



## **Baccalauréat des voies générale et technologique**



### **Épreuve de physique-chimie de série S**

**Annales 0 : exemples d'exercices**

**[BO n° 27 du 4 juillet 2002](#)**

**Physique, enseignement de spécialité :**

**Etude de la notice d'un télescope**

Attention : Les sujets proposés ne sont pas représentatifs de l'ensemble des possibilités offertes par les programmes et ne constituent donc pas une liste fermée de ces possibilités. Aussi doivent-ils être considérés comme des exemples et non comme des modèles.

27 août 2002

# ÉTUDE DE LA NOTICE D'UN TÉLESCOPE

L'usage de la calculatrice est autorisé

Le but de cet exercice est d'étudier le fonctionnement d'un télescope de Newton, et de vérifier certaines indications portées sur sa notice descriptive.

## Télescope

Grossissements :  $45\times$  ;  $90\times$  ;  $150\times$  ;  $300\times$ .

Miroir sphérique de diamètre 114 mm, de focale 900 mm.

Deux oculaires interchangeables de focales 6 mm ; 20 mm.

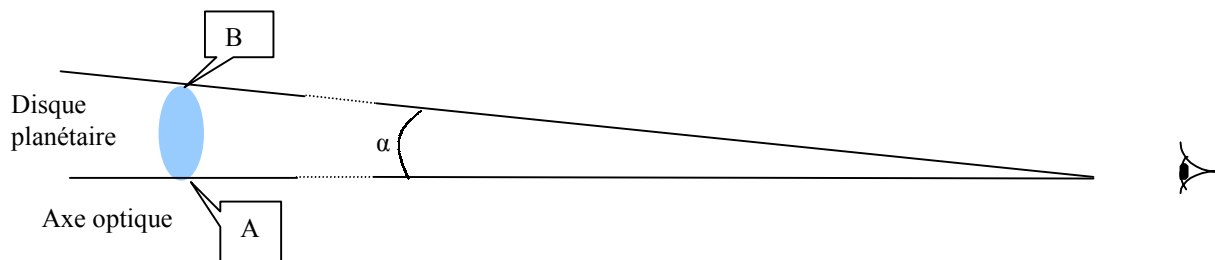
Lentille de Barlow (elle double le grossissement du télescope pour chaque oculaire).

Le télescope est donc constitué des éléments suivants :

- un miroir sphérique (M) de diamètre D, de centre C, de sommet S, de distance focale  $f'_1$  ;
- un miroir plan (m), incliné à  $45^\circ$  par rapport à l'axe optique du miroir (M) ;
- une lentille mince convergente (L) de distance focale  $f'_2$ , de centre O, appelée oculaire.

On considèrera que le télescope est utilisé dans les conditions de Gauss.

L'utilisateur du télescope observe une planète, de diamètre AB, suffisamment éloignée pour être considérée à l'infini.



## 1. Image $A_1B_1$ donnée par le miroir sphérique

Sur le schéma 1 en annexe, on a tracé deux rayons du faisceau lumineux provenant du point B de la planète. Ces rayons sont inclinés d'un angle  $\alpha$  par rapport à la direction de l'axe optique du miroir (M). Le rayon (2) est un des rayons du faisceau intercepté par le miroir sphérique (M). Le rayon (1) est un rayon permettant la construction des images. On appelle  $A_1B_1$  l'image intermédiaire que donne le miroir (M) de la planète AB.

Remarque : sur les schémas donnés en annexes, les distances et les angles ne sont pas représentés à l'échelle.

- 1.1. Justifier la position particulière de l'image  $A_1B_1$  donnée par le miroir sphérique.
- 1.2. Exprimer la dimension de  $A_1B_1$  en fonction de  $\tan \alpha$  et de  $f'_1$ .

## 2. Image $A_2B_2$ donnée par le miroir plan

Dans le télescope (voir schéma 1 en annexe), on place sur le chemin du faisceau émergeant du miroir sphérique (M), un petit miroir plan (m). Les rayons sont ainsi envoyés sur une lentille (L) dont l'axe optique  $\Delta$  est perpendiculaire à celui du miroir (M). On appelle  $A_2B_2$  l'image intermédiaire donnée par le miroir (m).

Justifier la position de  $A_2B_2$  sur l'axe ( $\Delta$ ).

### 3. Image définitive A'B'

- 3.1. D'après le schéma 1, quelle position particulière l'image intermédiaire  $A_2B_2$  occupe-t-elle pour l'oculaire ? Quelle en est la conséquence pour l'image définitive A'B' ?
- 3.2. Où l'observateur doit-il se placer par rapport à la lentille, pour observer l'image de la planète par le télescope ?
- 3.3. Quel est l'intérêt d'avoir inséré le miroir plan (m) ?

### 4. Grossissement du télescope

On note  $\alpha'$  l'angle que font les rayons émergeant de l'ensemble {miroirs, lentille} avec l'axe optique. Le grossissement du télescope est défini par  $G = \alpha' / \alpha$ . Les angles  $\alpha'$  et  $\alpha$  sont assez petits pour que l'on puisse considérer que  $\tan \alpha \approx \alpha$  et  $\tan \alpha' \approx \alpha'$  si  $\alpha$  et  $\alpha'$  sont exprimés en radians.

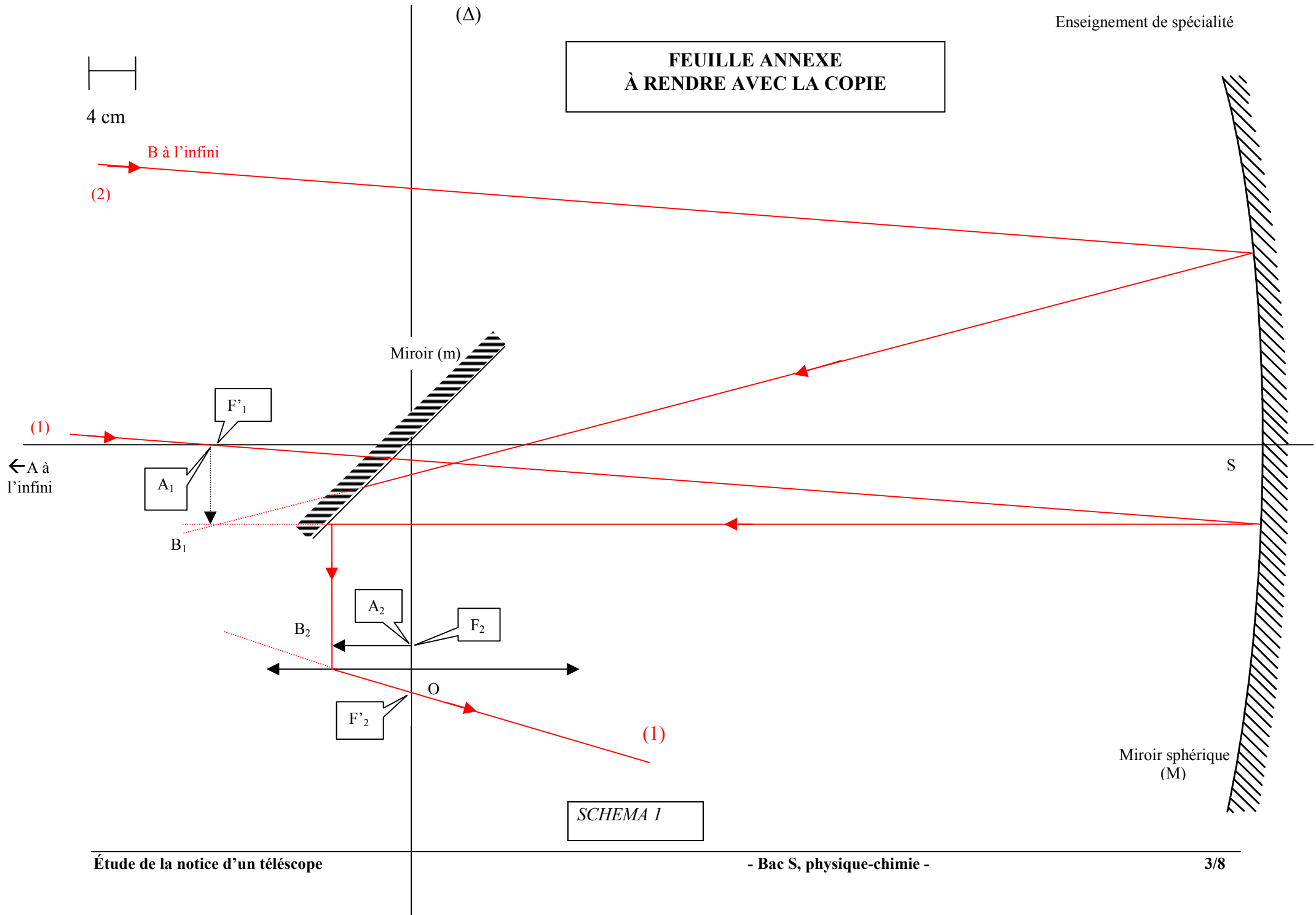
- 4.1. Indiquer sur le schéma 1 les angles  $\alpha$  et  $\alpha'$ .
- 4.2. Établir l'expression du grossissement  $G$  en fonction de  $f'_1$  et de  $f'_2$ .
- 4.3. Calculer la valeur du grossissement du télescope pour chacun des deux oculaires possibles.
- 4.4. Comment peut-on expliquer les quatre valeurs du grossissement indiquées sur la notice ?
- 4.5. Le diamètre apparent de la planète Saturne observée à l'œil nu est  $2,18.10^{-4}$  rad.  
Sous quel diamètre apparent maximal l'utilisateur peut-il l'observer à travers le télescope ?

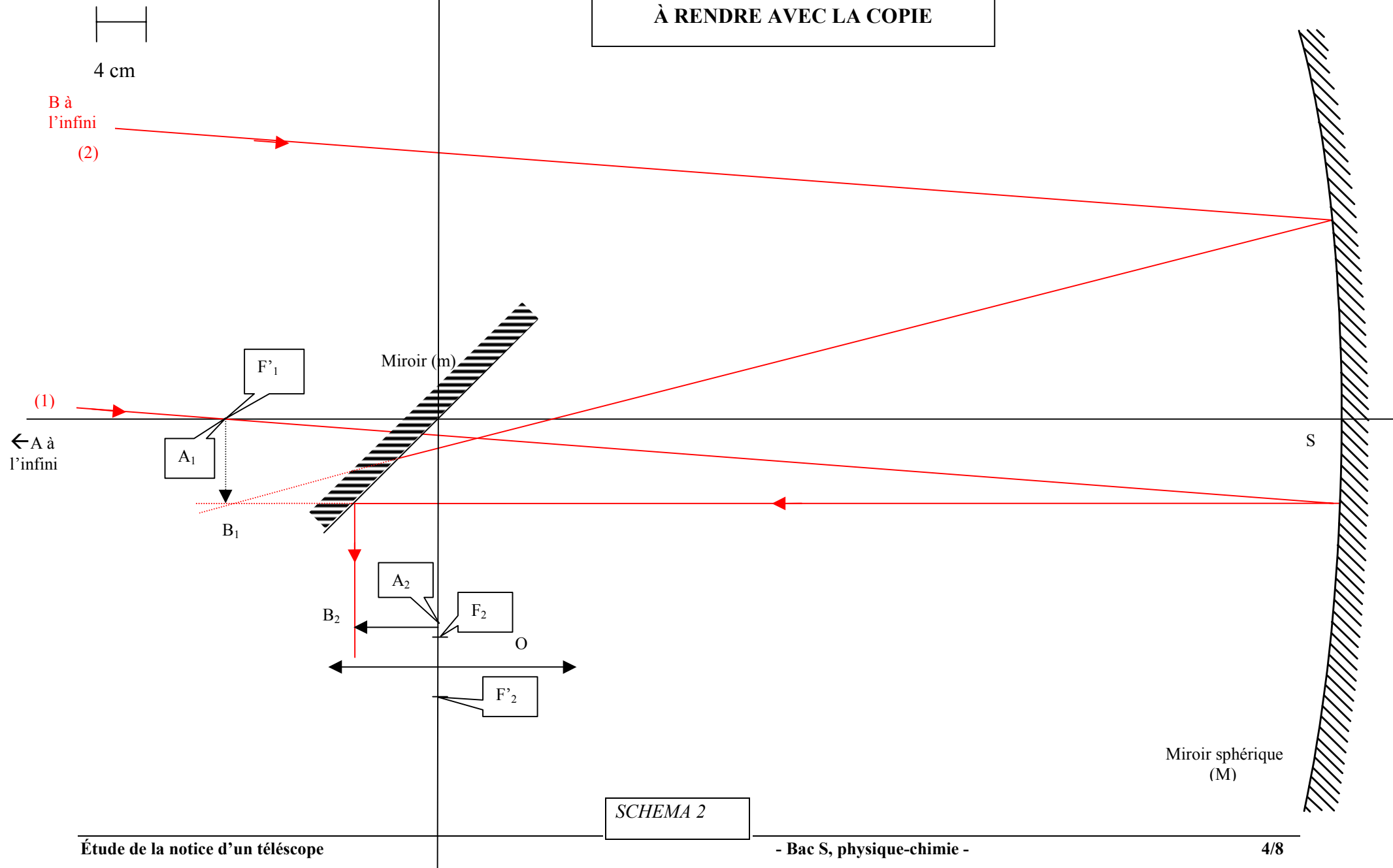
### 5. Photographie de la planète

L'observateur souhaite maintenant récupérer une image de la planète sur une plaque photographique. À cette fin, il écarte légèrement la lentille par rapport à sa position précédente. Cette position est représentée sur le schéma 2.

- 5.1. Pourquoi est-il nécessaire de décaler l'oculaire si on veut récupérer une image de la planète sur la plaque photographique ?
- 5.2. Si l'observateur avait rapproché la lentille du miroir au lieu de l'en écarter, aurait-il pu alors récupérer l'image définitive A'B' sur une plaque photographique ? Justifier la réponse.
- 5.3. La lentille de distance focale égale à 20 mm est placée à 3,0 cm de  $A_2B_2$ .
  - 5.3.a. Tracer la marche du rayon (1) de manière à déterminer la position de l'image définitive A''B'' dans ce cas là.
  - 5.3.b. Déterminer par le calcul la position de l'image finale A''B''.

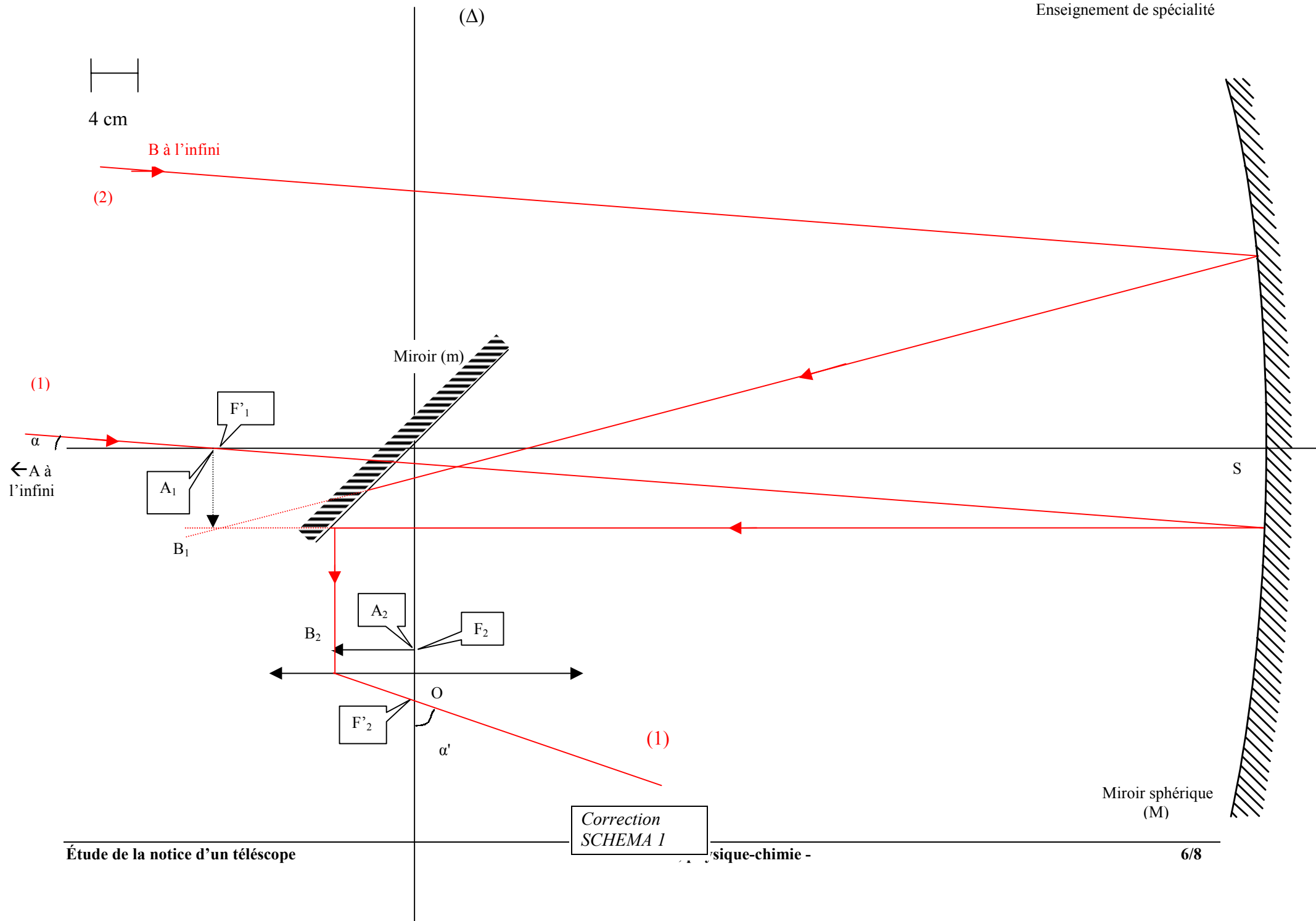
**FEUILLE ANNEXE  
À RENDRE AVEC LA COPIE**

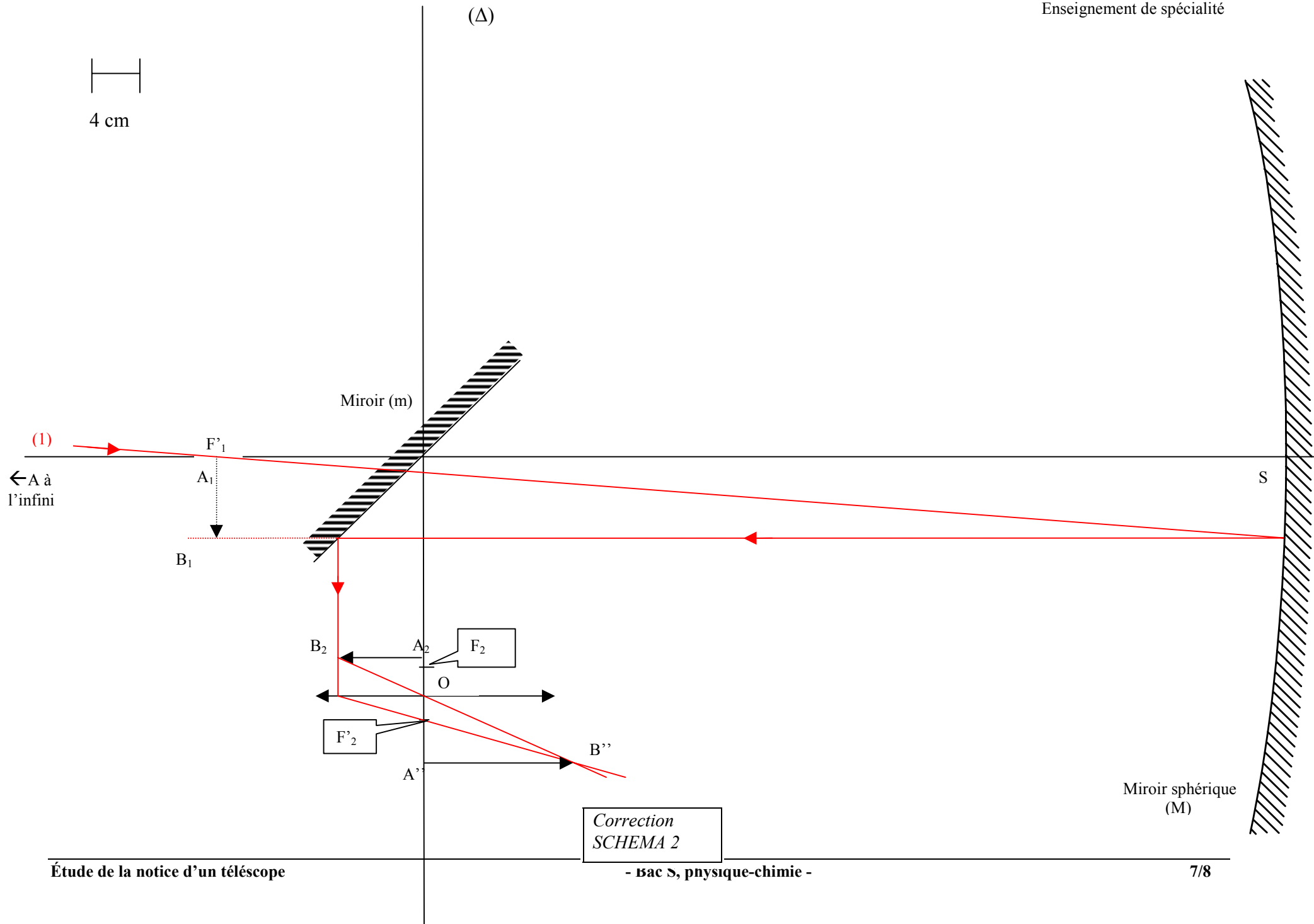


$(\Delta)$ **FEUILLE ANNEXE  
À RENDRE AVEC LA COPIE**

## NOTICE D'UN TÉLESCOPE

Question	Réponse	Points	Commentaires
1.1.	La planète est à l'infini. $A_1B_1$ est donc dans le plan focal image du miroir (M).	0,25	
1.2.	$\tan \alpha = A_1B_1 / f'_1$ donc $A_1B_1 = f'_1 \times \tan \alpha$	0,25	
2.	$A_2B_2$ est symétrique de $A_1B_1$ par rapport au miroir (m)	0,25	
3.1.	$A'B'$ est à l'infini. $A_2$ coïncide avec le foyer objet de l'oculaire.	0,25	
3.2.	L'observateur regarde à travers l'oculaire en direction du miroir (m).	0,25	
3.3.	Renvoyer l'image sur le côté et que l'observateur n'occulte pas les rayons lumineux qui proviennent de la planète.	0,25	
4.1.	Voir figure	0,25	
4.2.	$G = \alpha' / \alpha \approx \tan \alpha' / \tan \alpha = (A_2B_2 / f'_2) \times (f'_1 / A_1B_1) = f'_1 / f'_2$	0,25	
4.3.	$G_1 = 900 / 6 = 150$ $G_2 = 900 / 20 = 45$	0,25	
4.4.	La lentille de Barlow multiplie le grossissement par 2 (voir notice) Donc $G'_1 = 2 \times G_1 = 300$ $G'_2 = 2 \times G_2 = 90$	0,25	
4.5.	$\alpha' = G_1 \times \alpha = 300 \times 2,18 \times 10^{-4} = 6,54 \times 10^{-2} \text{ rad}$	0,25	
5.1.	Sinon, l'image se forme à l'infini et il est impossible d'y disposer la plaque photographique.	0,25	
5.2.	Non, car alors l'image se formerait en avant de la lentille. En effet $A_2B_2$ serait en deçà de la distance focale par rapport à l'oculaire.	0,25	
5.3.a.	Voir figure	0,25	
5.3.b.	$1/OA'' - 1/OA_2 = 1/OF'_2$ Donc $1/OA'' = 1/OF'_2 + 1/OA_2$ $= 1/(20 \times 10^{-3}) - 1/(3,0 \times 10^{-2})$ $= 50 - 33,3 = 16,7$ Donc $OA'' = 6,0 \text{ cm}$	0,5	
TOTAL		4	







## NOTICE D'UN TÉLESCOPE

	Question	Compétences exigibles
1.1.	Justifier la position particulière de l'image $A_1B_1$ donnée par le miroir sphérique.	Pour un miroir sphérique, construire l'image d'un point objet situé à l'infini.
1.2.	Exprimer la dimension de $A_1B_1$ en fonction de $\tan \alpha$ et de $f_1$ .	Élaborer une argumentation, une démarche scientifique. Utiliser les fonctions du programme de mathématiques.
2.	Justifier la position de $A_2B_2$ sur l'axe $\Delta$ .	Pour une lentille et un miroir plan ou sphérique retrouver par construction les caractéristiques d'un objet connaissant son image.
3.1.	D'après le schéma 1, quelle position particulière l'image intermédiaire $A_2B_2$ occupe-t-elle pour l'oculaire ? Quelle en est la conséquence pour l'image définitive $A'B'$ ?	Analyser, en termes scientifiques, une situation, une expérience, un document.
3.2.	Où l'observateur doit-il se placer par rapport à la lentille, pour observer l'image de la planète par le télescope ?	Analyser, en termes scientifiques, une situation, une expérience, un document.
3.3.	Quel est l'intérêt d'avoir inséré le miroir plan (m) ?	Analyser, en termes scientifiques, une situation, une expérience, un document.
4.1.	Indiquer sur le schéma 1 les angles $\alpha$ et $\alpha'$ .	Analyser, en termes scientifiques, une situation, une expérience, un document.
4.2.	Établir l'expression du grossissement $G$ en fonction de $f_1$ et de $f_2$ .	La définition du grossissement étant donnée, savoir l'utiliser et exploiter son expression.
4.3.	Calculer la valeur du grossissement du télescope pour chacun des deux oculaires possibles.	Analyser, en termes scientifiques, une situation, une expérience, un document. La définition du grossissement étant donnée, savoir l'utiliser et exploiter son expression.
4.4.	Comment peut-on expliquer les quatre valeurs du grossissement indiquées sur la notice ?	Identifier les paramètres jouant un rôle dans un phénomène physique, chimique.
4.5.	Sans utiliser le télescope, le diamètre apparent de la planète Saturne est $2,18 \cdot 10^{-4}$ rad. Sous quel diamètre apparent maximal l'utilisateur peut-il l'observer à travers le télescope ?	Savoir définir et calculer le diamètre apparent. La définition du grossissement étant donnée, savoir l'utiliser et exploiter son expression.
5.1.	Pourquoi est-il nécessaire de décaler l'oculaire si on veut récupérer une image de la planète sur la plaque photographique ?	Pour les lentilles intervenant dans les instruments d'optique étudiés, utiliser et exploiter les relations de conjugaison.
5.2.	Si l'observateur avait rapproché la lentille du miroir au lieu de l'en écarter, aurait-il pu alors récupérer l'image définitive $A'B'$ sur une plaque photographique ? Justifier la réponse.	Pour les lentilles intervenant dans les instruments d'optique étudiés, utiliser et exploiter les relations de conjugaison.
5.3.a.	Tracer la marche du rayon (1) de manière à déterminer la position de l'image définitive $A''B''$ dans ce cas là.	Déterminer à partir d'une construction à l'échelle, les caractéristiques de l'image définitive donnée par un instrument d'optique. Construire, pour les trois instruments étudiés, l'image intermédiaire et l'image définitive d'un objet plan perpendiculaire à l'axe optique.
5.3.b.	Déterminer par le calcul la position de l'image finale $A''B''$ .	Pour les lentilles intervenant dans les instruments d'optique étudiés, utiliser et exploiter les relations de conjugaison.