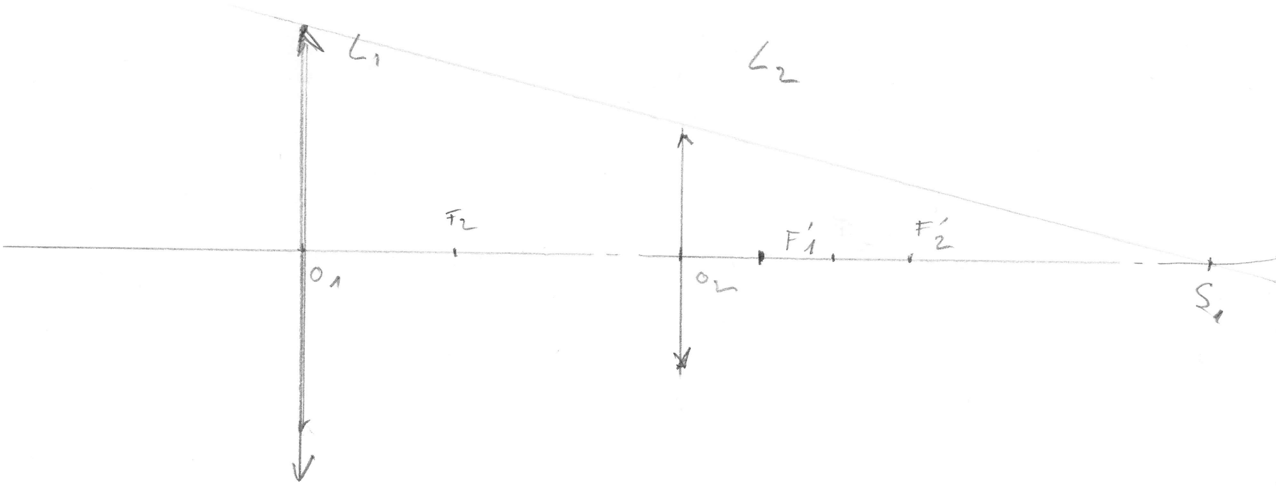

1) D'après la relation de conjugaison : $\frac{1}{p'_1} - \frac{1}{p_1} = \frac{1}{f'_1}$

avec ici $p_1 = -2f'_1$

on obtient alors $p'_1 = \overline{O_1S_1} = 2f'_1$

S_1 voit la monture M_1 de L_1 sous l'angle $2\alpha_1$. On a :

$tg\, \alpha_1 = \frac{r_1}{O_1S_1} = \frac{3}{12} = 0{,}25.$

S_1 se trouve à la distance $\overline{S_1O_2}$ de L_2. On a :

$\overline{S_1O_2} = \overline{S_1O_1} + \overline{O_1O_2} = -12 + 5 = -7$ cm.

S_1 voit donc la monture M_2 de L_2 sous l'angle $2\alpha_2$:

$tg\, \alpha_2 = \frac{r_2}{O_2S_2} = 0{,}2143.$

On voit donc qu'une partie des rayons du faisceau issu de S_1 et s'appuyant sur les bords de M_1, seront interceptés par la monture M_2 de L_2. Par contre les rayons s'appuyant sur M_2 ne seront pas interceptés par M_1. Le diaphragme d'ouverture est donc la monture M_2 de la lentille L_2.

2a) M_2 image de M'_2 par L_1 ; on a donc :

$$\frac{1}{\overline{O_1O_2}} - \frac{1}{\overline{O_1O'_2}} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{d'où} \quad \overline{O_1O'_2} = \frac{f'_1 \cdot \overline{O_1O_2}}{f'_1 - \overline{O_1O_2}}$$

<u>AN</u> : $\overline{O_1O'_2} = \frac{6 \cdot 5}{6 - 5} = 30$ cm

et $\overline{SO'_2} = \overline{SO_1} + \overline{O_1O'_2}$

$\overline{SO'_2} = 12 + 30 = 42$ cm

Le grandissement $\gamma = \dfrac{\overline{O_1O_2}}{\overline{O_1O'_2}} = \dfrac{5}{30} = \dfrac{1}{6}$

comme en toute rigueur $|\gamma| = \dfrac{r_2}{r'_2}$ on en déduit :

$r'_2 = 9$ cm.

S voit M_1 sous l'angle $2\beta_1$ tel que $tg\,\beta_1 = \dfrac{3}{12} = 0{,}25$

S voit M'_2 sous l'angle $2\beta_2$ tel que $tg\,\beta_2 = \dfrac{9}{42} = 0{,}214$

Remarquons que les rayons extérieurs du faisceau qui s'appuieraient sur le bord de la monture M_2 passeraient par les bords de M'_2.

S voit M'_2 sous un angle plus faible que l'angle sous lequel est vu M_1. C'est donc M'_2 donc M_2 qui limite le faisceau issu de S. M_2 est bien le diaphragme d'ouverture.

2b) La pupille d'entrée du système optique étudié est M'_2.
La méthode de détermination du DO qui a été utilisé dans la question 1 sera difficile à appliquer pour un système optique comportant plus de 2 lentilles. Il sera plus commode d'utiliser la méthode suivante :

- Pour chaque diaphragme D du dispositif, on recherchera son conjugué D' par les lentilles précédant D
- La pupille d'entrée est le conjugué D' vu sous le plus petit angle depuis l'objet S observé à travers le système étudié.
- Le diaphragme d'ouverture est le conjugué de la pupille d'entrée pour les éléments du système qui le précèdent

Dans le cas du système étudié dans les questions 1 et 2a, il est clair que H_1 est son propre conjugué pour L_1. On a donc comparé les angles sous lesquels S voit H_1 et H'_2.

3 a) Pupille d'entrée du système.

D image de D' par L_1. D' a un rayon r', son centre O' se trouve sur l'axe optique :

$$\frac{1}{\overline{O_1O}} - \frac{1}{\overline{O_1O'}} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{soit} \quad \overline{O_1O'} = \frac{f'_1\,\overline{O_1O}}{f'_1 - \overline{O_1O}}$$

$$\underline{\text{AN}}: \quad \overline{O_1O'} = \frac{6 \cdot 3}{6-3} = \frac{18}{3} = 6\text{ cm}$$

D'autre part le grandissement $\gamma = \frac{\overline{O_1O}}{\overline{O_1O'}} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = \frac{r}{r'}$

comme $r = 1$ cm on a $r' = 2$ cm.

D' est donc vu depuis S sous l'angle $2\beta'$ tel que $tg\,\beta' = \frac{r'}{\overline{SO'}}$

avec $\overline{SO'} = \overline{SO_1} + \overline{O_1O'} = 18$ cm

d'où $tg\,\beta' = 0{,}111$.

D' est donc vu depuis S sous un angle $2\beta'$ plus petit que ceux sous lesquels sont vus H_1 et H'_2.
D' est donc la pupille d'entrée et D est le diaphragme d'ouverture.

3 b) La pupille de sortie D'' est l'image de D par L_2 :

$$\frac{1}{\overline{O_2D''}} - \frac{1}{\overline{O_2D}} = \frac{1}{f'_2} \qquad \overline{O_2D''} = \frac{f'_2\,\overline{O_2D}}{f'_2 + \overline{O_2D}}$$

$$\underline{\text{AN}}: \quad \overline{O_2D''} = \frac{3 \cdot (-2)}{3-2} = -6\text{ cm}$$

le grandissement $\gamma = \frac{\overline{O_2D''}}{\overline{O_2D}} = \frac{-6}{-2} = 3 = \frac{r''}{r}$

le rayon de D'' est donc r'' = 3

4). L'objet S est le sommet du faisceau conique de rayons entrant dans le système optique Σ. L'image S' de S par Σ est le sommet du faisceau conique sortant de Σ. Les rayons extrêmes du faisceau sont physiquement limités par le DO. Les directions des rayons extrêmes entrant s'appuient sur les bords de la pupille d'entrée, les directions des rayons extrêmes sortant s'appuient sur les bords ~~de~~ la pupille de sortie.

Dans l'exemple de la question 3, D' et D'' sont virtuelles. Pour certains appareils optiques, la pupille de sortie sera réelle, ce sera le cas du microscope et de la lunette astronomique : D'' sera en arrière de la dernière lentille du dispositif.