{\text{lentille}} A'B'$$

   L'objet AB étant sur le plan focal objet de la lentille, son image A_1B_1 est à l'infini. L'image d'un objet à travers un miroir plan étant le symétrique par rapport au miroir, A_2B_2 est également à l'infini et ceci, quelle que soit la position du miroir. Enfin, A_2B_2 étant à l'infini, son image est située sur le plan focal image de la lentille « retournée », soit sur le même plan que AB.

3. À partir d'un objet AB, on déplace la lentille jusqu'à voir nette son image à travers le système {lentille+miroir} sur le même plan que l'objet. On mesure alors la distance objet–lentille, elle est alors égale à la focale f'.

I.4 - Méthode de Bessel

1. On a $p = \overline{OA}$ et $p' = \overline{OA'} = \overline{OA} + \overline{AA'} = p + D$. La formule de conjugaison de Descartes s'écrit alors $\frac{1}{p+D} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$ ce qui peut se réécrire en

$$\boxed{p^2 + Dp + Df' = 0}$$

2. Le discriminant de l'équation précédente est $\Delta = D^2 - 4Df'$. Il y a donc deux solutions si $\Delta > 0$, soit $\boxed{D > 4f'}$. On a alors $p_{1,2} = \frac{-D \pm \sqrt{D^2 - 4Df'}}{2}$.

3. Pour $\Delta = 0$, soit $D = 4f'$, on a une solution unique $p_0 = -\frac{D}{2} = -2f'$. On retrouve bien le résultat obtenu précédemment pour la méthode de Silbermann.

4. On a $d = |p_2 - p_1|$. D'après les expressions obtenues précédemment pour p_1 et p_2, on en déduit $d = \sqrt{D^2 - 4Df'}$ soit $d^2 = \mathrm{D}^2 - 4Df'$. On trouve alors

$$\boxed{f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}}$$