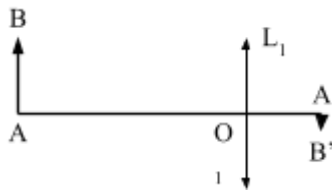


1. OBJECTIF ET OCULAIRE

1°



Les formules de Descartes $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$ et $\gamma = \frac{p'}{p}$

donnent $p'_1 = \frac{1}{\frac{1}{f'} + \frac{1}{p}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{-50}} = 12,5 \text{ mm}$ et $g = \frac{12,5}{-50} = -0,25$.

2°

a. Le foyer objet F_2 de l'oculaire est en A' .

b. Posons $d = 250 \text{ mm}$. $G_c = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A'B'}{f_2}}{\frac{AB}{d}} = g \frac{d}{f_2} = -0,25 \frac{250}{20} = -3,125$

3° Si l'on voit une image à l'infini, d'après ce qui précède, c'est que $p_1 = -50 \text{ mm}$.

Supposons l'oeil placé contre l'oculaire, s'il voit une image à 250 mm devant lui, c'est que $p'_2 = -250 \text{ mm}$.

Alors $p_2 = \frac{1}{\frac{1}{p'_2} - \frac{1}{f_2}} = \frac{1}{\frac{1}{-250} - \frac{1}{20}} = -\frac{500}{27}$; $p'_1 = 12,5 + 20 - \frac{500}{27} = \frac{755}{54}$;

$p_1 = \frac{1}{\frac{1}{p'_1} - \frac{1}{f_1}} = \frac{1}{\frac{54}{755} - \frac{1}{10}} = -\frac{1510}{43} = -35,2 \text{ mm}$.

Donc l'observateur peut accommoder sur des objets situés entre $p_1 = -50 \text{ mm}$ et $-35,2 \text{ mm}$.

Remarque : Si on suppose l'oeil au foyer de l'oculaire, le même calcul donne :

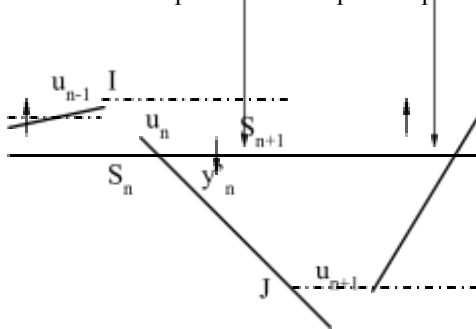
$p'_2 = -250 + 20 = -230 \text{ mm}$ $p_2 = \frac{1}{\frac{1}{-230} - \frac{1}{20}} = -\frac{460}{25} = -18,4 \text{ mm}$ $p'_1 = 12,5 + 20 - 18,4 = 14,1 \text{ mm}$ $p_1 = \frac{1}{\frac{1}{14,1} - \frac{1}{10}} = -14,1 \text{ mm}$

Il y a peu de changement. Si l'oeil est au cercle oculaire (à 52 mm de l'oculaire), on trouve $p_1 = -33 \text{ mm}$.

2. TRANSPORT DE L'IMAGE DONNÉE PAR L'OBJECTIF.

1° a. En appliquant les formules de Descartes, on obtient $S_1 A'_1 = 2f'$ $g = -1$ $\overline{A'_1 B'_1} = -y'$

b. L'objectif et chaque lentille inversent l'image, tandis que l'oculaire n'inverse pas l'image. Donc, l'observation n'est pas inversée si p est impair.



$$y'_n = (-1)^n y'$$

Sur la figure, $u_{n-1} > 0$, $u_n < 0$ et $u_{n+1} > 0$

$$\overline{S_n I} = y'_{n-1} + 2f' u_{n-1} = y'_n - 2f' u_n$$

$$\overline{S_{n+1} J} = y'_n + 2f' u_n = y'_{n+1} - 2f' u_{n+1}$$

On voit donc qu'il n'y a pas lieu de distinguer le cas n pair du cas

n impair et que $u_n = -u_{n-1} + \frac{y'_n - y'_{n-1}}{4f'} = -u_{n-1} + \frac{(-1)^n y'}{2f'}$

Posons $v_n = (-1)^n u_n$

$$(-1)^n v_n = -(-1)^{n-1} v_{n-1} + \frac{(-1)^n y'}{2f'} \text{ ou } v_n = v_{n-1} + \frac{y'}{2f'}$$

v_n est donc en progression arithmétique de raison $y'/2f'$

$$v_n = v_0 + n \frac{y'}{2f'} \quad u_p = (-1)^p \left[u_0 + \frac{p y'}{2f'} \right]$$

c. Les rayons issus d'un point de l'axe sont bien transmis, si le tube n'est pas courbé (voir figure).

La grande majorité des rayons issus d'un point hors de l'axe sont absorbés par la monture du tube, sauf si ce point est très près de l'axe, parce que l'angle u_n croît rapidement avec n , sauf si y' est petit. En gros, si r est le rayon des lentilles, il faut que

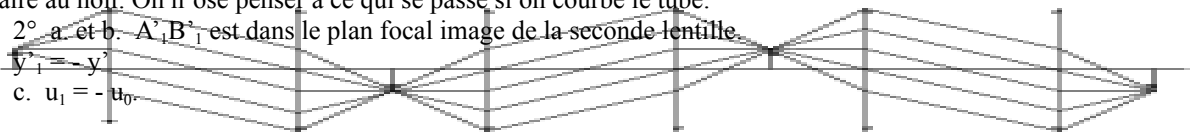
$2f' |u_p| < r$ ou $2f' p \frac{|y'|}{f'} < r$ ou $|y'| < \frac{r}{2p}$. Seuls les rayons issus des points proches de l'axe garderont un angle u_n

raisonnable après traversée du système transporteur de l'image. Le champ latéral est donc très réduit (rayon de l'ordre de $r/2p$) et au surplus mal délimité : la bordure du champ varie selon la position de l'oeil et donne un passage progressif de l'éclairé au noir. On n'ose penser à ce qui se passe si on courbe le tube.

2° a. et b. $A'_1 B'_1$ est dans le plan focal image de la seconde lentille

$$y'_1 = -y'$$

$$c. u_1 = -u_0$$



Véto 1984, corrigé du problème sur l'endoscope

d. $u_p = (-1)^p u_0$

e. Oui ; après la traversée de deux lentilles, le trajet des rayons lumineux se déduit du trajet précédent par une translation parallèle à l'axe de longueur $4f'$ suivie d'une symétrie par rapport à l'axe ; il n'y a en fait de perte de lumière qu'à la traversée de la seconde lentille (voir figure ci dessus où il a été tracé les rayons délimitant le faisceau transmis) ; le champ latéral est plus grand et la luminosité décroît plus progressivement du centre vers les bords. En pratique, la courbure du tube donne un moins bon résultat.

f. L'image est transportée sur $34 \times 2 \times 15 = 1020$ mm. Elle est droite ; en effet, elle est inversée par l'objectif et par les dix-sept paires de lentilles du tube transporteur d'image et elle n'est pas inversée par l'oculaire.

g. La fraction de la puissance incidente sortant du tube est : $T^{34} = 2,8\%$ si $T = 0,9$ et $87,3\%$ si $T = 0,996$.