Correction DM 1

2. Étude d'un viseur à frontale fixe

1. Pour que l'oeil puisse voir le réticule sans accomoder, il faut que son image par la lentille (L_2) soit à l'infini.

Ainsi, il faut que le réticule soit dans le plan focal objet de (L_2).

Donc $d = f_2'$

2. On cherche à avoir une image nette d'un objet situé à une distance d_1 devant l'oeil (au punctum proximum PP)

On veut donc : $PP \xrightarrow{(L_0)}$ rétine

Appliquons la relation de conjugaison de Descartes : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} - \dfrac{1}{\overline{OA}} = \dfrac{1}{f_0'}$

ici $\overline{OA'} = d'$ (l'image est sur la rétine)

$\overline{OA} = -d_1$

donc $\dfrac{1}{f_0'} = \dfrac{1}{d'} + \dfrac{1}{d_1} \Rightarrow f_0' = \dfrac{d_1 d'}{d_1 + d'}$

AN: $f_0' = \dfrac{12\times10^{-2}\times15\times10^{-3}}{12\times10^{-2}+15\times10^{-3}} \simeq 1{,}3 \text{ cm}$

3. On utilise le même raisonnement qu'à la question précédente, sauf que cette fois-ci, on veut $PR \xrightarrow{(L_0)}$ rétine (punctum remotum)

donc ici $\overline{OA'} = d'$ et $\overline{OA} = -d_2$

image toujours sur la rétine.

La relation de conjugaison de Descartes donne : $\dfrac{1}{f_0'} = \dfrac{1}{d'} + \dfrac{1}{d_2}$

$\Rightarrow f_0' = \dfrac{d_2 d'}{d_2 + d'}$

AN: $f_0' = \dfrac{1{,}2\times15\times10^{-3}}{1{,}2+15\times10^{-3}} \simeq 1{,}5\times10^{-2} \text{ m} \simeq 1{,}5 \text{ cm}$

4. cf annexe

Ici il faut d'abord déterminer où est A'B' l'image de AB par (L_0).
On sait que l'image est sur la rétine. Donc on peut déterminer B' simplement en traçant le rayon partant de B et passant par O_0. Ce rayon rencontre le plan de la rétine au point B' (et A' le projeté orthogonal sur l'axe optique).

Pour déterminer F', on trace le rayon parallèle à l'axe optique et passant par B. Le rayon ressort de la lentille en passant par B'. Or comme il était incident sur (L_0) parallèle à l'axe optique, il coupe l'axe optique en sortie de la lentille en passant par F'.

Ensuite, comme F et F' sont symétriques pour une lentille mince, on peut déterminer la position de F.

Sinon, on peut également tracer le rayon émergent de (L_0) parallèle à l'axe optique et passant par B'. Avant la lentille, ce rayon passe forcément par B ainsi que par F, situé sur l'axe optique. Ainsi on peut déterminer la position de F.

5. On observe un objet A avec le viseur, son image est ensuite observée par l'oeil (qui voit net à son punctum remotum)

Donc $A \xrightarrow{\text{viseur}} A' = PR \xrightarrow{\text{oeil}}$ rétine

L'image par le viseur doit donc se trouver au niveau du punctum remotum.

6. Il faut que l'image du réticule en sortie du viseur soit dans le plan du punctum remotum, donc réticule $\xrightarrow{(L_2)} PR \xrightarrow{\text{oeil}}$ rétine.

Appliquons la relation de Descartes pour la conjugaison par (L_2) : $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A}} = \dfrac{1}{f_2'}$

Ici $\overline{O_2A} = -d$ (distance entre (L_2) et le réticule)

Pour déterminer $\overline{O_2A'}$, il faut remarquer que l'oeil est accolé à l'oculaire (L_2).
Donc le PR de l'oeil, qui est à une distance d_2 devant l'oeil, doit être à une distance d_2 devant (L_2). Donc $\overline{O_2A'} = -d_2$

Rq: Sinon on écrit $\overline{O_2A'} = \overline{O_2O_0} + \overline{O_0A'}$ et comme $\overline{O_2O_0} = 0$ car oeil et (L_2) sont accolés
et $\overline{O_0A'} = -d_2$ car A' au PR, $\overline{O_2A'} = -d_2$

Ainsi : $\dfrac{1}{-d_2} - \dfrac{1}{-d} = \dfrac{1}{f_2'} \Rightarrow \dfrac{1}{d} = \dfrac{1}{f_2'} + \dfrac{1}{d_2}$

donc $d = \dfrac{f_2' d_2}{f_2' + d_2}$

Rq. $d < f_2'$ car il faut que l'image du réticule soit virtuelle par (L_2)

AN: $d = \dfrac{3\times10^{-2} \times 1{,}2}{1{,}2 + 3\times10^{-2}} \simeq 2{,}9\times10^{-2}\,m = 2{,}9\,cm$

7. Compte tenu des réglages précédents, le réticule est déjà vu net par l'utilisateur.
Pour que l'image de l'objet visé par l'instrument soit également net, il faut qu'il soit placé tel que son image par (L_1) soit dans le plan du réticule.

$$A \xrightarrow{(L_1)} A', \text{réticule} \xrightarrow{(L_2)} PR$$

ainsi A' et le réticule apparaîtront simultanément nets.

Ecrivons la relation de Descartes pour la première lentille :

$$\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'}$$

Ici $\overline{O_1A}$ est à déterminer
$\overline{O_1A'} = D$ (cf. schéma).

d'où $\dfrac{1}{D} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{f_1'} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{D} - \dfrac{1}{f_1'}$

$\Rightarrow \overline{O_1A} = \dfrac{D f_1'}{f_1' - D}$

AN: $\overline{O_1A} = \dfrac{14\times10^{-2} \times 7{,}0\times10^{-2}}{7{,}0\times10^{-2} - 14\times10^{-2}}$
$\simeq -14\times10^{-2}\,m$
$= -14\,cm$

8. L'application de la relation de Descartes à la question précédente porte sur la conjugaison par (L_1) permettant de placer A' dans le plan du réticule. Or cela ne dépend pas de la nature de l'œil.

Dans tous les cas, on cherche à voir nets l'objet et le réticule simultanément, et cela requiert que A' et réticule soient dans le même plan.

9. On peut déjà commencer par placer A'B' image intermédiaire après (L_1). On sait en effet que A'B' est confondu avec le réticule. Ensuite, comme F_1' est donné, on peut tracer deux rayons particuliers pour déterminer la position de B :
→ le rayon passant par O_1 et B'
→ le rayon passant par F_1' et B' (qui est alors incident sur la lentille parallèle à l'axe optique passant par B)

Pour tracer les trois rayons demandés, tracer un rayon quelconque issu de B. Il ressort de (L_1) passant par B'. Or comme l'œil est parfait, il observe des rayons à l'infini (l'image du réticule est à l'infini). Donc le plan du réticule est confondu avec le plan focal objet de (L_2).

Pour déterminer le chemin du rayon quelconque en sortie de (L_2), tracer le rayon passant par B' et O_2 (non dévié). Tous les rayons passant par B' ressortent alors parallèles entre eux !

10. On parle de viseur à frontale fixe car la distance entre l'objet visé et le viseur est fixée (et ne dépend pas de la qualité de l'œil de l'observateur).

Annexe

(Correction)

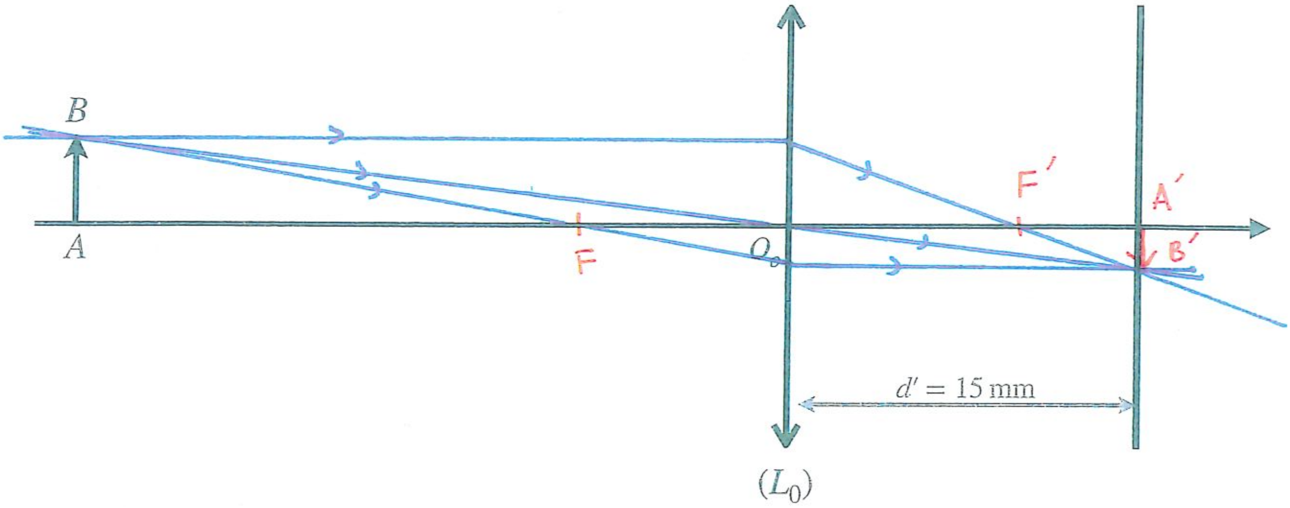


FIGURE 1 – Construction pour l'œil

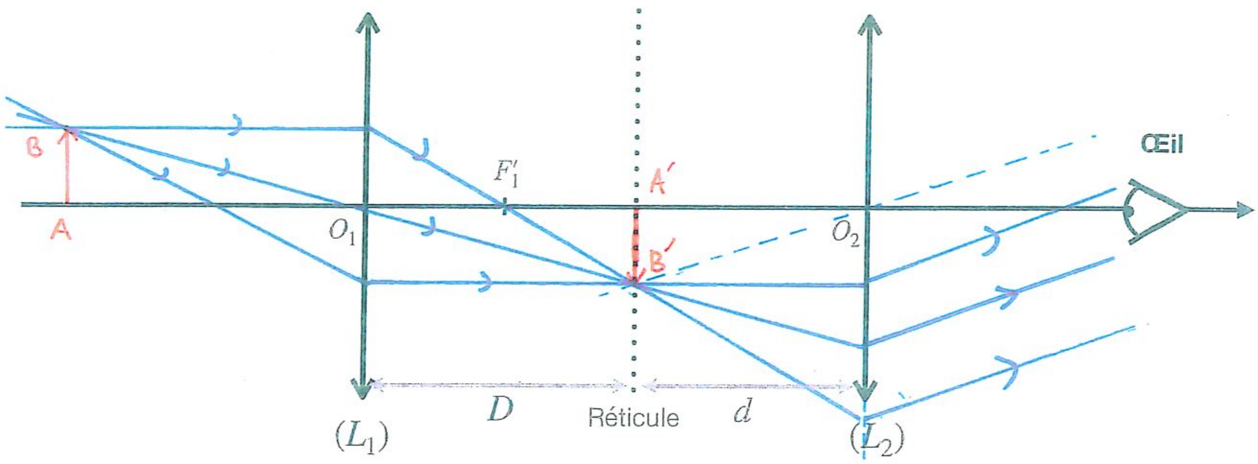
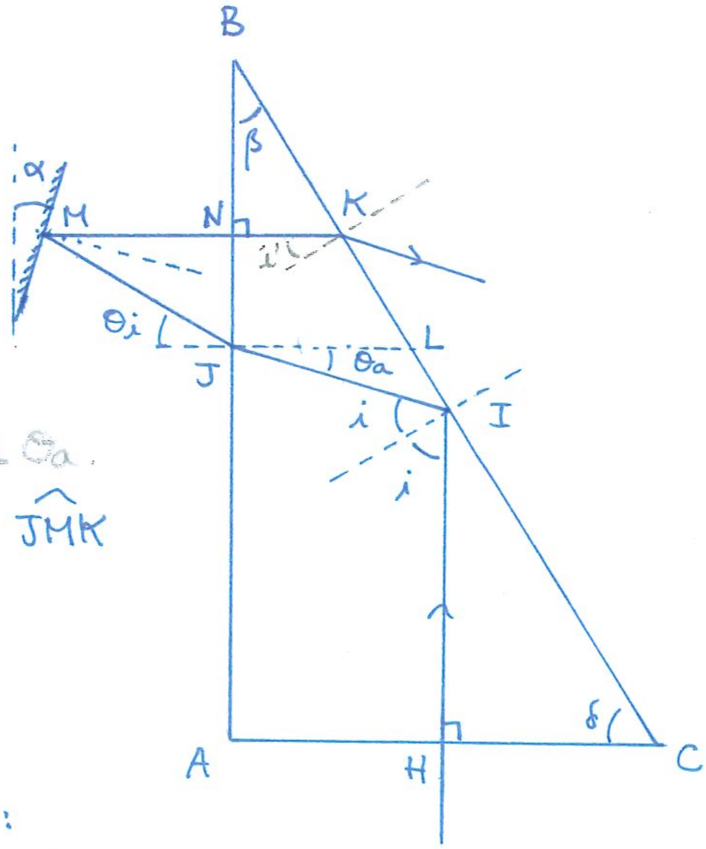


FIGURE 2 – Observation d'objet sans accomoder.

1. Prisme présent dans un rétroprojecteur



1. Comme le rayon est perpendiculaire à la face AB après réflexion sur le miroir, on peut en déduire que l'angle d'incidence sur le miroir est α (et l'angle réfléchi sur le miroir est également α)

L'objectif est de partir de α et relier cela à θ_a.

Par construction, l'angle θ_i et l'angle $\widehat{JMK}$ sont alternes-internes donc égaux.

or $\widehat{JMK} = 2\alpha$

D'où $\theta_i = 2\alpha$

Or en J, la loi de Snell-Descartes donne :

$$n.\sin(\theta_a) = \sin(\theta_i)$$

Ainsi $\sin\theta_a = \frac{1}{n}\sin\theta_i = \frac{1}{n}\sin(2\alpha)$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\theta_a = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\sin 2\alpha\right)}}$$

$\underline{AN}$: $\theta_a = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{1{,}5}\sin(20°)\right)$
$\simeq 13°$

2. Dans le triangle BJL : $\widehat{BLJ} = \frac{\pi}{2} - \beta$

et donc $\widehat{JLI} = \pi - \widehat{BLJ} = \frac{\pi}{2} + \beta$

Dans le triangle JLI : $\theta_a = \pi - \widehat{JLI} - \widehat{LIJ}$

or $\widehat{LIJ} = \frac{\pi}{2} - i$

D'où $\theta_a = \pi - \left(\frac{\pi}{2}+\beta\right) - \left(\frac{\pi}{2} - i\right) = \underline{\underline{i - \beta}}$

3. Le faisceau se réfléchit sur la face BC en I s'il y a réflexion totale.

Pour cela, il faut $i > i^{(lim)} = \text{Arcsin}\left(\frac{n_{air}}{n}\right) = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\right)$

Or $i = \beta + \theta_a$

Donc $i > i^{(lim)} \iff \beta + \theta_a > i^{(lim)}$

$$\iff \beta > i^{(lim)} - \theta_a = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\right) - \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\sin 2\alpha\right)$$

Donc $\underline{\underline{\beta_1 = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\right) - \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\sin 2\alpha\right)}}$

AN : $\beta_1 = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{1,5}\right) - \text{Arcsin}\left(\frac{1}{1,5}\sin 20°\right) \simeq \underline{\underline{29°}}$

4. Pour que le faisceau traverse bien la surface BC en K, il faut qu'il n'y ait pas réflexion totale ; donc $i' \leq i^{(lim)}$

Or l'angle $\widehat{BKN} = \widehat{BLJ} = \frac{\pi}{2} - \beta$ et $\widehat{BKN} = \frac{\pi}{2} - i'$

D'où $i' = \beta$

$\Rightarrow i' \leq i^{(lim)} \Leftrightarrow \beta \leq i^{(lim)} = \beta_2$

Donc $\underline{\beta_2 = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{n}\right)}$

<u>AN</u>: $\beta_2 = \text{Arcsin}\left(\frac{1}{1,5}\right) \simeq \underline{42°}$.

5. Si $i = 45°$

- Comme $\theta_a = i - \beta \Rightarrow \beta = i - \theta_a$

<u>AN</u> : $\beta = 45 - 13 \simeq \underline{32°}$

- Dans le triangle ICH : $\delta = \frac{\pi}{2} - \widehat{HIC}$

or $\widehat{HIC} = \frac{\pi}{2} - i$

D'où $\delta = i$

<u>AN</u>: $\underline{\delta = 45°}$