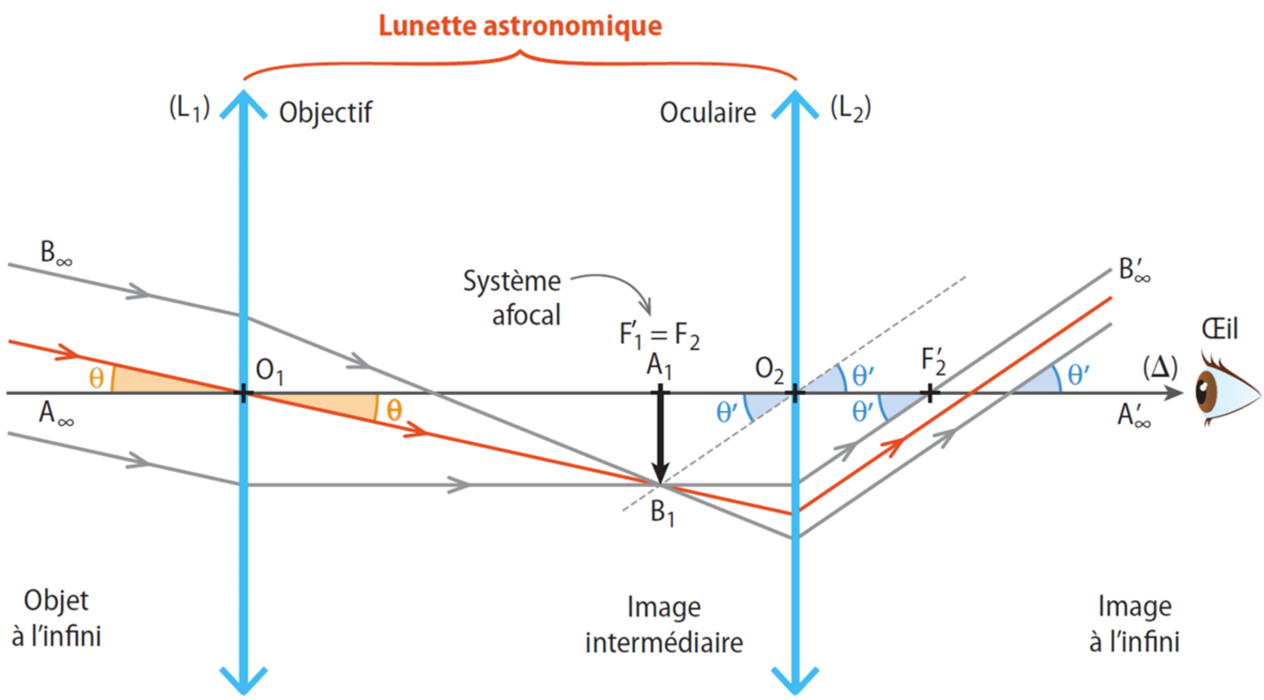
Exercices

17 1. a. La lentille nommée objectif est celle qui est du côté de l'objet, donc des étoiles.
b. L'autre lentille est nommée oculaire.
c. L'image A_1B_1 de l'objet à l'infini par l'objectif est dans le plan focal image de l'objectif, donc à distance f_1' de son centre optique.
d. Pour que l'œil ne se fatigue pas pendant l'observation, il ne doit pas accommoder, donc observer l'infini. L'image intermédiaire A_1B_1 doit donc être placée dans le plan focal objet de l'oculaire, donc à distance de celui-ci égale à f_2'. Un tel système est qualifié d'afocal.
e. La longueur du tube en carton utilisé pour construire la lunette doit donc être $L = f_1' + f_2'$.

2. a. et b.



c. Le grossissement de la lunette est $G = \frac{\theta'}{\theta}$.
d. D'après le schéma, $\tan\theta = \frac{A_1B_1}{f_1'}$ et $\tan\theta' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$.
D'après l'approximation des petits angles, on obtient donc $G = \frac{\theta'}{\theta} \approx \frac{\tan\theta'}{\tan\theta} = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{C_2}{C_1}$.
3. a. Pour réaliser une lunette qui grossit 25 fois, il faut un couple de lentilles ayant un rapport de vergences de 25, donc ici 50,0 δ pour l'oculaire et 2,0 δ pour l'objectif.
b. Les distances focales des lentilles sont 2,00 cm et 50,0 cm, donc l'encombrement est 52 cm.
c. Si on utilise cette lunette dans le mauvais sens, on observe une diminution de taille par un facteur 25.
4. Le diamètre apparent de Mars sans la lunette est $\alpha = \frac{d}{D}$.
Avec la lunette, il est $\alpha' = \frac{Gd}{D} = 25 \times \frac{6{,}8 \times 10^3}{78 \times 10^6}$, voisin de 2×10^{-3} rad, donc supérieur à la limite de résolution de l'œil humain.

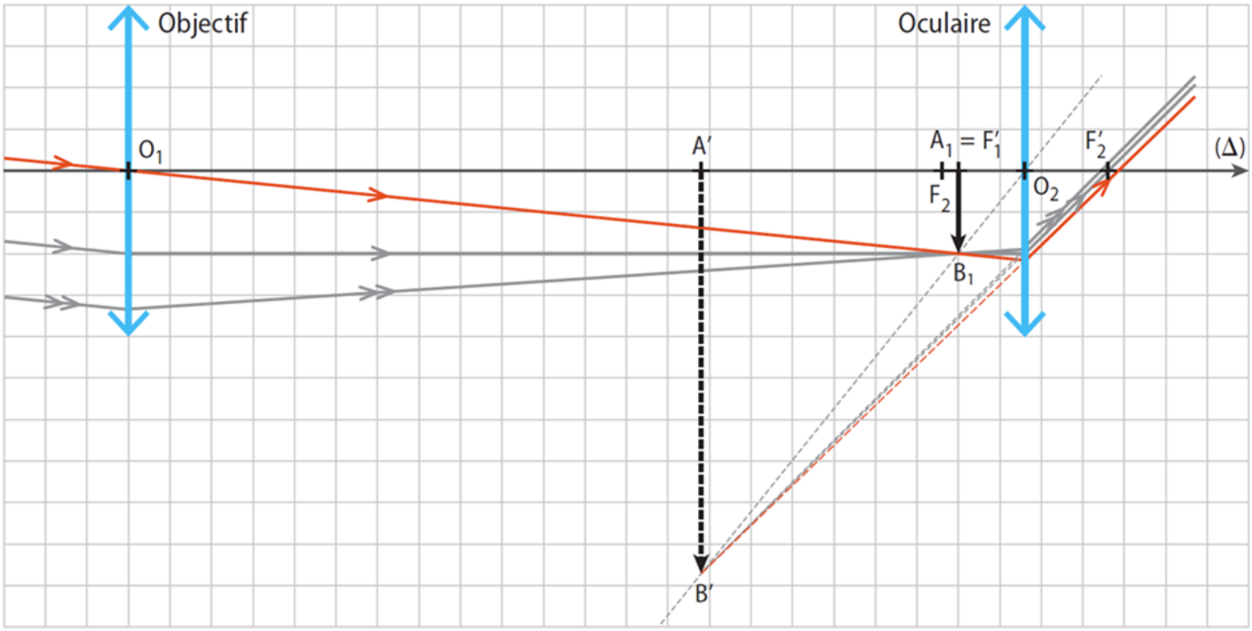
20 Les grossissements disponibles sont :
$\frac{500}{6{,}0} = 83$ $\frac{500}{9{,}0} = 56$ $\frac{500}{15} = 33$ $\frac{500}{20} = 25$

22

G	400	20	1 000	250
C_1 (en δ)	0,50	2,0	0,0500	0,400
C_2 (en δ)	$2{,}0 \times 10^2$	40,0	50,0	100,0

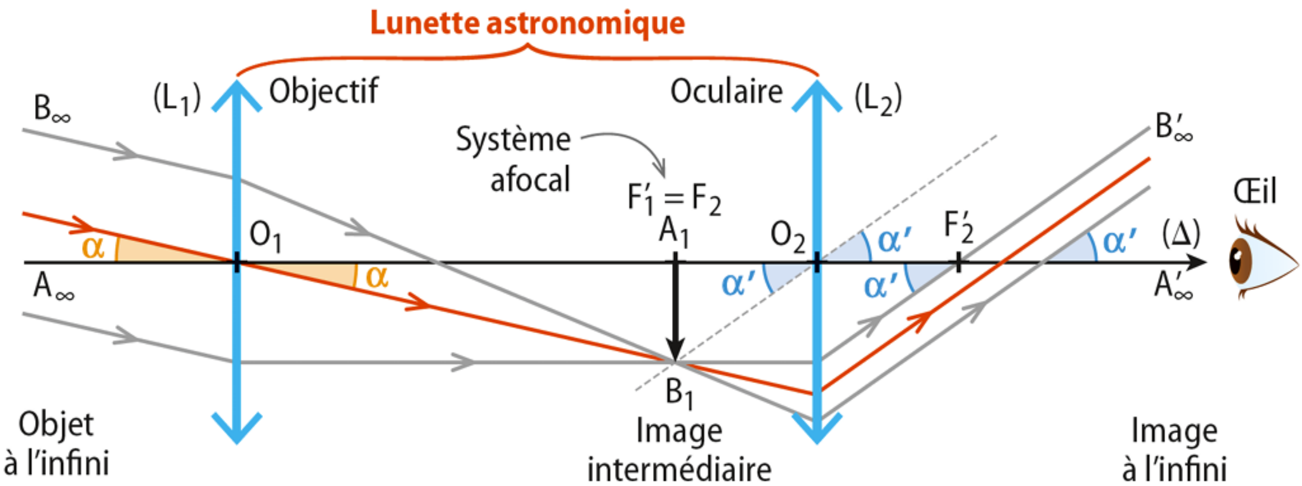
19

25 a. Pour que cette lunette soit afocale, il faut que $d = f_1' + f_2' = 55{,}0$ cm.
Ainsi, le plan focal image de l'objectif est confondu avec le plan focal objet de l'oculaire.
b. L'image intermédiaire est entre le plan focal objet de l'oculaire et l'oculaire, donc l'image définitive est une image virtuelle.
c. Schéma à l'échelle $\frac{1}{5}$:



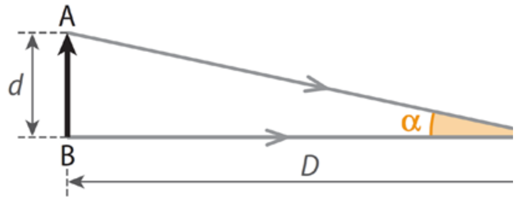
d. L'œil, d'après la construction, voit l'image à environ 20 cm derrière l'oculaire.
C'est proche, mais il la voit nette. Si elle était plus près, il ne la verrait pas nette.

26 1. a.



D'après le schéma, dans le triangle $O_1A_1B_1$, on voit que $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f_1'}$.

b. À l'aide du schéma, on a $\tan\alpha = \dfrac{d}{D}$ soit, d'après l'approximation des petits angles, $\alpha = \dfrac{d}{D}$.



c. On a $\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f_1'} = \dfrac{d}{D}$ d'où $d = \dfrac{A_1B_1D}{f_1'}$.

2. a. Une estimation (grossière) de la mesure de D et de son incertitude-type peut être réal l'aide des valeurs extrêmes possibles : entre $3{,}567 \times 10^5 - 6\,378 - 1\,737 = 3{,}486 \times 10^5$ et $4{,}063 \times 10^5 - 6\,378 - 1\,737 = 3{,}982 \times 10^5$ km.

La valeur médiane de l'intervalle est $3{,}734 \times 10^5$ km, l'incertitude-type est 2×10^4 km.

On écrit donc $D = (3{,}7 \pm 0{,}2) \times 10^5$ km.

b. On calcule $d = \dfrac{A_1B_1D}{f_1'} = \dfrac{253 \times 10^{-6} \times 3{,}7 \times 10^8}{60 \times 10^{-2}} = 1{,}56 \times 10^5$ m, soit 156 km.

c. On calcule :

$$u(d) = d\sqrt{\left(\frac{u(f_1')}{f_1'}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(A_1B_1)}{A_1B_1}\right)^2} = 156 \times \sqrt{\left(\frac{1}{60}\right)^2 + \left(\frac{0{,}2}{3{,}7}\right)^2 + \left(\frac{2}{253}\right)^2} = 9$$

On en déduit finalement $d = 156$ km $\pm$ 9 km.

d. Le quotient $\dfrac{|d - d_{\text{réf}}|}{u(d)} = \dfrac{156 - 150}{9} = 0{,}7$.

Il est inférieur à 2, donc la qualité de la mesure est satisfaisante.