

CLASSE : Terminale

VOIE :  Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE A : au choix du candidat (5 points)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui sans mémoire, « type collège »

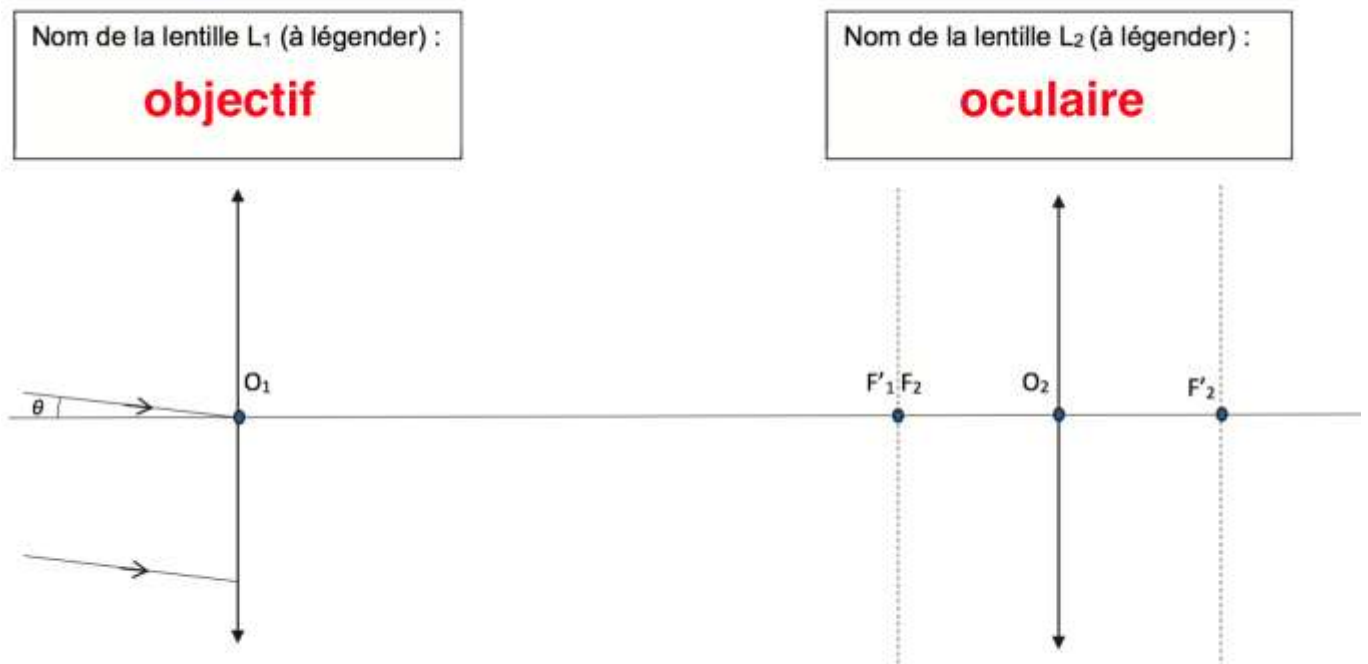
EXERCICE A au choix du candidat  
OBSERVER LES ANNEAUX DE SATURNE (5 points)

1. Modélisation optique de la lunette astronomique commerciale

Q1.

$L_1$  : l'objectif car c'est une lentille convergente possédant une grande distance focale. C'est la lentille placée vers l'objet

$L_2$  : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.



Q2.

« Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini. »

La lentille  $L_1$ , donne de l'objet  $A_\infty B_\infty$ , une image  $A_1 B_1$  sur le foyer image  $F'_1$ .

Les deux foyers  $F'_1$  et  $F_2$  sont confondus, ainsi la lentille  $L_2$ , donne de l'objet  $A_1 B_1$ , une image à l'infini.

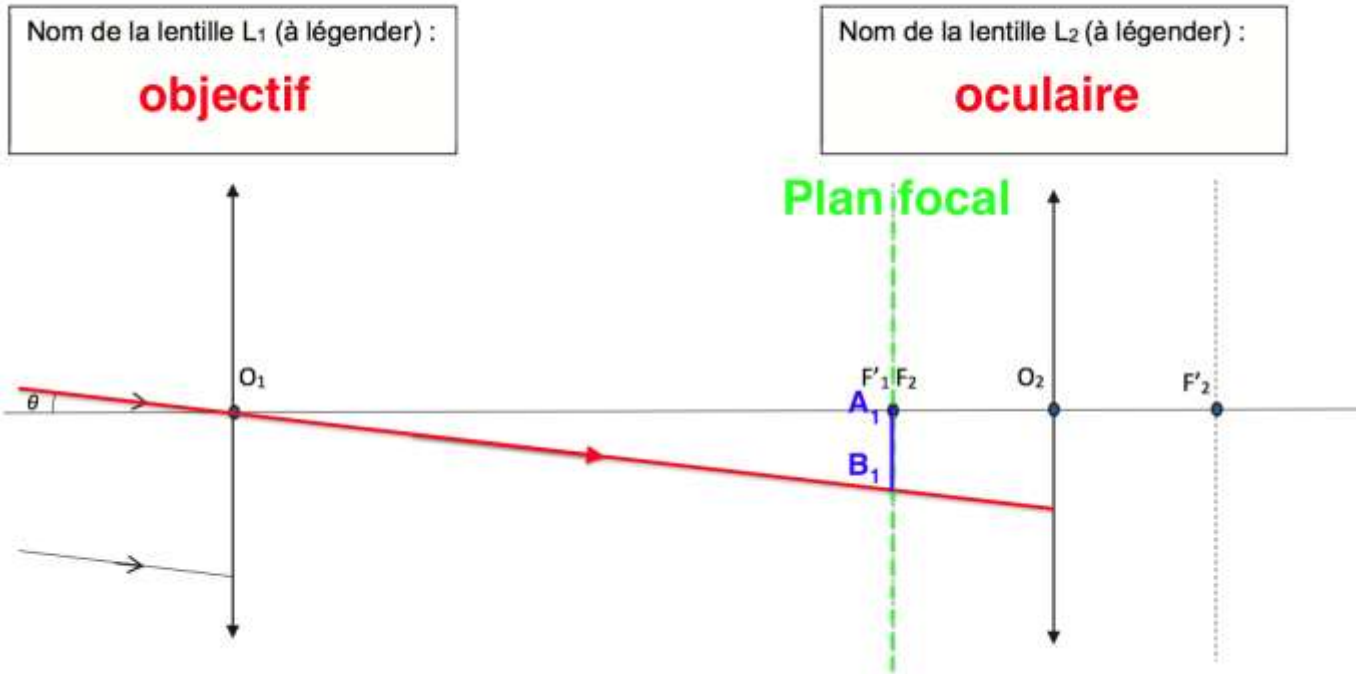
La lunette est donc afocale.

**Q3.**

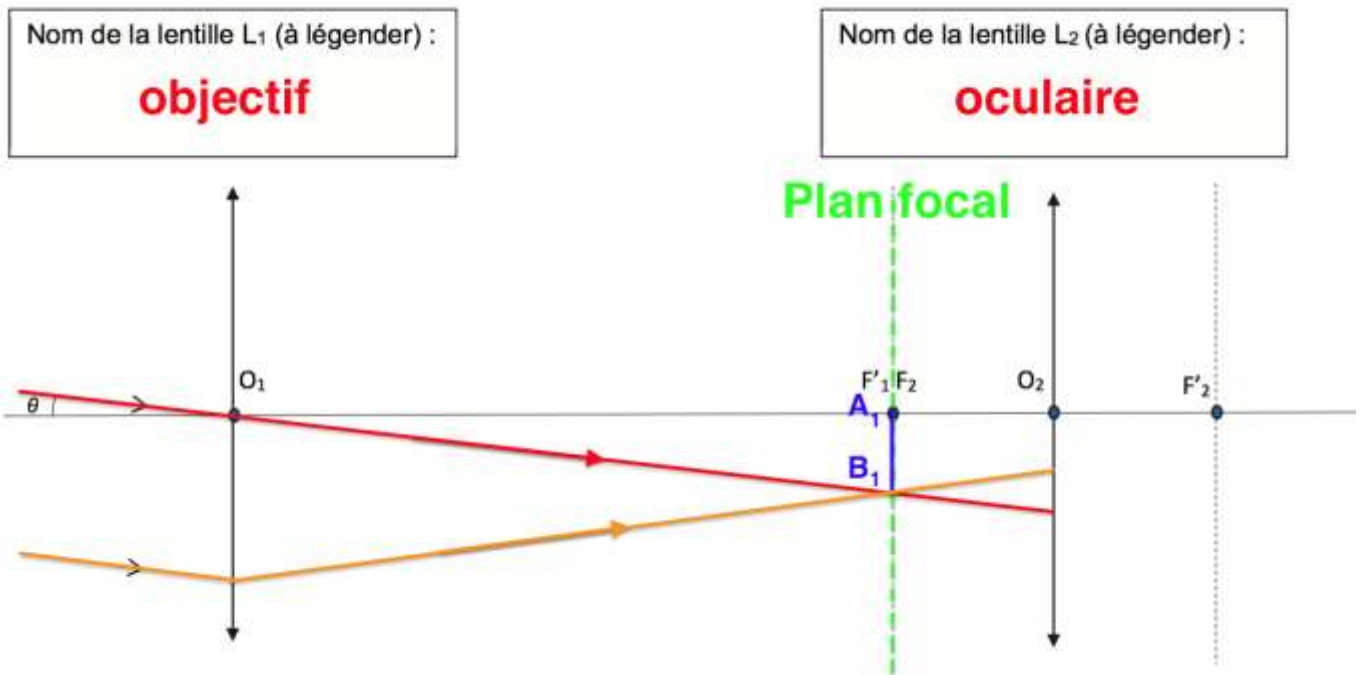
La lentille  $L_1$ , donne de l'objet  $A_\infty B_\infty$ , une image  $A_1 B_1$  sur le plan focal.

Le rayon issu de B, passant par  $O_1$  n'est pas dévié.

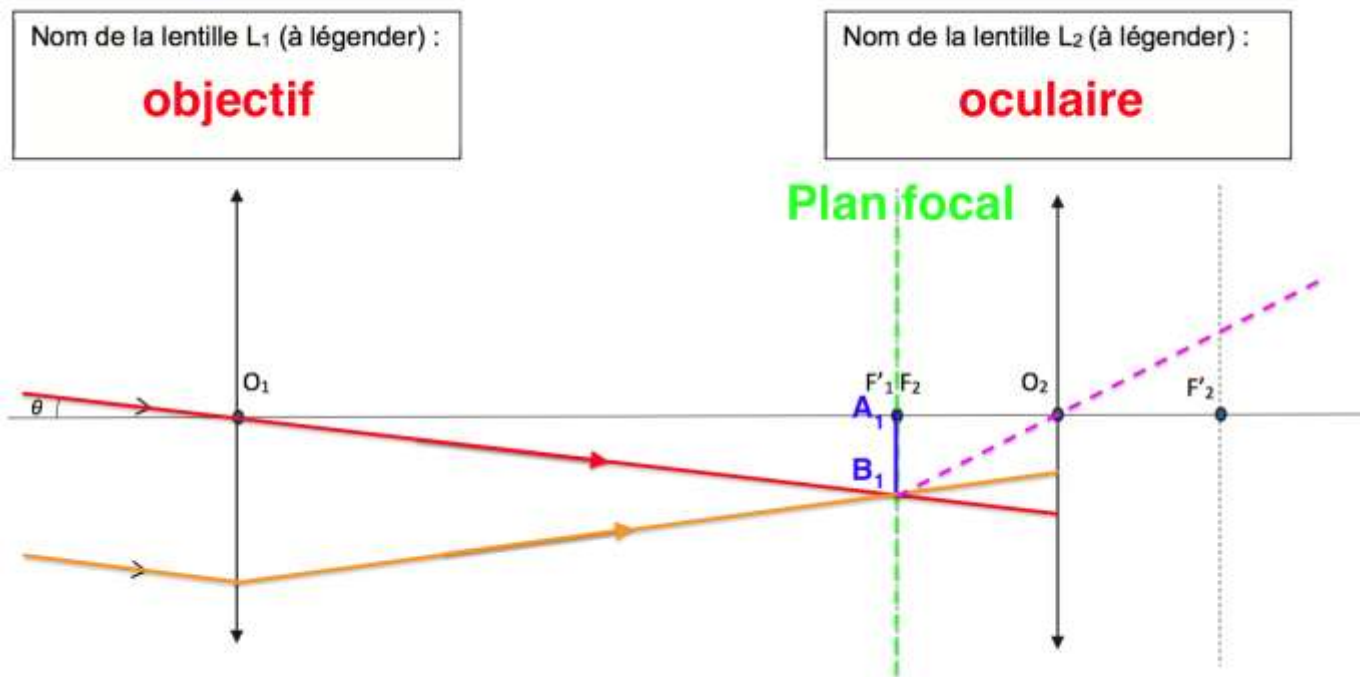
Le point  $B_1$  est défini par l'intersection de ce rayon et le plan focal.



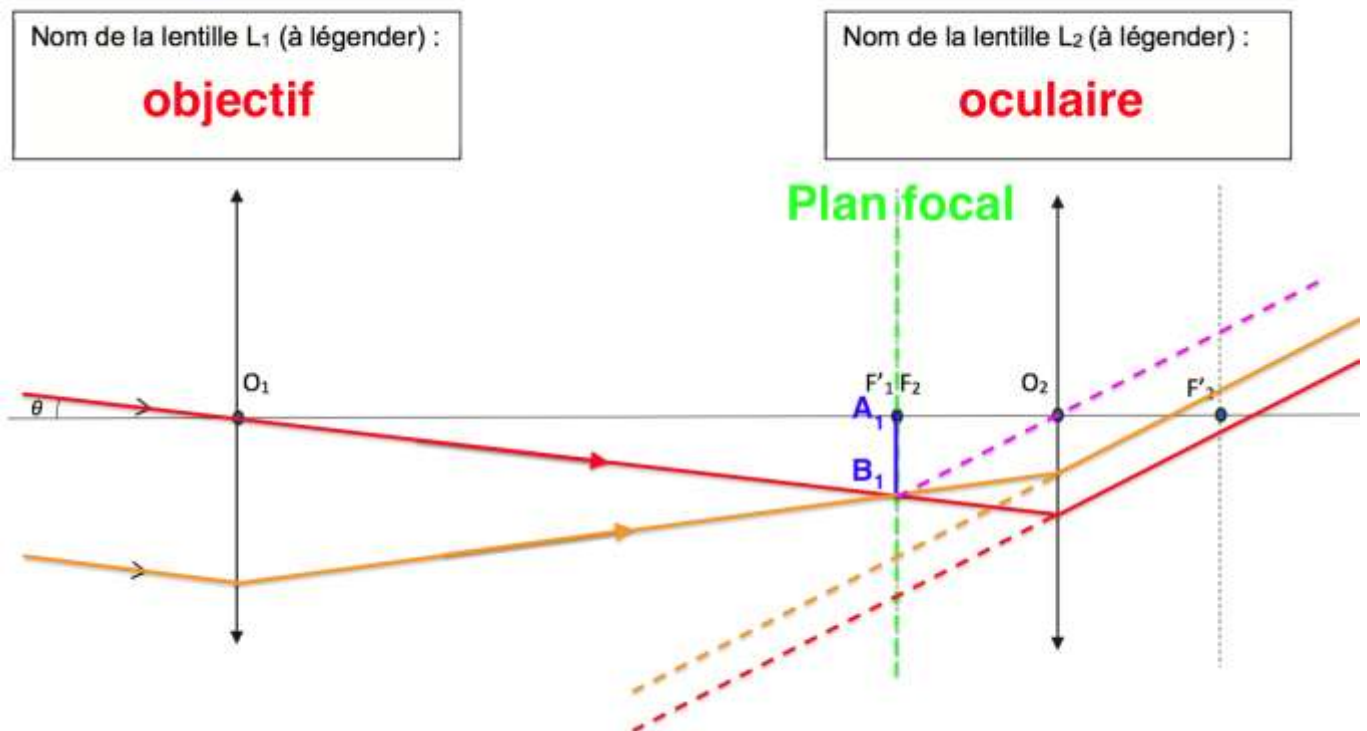
L'autre rayon est parallèle au premier. Il est dévié vers le point  $B_1$



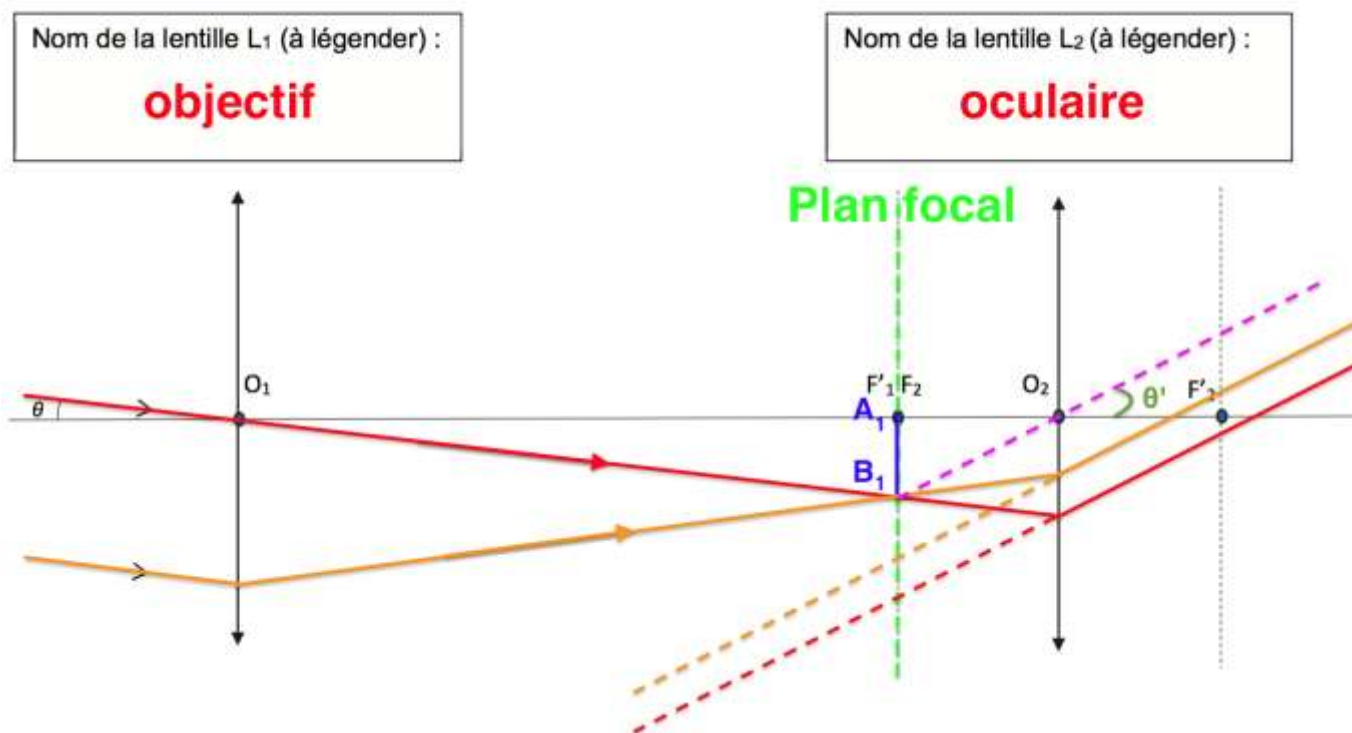
Un rayon issu de  $B_1$  passant par  $O_2$  n'est pas dévié.



$A_1B_1$  étant sur le plan focal, il donnera une image à l'infini, tous les rayons issus de  $B_1$ , passant par la lentille  $L_2$  seront parallèles.



$\theta'$  est l'angle sous lequel est vue l'image finale en sortie de lunette.

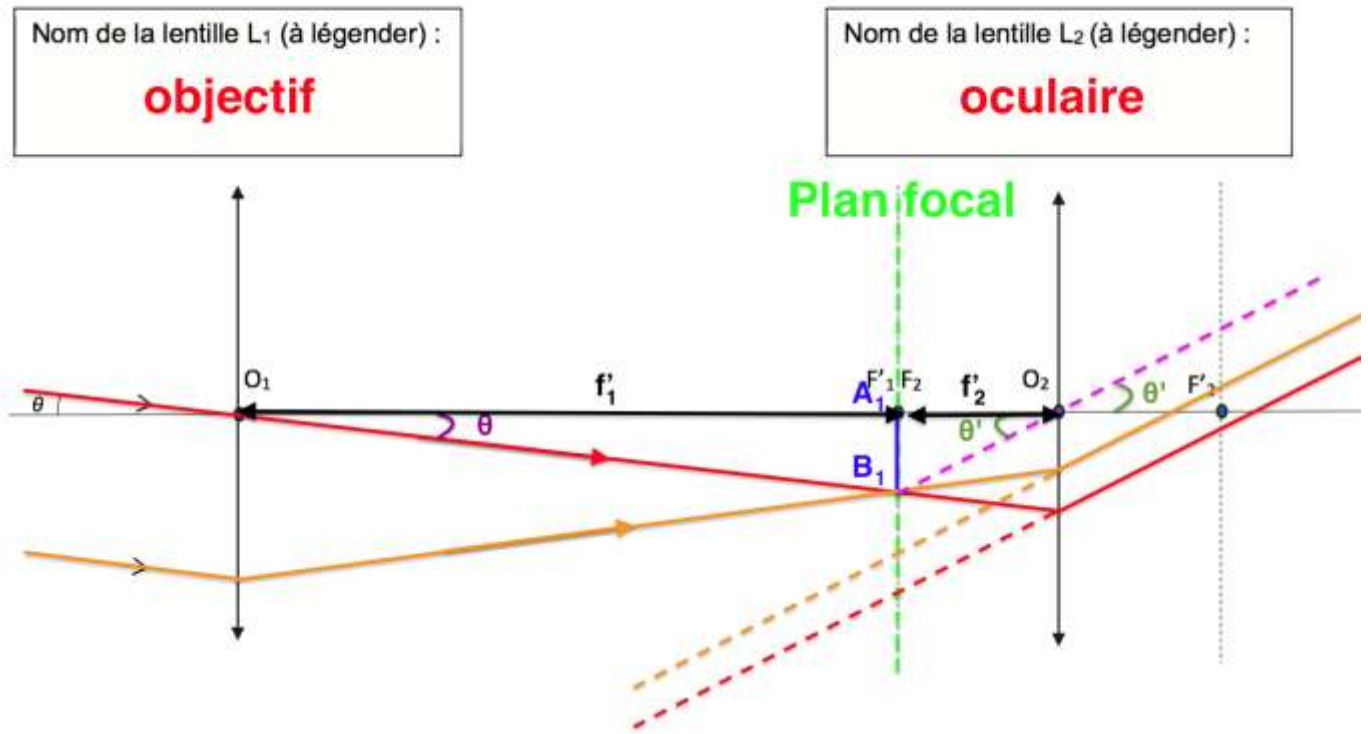


Q4.

Le grossissement  $G$  est défini par :

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

Q5.



$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{A_1 B_1}{f'_1}$$

$$\tan(\theta') \approx \theta' = \frac{A_1 B_1}{f'_2}$$

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{A_1 B_1}{f'_2}}{\frac{A_1 B_1}{f'_1}} = \frac{A_1 B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1 B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

Q6.

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

$$G \times f'_2 = f'_1$$

$$f'_2 = \frac{f'_1}{G}$$

$$f'_2 = \frac{700 \cdot 10^{-3}}{78}$$

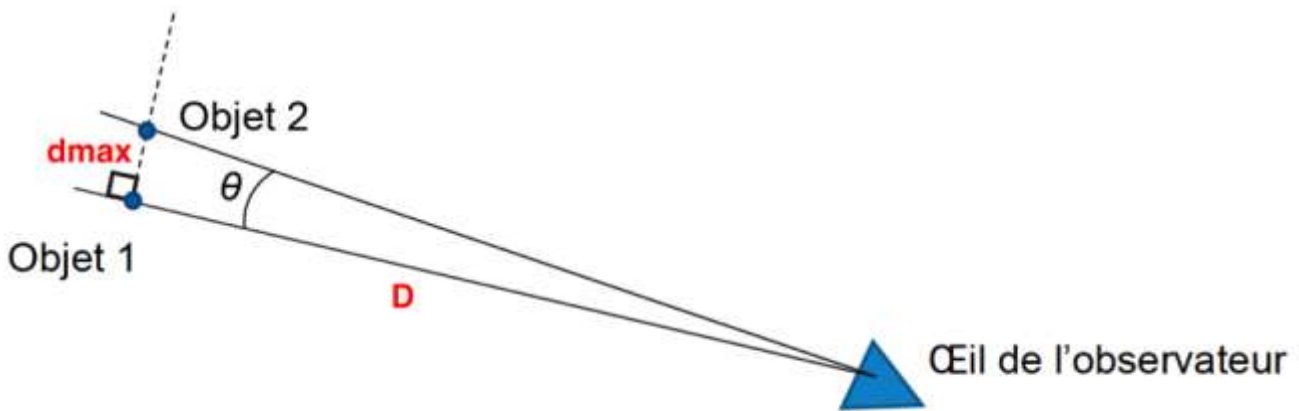
$$f'_2 = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$f'_2 = 9,0 \text{ mm}$$

## 2. Observation des anneaux de Saturne

Q7.

Considérons Saturne et l'extrémité la plus éloignée de l'anneau A (anneau le plus éloigné considéré visible) ils sont séparés de  $d_{\max}$



Calculons l'angle d'observation à l'œil nu :

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{d_{\max}}{D}$$

$$\theta = \frac{7,7 \times 10^4 \times 10^3}{1,4 \times 10^9 \times 10^3}$$

$$\theta = 5,5 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

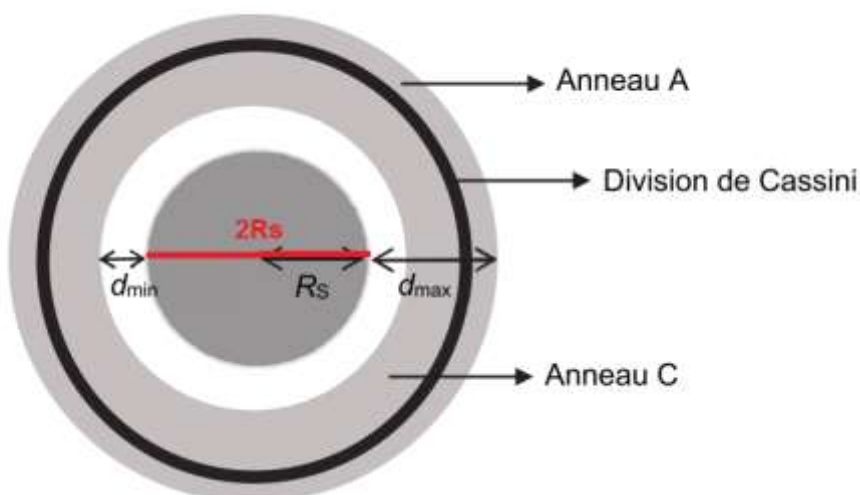
$$\theta < \varepsilon$$

Nous ne pouvons distinguer les objets 1 et 2 : Saturne apparaît Niveau 1 : anneaux non visibles

Peut on voir saturne seul à l'œil nu ?

Considérons Saturne d'une l'extrémité à l'autre de distance  $2R_s$

Saturne et ses anneaux :



Calculons l'angle d'observation à l'œil nu :

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{2R_S}{D}$$

$$\theta = \frac{2 \times 5,8 \times 10^4 \times 10^3}{1,4 \times 10^9 \times 10^3}$$

$$\theta = 8,3 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

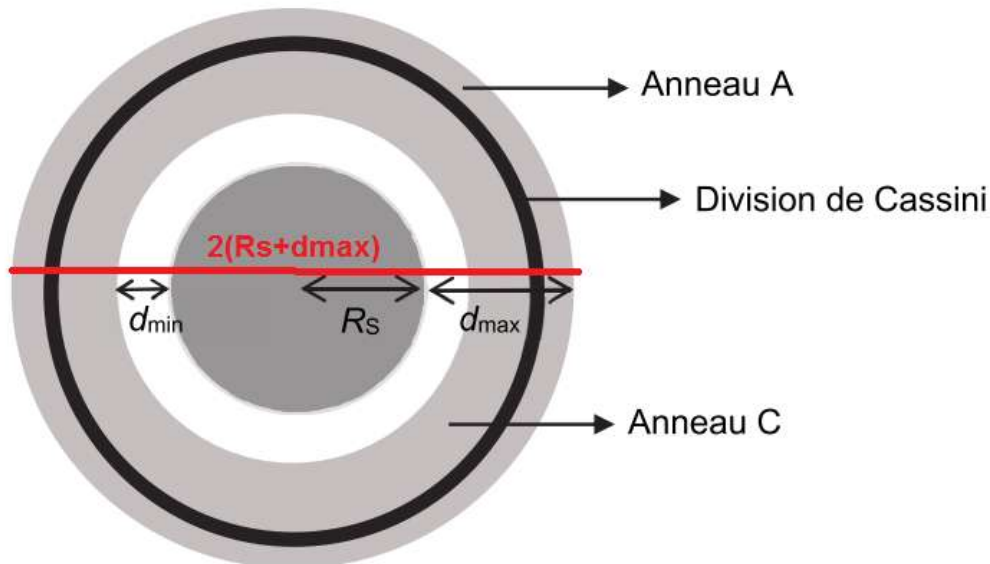
$$\theta < \varepsilon$$

Nous ne pouvons distinguer saturne seul à l'œil nu.

Peut on voir saturne et ses anneaux à l'œil nu ?

Considérons Saturne d'une l'extrémité à l'autre de distance  $2(R_S + d_{\max})$

Saturne et ses anneaux :



Calculons l'angle d'observation à l'œil nu :

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{2(R_S + d_{\max})}{D}$$

$$\theta = \frac{2 \times (5,8 \times 10^4 \times 10^3 + 7,7 \times 10^4 \times 10^3)}{1,4 \times 10^9 \times 10^3}$$

$$\theta = 1,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$$\theta < \varepsilon$$

Nous ne pouvons distinguer saturne et ses anneaux à l'œil nu.

Conclusion : saturne n'est pas visible à l'œil nu.

**Q8.**

On utilise la lunette astronomique de grossissement 78 modélisée dans la partie précédente pour observer Saturne et essayer de distinguer ses anneaux.

Considérons Saturne et l'extrémité la plus éloignée de l'anneau A (anneau le plus éloigné considéré visible)

$$\theta' = 78 \times \theta$$

$$\theta' = 78 \times 5,5 \times 10^{-5}$$

$$\theta' = 4,3 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta' > \varepsilon$  : Nous pouvons distinguer les objets 1 et 2. Nous pouvons distinguer Saturne et l'extrémité la plus éloignée de l'anneau A.

Déterminons le niveau d'observation de Saturne (figure 1) que l'on atteint avec la lunette astronomique utilisée.

Considérons Saturne et l'extrémité la plus proche de l'anneau C (anneau le plus proche considéré visible)

Calculons l'angle d'observation à l'œil nu :

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{d_{\min}}{D}$$

$$\theta = \frac{1,4 \times 10^4 \times 10^3}{1,4 \times 10^9 \times 10^3}$$

$$\theta = 1,0 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

$$\theta' = 78 \times \theta$$

$$\theta' = 78 \times 1,0 \times 10^{-5}$$

$$\theta' = 7,8 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta' > \varepsilon$  : Nous pouvons distinguer les objets 1 et 2. Nous pouvons distinguer Saturne et l'extrémité la plus proche de l'anneau C. L'anneau C est visible.

Considérons la division de Cassini

Calculons l'angle d'observation à l'œil nu :

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{d_{cas}}{D}$$



$$\theta = \frac{4,8 \times 10^3 \times 10^3}{1,4 \times 10^9 \times 10^3}$$

$$\theta = 3,4 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\theta' = 78 \times \theta$$

$$\theta' = 78 \times 3,4 \times 10^{-6}$$

$$\theta' = 2,7 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Angle minimal à partir duquel notre œil peut distinguer deux objets très proches :  $\varepsilon = 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta' < \varepsilon$  : Nous ne pouvons pas distinguer les objets 1 et 2. Nous ne pouvons pas distinguer la division de Cassini.

Ainsi, le niveau d'observation de Saturne (figure 1) que l'on atteint avec la lunette astronomique utilisée est le Niveau 3 : anneaux visibles.