CORRIGÉ DU CONTRÔLE D'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

TS2C / 11 février 2005

1. Le grossissement commercial d'un oculaire convergent est égal à sa puissance intrinsèque (ou à sa vergence) divisée par quatre dioptries.

$$G_{coc} = \frac{P_{ioc}}{4} = \frac{D_{oc}}{4} = \frac{1}{4f'_{oc}} = 6,25$$
$$\rightarrow \qquad f'_{oc} = \frac{1}{4 \times 6,25} = \frac{1}{25}\ m \quad soit \quad 40\ mm$$

Appliquons les formules de Gullstrand :

$$\frac{1}{f'_{oc}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2} - \frac{e}{f'_1 f'_2} \qquad \frac{1}{40} = \frac{1}{2a} + \frac{1}{2a} - \frac{a}{2a.2a} = \frac{2+2-1}{4a} = \frac{3}{4a}$$
$$\rightarrow \qquad a = \frac{3 \times 40}{4} = 30\ mm \quad f'_1 = f'_2 = +\ 60\ mm \quad e = L_1L_2 = 40\ mm$$

$$\overline{L_1H_{oc}} = e\,\frac{f'_{oc}}{f'_2} = 30\ \frac{40}{60} = +\ 20\ mm$$
$$\overline{L_1F_{oc}} = \overline{L_1H_{oc}} + \overline{H_{oc}F_{oc}} = \overline{L_1H_{oc}} - f'_{oc} = 20 - 40 = -\ 20\ mm$$

Comme l'oculaire est symétrique,

$$\overline{L_2H'_{oc}} = -\overline{L_1H_{oc}} = -\ 20\ mm \qquad \overline{L_2F'_{oc}} = -\overline{L_1F_{oc}} = +\ 20\ mm$$

2. $$\frac{1}{\overline{L_0A_0}} = \frac{1}{\overline{L_0A}} + \frac{1}{f'_0} = \frac{1}{-240} + \frac{1}{80} = \frac{1}{120} \qquad \rightarrow \qquad \overline{L_0A_0} = +\ 120\ mm$$
$$g_y(A, A_0) = g_{yob} = \frac{\overline{L_0A_0}}{\overline{L_0A}} = \frac{120}{-240} = -\frac{1}{2}$$

3. $A \xrightarrow{L_0} A_0 \equiv F_{oc} \xrightarrow{Oc} \infty$

La puissance du viseur, considérée en valeur absolue et mesurée en dioptrie, est le rapport du diamètre apparent de l'image, mesuré en radian, à la taille de l'objet, mesurée en mètre.

Comme l'image instrumentale est rejetée à l'infini, la puissance de l'oculaire est intrinsèque ; elle est égale à sa vergence, soit 25 dioptries.

$$P = \left|\frac{\theta'}{y}\right| = \left|\frac{\theta'}{y_0} \cdot \frac{y_0}{y}\right| = |P_{oc}\ g_{yob}| = \frac{25}{2} = 12,5\ \delta$$

Si y = 1 mm, $\theta' =$ P.y $= 12,5 \times 0,001$ radian,
soit $\theta' = 12,5 \times 0,001\ \dfrac{180}{\pi} = 0,716^\circ = 0^\circ 42' 58''$

Comme l'observateur emmétrope n'accommode pas, l'image instrumentale est à l'infini, et l'image objective, dans le plan focal objet de l'oculaire.

$$\overline{L_0L_2} = \overline{L_0A_0} + \overline{A_0F_{oc}} + \overline{F_{oc}L_1} + \overline{L_1L_2} = 120 + 0 + 20 + 30 = 170\ mm$$

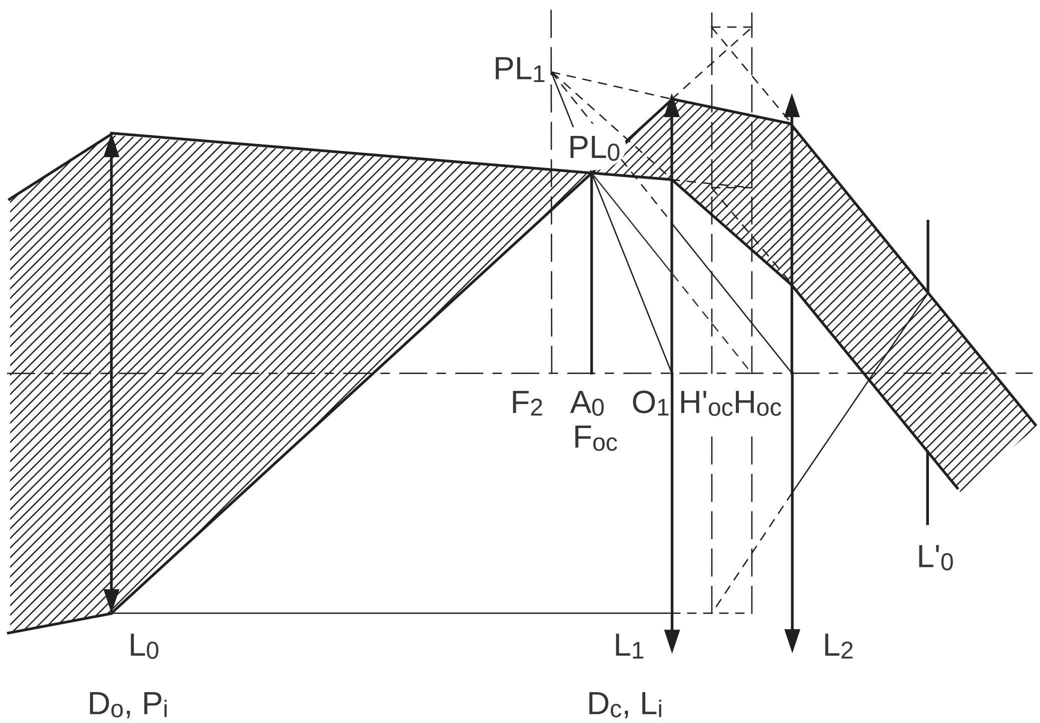
4. Le diamètre d'ouverture de l'objectif est : $\varnothing L_0 = \dfrac{f'_0}{N_0} = \dfrac{80}{6,67} = 12mm$

   (a) Commençons par tracer le faisceau utile à la limite du champ de pleine lumière entre L_0 et L_1.
   Il a pour sommet le bord du champ de pleine lumière PL_0 en $[A_0]$ et pour base la pupille intermédiaire P_i qui coïncide avec L_0.

   Le conjugué objet de ce faisceau passe par PL, situé dans le plan [A], à 10 mm de l'axe optique, car le grandissement est égal à – 1/2.

   Le faisceau à travers l'oculaire est construit avec les plans principaux :

   – le rayon PL_0H_{oc} donne la direction du faisceau émergeant du verre d'œil
   – les intersections des faisceaux entrant et sortant de l'oculaire avec les deux lentilles permettent de tracer le faisceau intermédiaire, dont le sommet virtuel PL_1 est en $[F_2]$ et se trouve aligné avec PL_0 et O_1.



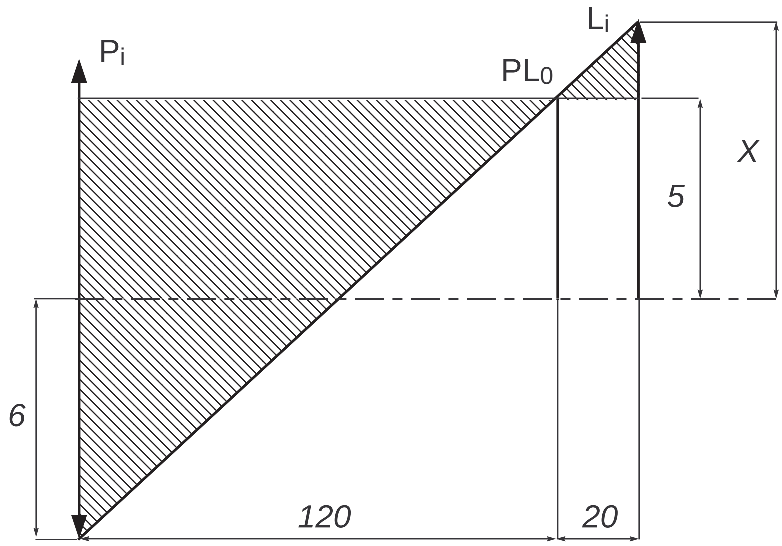
Le faisceau émergent s'appuie sur le cercle oculaire L'$_1$, conjugué du diaphragme d'ouverture L$_1$ dans l'espace image du viseur.

(b) Le rayon qui définit le diaphragme de champ passe par les bords opposés de la pupille intermédiaire et du champ de pleine lumière intermédiaire.

Les deux triangles hachurés du schéma ci-dessous sont semblables. Le rapport des côtés homologues est constant :

$$\frac{x-5}{6+5} = \frac{20}{120} \qquad x = 5 + \frac{11 \times 20}{120} = 6,8\overline{3}\ mm$$

Le diamètre du verre de champ est donc $\varnothing L_1 = 2x = 13,7\ mm.$



(c) Les champs dans le plan objet et dans le plan de l'image objective sont conjugués avec un grandissement transversal égal, en valeur absolue, à 1/2.

Le champ de pleine lumière objet est donc deux fois plus grand que le champ de pleine lumière intermédiaire.

$\varnothing PL = 2 \times 10 = 20\ mm.$

Le champ intermédiaire et le champ image sont reliés par la puissance intrinsèque de l'oculaire (ou sa vergence).

$$P_{ioc} = \frac{\tan\omega'}{R_{PL_0}} = 25\ \delta \qquad \tan\omega' = 25 R_{PL_0} = 25 \times 0,005 = 0,125$$

$\omega' = 7,125^\circ \qquad \& \qquad 2\omega' = 14,25^\circ$

5. Si l'observateur emmétrope accommode de 5 dioptries, il regarde l'image instrumentale $A^{*\prime}$, placée 200 mm devant lui.

   La chaîne d'images est : $A^* \xrightarrow{L_0} {A^*}_0 \xrightarrow{Oc} A^{*\prime}$

   (a) $\overline{F_{oc}{A^*}_0} = \dfrac{-{f'_{oc}}^2}{\overline{F'_{oc}A^{*\prime}}} = \dfrac{-40^2}{-200} = +\ 8\ mm$

   $\overline{F_0A^*} = \dfrac{-{f'_0}^2}{\overline{F'_0{A^*}_0}} = \dfrac{-{f'_0}^2}{\overline{F'_0F_{oc}} + \overline{F_{oc}{A^*}_0}} = \dfrac{-80^2}{40+8} = -\ 133,\overline{3}\ mm$

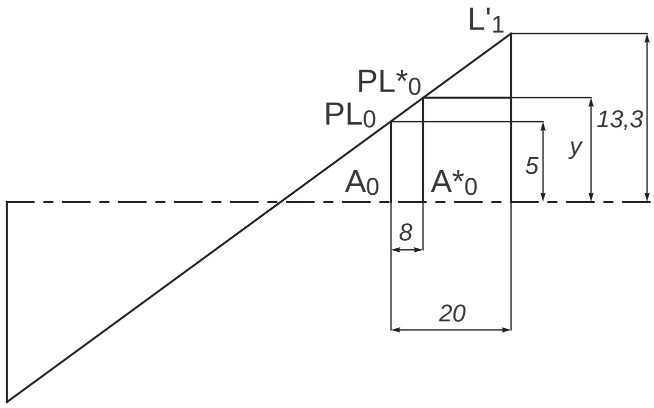
   $\overline{A^*L_0} = \overline{A^*F_0} + \overline{F_0L_0} = 133,\overline{3} + 80 = +\ 213,\overline{3}\ mm$

   (b) Le plan de l'image objective est déplacé de 8 mm dans le sens de la lumière.

   En supposant les diaphragmes d'ouverture et de champ inchangés, le nouveau champ de pleine lumière en ${A^*}_0$ a pour rayon y, tel que :

   $\dfrac{13,\overline{3} - y}{13,\overline{3} - 5} = \dfrac{20-8}{20} \qquad \rightarrow \qquad y = 8,\overline{3}\ mm$

   Le diamètre du champ devient donc $\text{Ø}{PL^*}_0 = 16,\overline{6}\ mm$.



   Remarque

   Le champ objet est obtenu en appliquant le nouveau grandissement transversal $g_y(A^*, {A^*}_0) = \dfrac{-48}{80} = -0,6$:

   $\text{Ø}PL^* = \dfrac{\text{Ø}{PL^*}_0}{0,6} = \dfrac{16,\overline{6}}{0,6} = 27,\overline{7}\ mm.$