



# Activités de la séquence n°15

## Le télescope



### Fiches de synthèse mobilisées :

Fiche n° 13.a : formation des images par les miroirs

Fiche n°13.b : le télescope de Newton et son modèle optique



### Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 :	observations et premières manipulations du télescope.....	1
ACTIVITÉ 2 :	formation des images par les miroirs.....	2
ACTIVITÉ 3 :	pourquoi changer l’oculaire d’un télescope ?.....	3
ACTIVITÉ 4 :	modélisation d’un télescope de Newton sur banc d’optique.....	4
ACTIVITÉ 5 :	les télescopes spatiaux, quel intérêt ? Pourquoi des miroirs si grands ?.....	5

### ACTIVITÉ 1 : observations et premières manipulations du télescope

Dans la salle de classe se trouve un télescope de type Newton, tel celui représenté sur la photographie ci-contre. Il a été réglé afin qu’une image grossie d’un élément du paysage soit observable.

Utiliser cet instrument et vos connaissances pour répondre aux questions suivantes.

1. Dans ses conditions habituelles d’utilisation, pour l’observation de quels types d’objets un télescope est-il conçu ? Comment peut-on qualifier la distance à laquelle se trouvent ces objets ?
2. Où faut-il placer son œil pour voir une image ? Comment appelle-t-on l’accessoire devant lequel il faut placer l’œil ? De quoi semble-t-il constitué ? Le retirer pour répondre aux questions suivantes.
3. Observer l’intérieur du télescope : quelle semble être la forme du miroir placé au fond du tube ? Quelle forme semble avoir le petit miroir placé proche de l’entrée ? Parmi ces deux miroirs, lequel est l’objectif ?
4. La figure ci-dessous représente le tube d’un télescope vu en coupe. Compléter cette figure en représentant aux bons emplacements la position de l’oculaire et celles des deux miroirs que contient le télescope présent dans la salle de classe.



5. Utiliser cette figure pour justifier que la présence du petit miroir soit nécessaire. Pourquoi, à votre avis, ce miroir doit-il être le plus petit possible ?
6. Lors de la mise au point de l’instrument, quelle distance modifie-t-on ?
7. Quel est le rôle de la petite lunette fixée sur le télescope ?



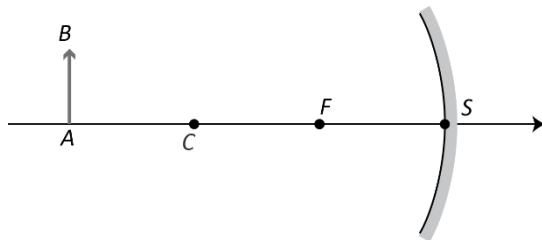
## ACTIVITÉ 2 : formation des images par les miroirs

On a vu précédemment qu'un télescope contient plusieurs miroirs : le but de cette activité est de comprendre leur rôle optique. Deux types de miroirs seront abordés : l'un est un miroir plan, l'autre est un miroir sphérique concave ayant forme d'une portion de sphère.

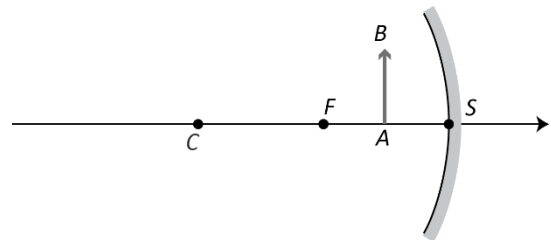
### Partie 1 : différents types de miroirs.

- Réaliser les quatre manipulations suivantes :
  - Situation 1** : se munir d'un miroir sphérique concave et se regarder dedans en tendant le bras. Décrire précisément l'image que l'on observe.
  - Situation 2** : rapprocher le miroir de votre œil jusqu'à observer une image d'un autre type. Décrire précisément cette image.
  - Situation 3** : se munir d'un miroir plan et se regarder dedans en tendant le bras. Décrire précisément l'image que l'on observe.
  - Situation 4** : rapprocher le miroir de votre œil et noter les changements (ou l'absence de changement) que cela induit.
- Les figures ci-dessous illustrent les situations 1 à 4 (sans respecter d'échelle). L'objet AB modélise la partie du visage que regarde l'observateur. Compléter chacune de ces figures en traçant au moins deux rayons de lumière issus de B et en représentant l'image A'B' donnée par le miroir. Vérifier que chaque figure est bien cohérente avec les observations réalisées dans les questions précédentes.

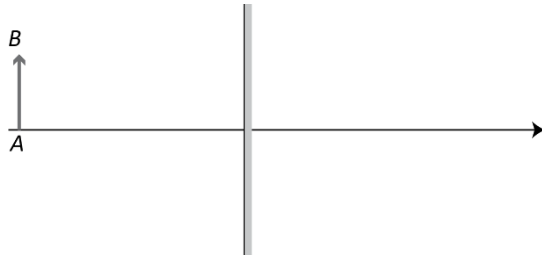
**Situation 1**



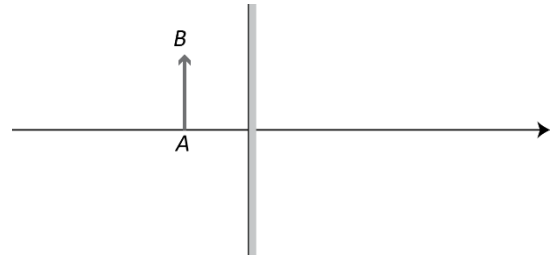
**Situation 2**



**Situation 3**



**Situation 4**



- Parmi les quatre images observées précédemment, lesquelles sont virtuelles ? lesquelles sont réelles ?

### Partie 2 : mesure de la distance focale d'un miroir sphérique concave

- Rédiger le protocole d'une expérience permettant d'obtenir l'image à l'infini d'un objet lumineux. On utilisera un cache en forme de flèche, une lanterne et une lentille convergente de distance focale 10 cm.
- Après avoir fait valider le protocole par l'enseignant, réaliser l'expérience.
- L'image à l'infini que nous venons d'obtenir va servir d'objet pour le miroir. Utiliser un demi-écran et un miroir sphérique concave pour obtenir une image réelle de cet objet.
- Pourquoi la distance miroir – écran est-elle la distance focale du miroir ?
- Mesurer la valeur de la distance focale  $f$  du miroir.



### ACTIVITÉ 3 : pourquoi changer l’oculaire d’un télescope ?

#### Expérience :

- Munir le télescope présent dans la salle d’un oculaire « 32mm ».
- Viser divers objets de la salle de classe et tenter de faire la mise au point. Est-ce possible ?
- Viser un élément du paysage et faire la mise au point. Est-ce possible ?
- Remplacer alors l’oculaire par celui portant l’indication « 15mm », refaire la mise au point. Observer toutes les modifications de l’image obtenue.

#### Questions

1. Où se situent les objets dont le télescope est capable de donner une image ? Justifier à l’aide des observations précédentes.
2. Lorsque la mise au point est possible, donner les caractéristiques des images données par le télescope.
3. Exploiter l’expérience précédente pour décrire les conséquences d’une diminution de la distance focale de l’oculaire sur :
  - le champ de l’instrument ;
  - la luminosité de l’image obtenue ;
  - le grossissement du télescope.

4. La fiche de synthèse 13.b démontre l’expression suivante du grossissement :

$$G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$$

Montrer que cette relation est compatible avec certaines des observations réalisées dans cette activité.

5. Les caractéristiques techniques du télescope présent dans la salle de classe sont données dans le document 1. Combien de grossissements différents cet instrument permet-il d’atteindre ?
6. Calculer le grossissement le plus faible que l’on puisse obtenir avec ce télescope. Proposer un exemple d’objet céleste pour lequel cette valeur peut être utile.
7. Calculer le grossissement le plus élevé que l’on puisse obtenir avec ce télescope. Proposer un exemple d’objet céleste pour lequel cette valeur peut être utile.

#### DOCUMENT 1 : caractéristique d’un télescope 114/900

Objectif du télescope :

- diamètre du miroir principal : 114 mm ;
- distance focale du miroir principal : 900 mm.

Oculaires et accessoires :

- Vendu avec deux oculaires de distances focales 32mm et 15 mm et une lentille de Barlow amovible permettant de diviser par deux la focale de l’oculaire.



## ACTIVITÉ 4 : modélisation d'un télescope de Newton sur banc d'optique

On souhaite modéliser un télescope de Newton avec le matériel suivant :

- un miroir sphérique  $M_1$  de distance focale  $f'_1 = 250$  mm ;
- un miroir plan  $M_p$  ;
- une lentille convergente  $L_2$  de distance focale  $f'_2 = 100$  mm.

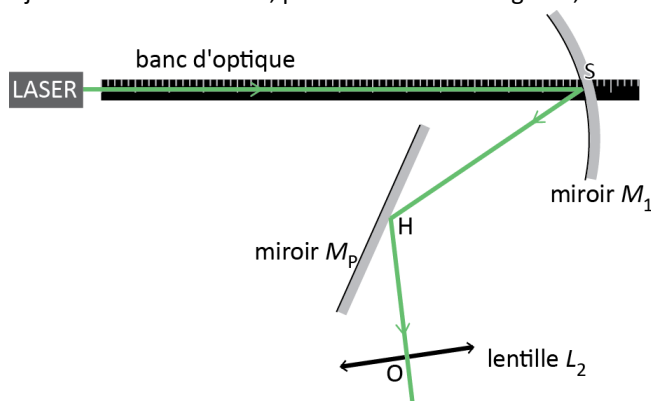
### Partie 1 : réalisation du télescope

1. Vérifier expérimentalement les distances focales du miroir sphérique et de la lentille convergente et noter les résultats obtenus.
2. Rappeler quel élément joue le rôle d'objectif et lequel joue le rôle d'oculaire.
3. Le télescope que nous allons réaliser doit être afocal : que doit valoir la distance  $SH + HO$  (voir schéma ci-dessous) ?

### Expérience : réalisation de la maquette

On va utiliser un laser pour ajuster l'alignement des éléments de notre télescope.

- Placer un laser sur le banc d'optique et le miroir sphérique concave et faire en sorte que le faisceau atteigne le centre du miroir. Le miroir doit être face à la fenêtre.
- Faire pivoter légèrement le miroir sphérique afin que le faisceau réfléchi ne soit pas confondu avec le faisceau incident.
- Placer le miroir plan sur le trajet du faisceau réfléchi, puis la lentille convergente, comme sur le schéma ci-dessous.



- Ajuster la position des éléments de manière à respecter la condition énoncée à la question 3 sur la distance  $SH + HO$ , tout en faisant en sorte que le faisceau laser atteigne le centre de chacun d'eux.
  - **Ôter le laser.**
  - Placer l'œil derrière la lentille et vérifier que l'on observe une image du paysage par la fenêtre (et si ce n'est pas le cas, déplacer légèrement la lentille).
4. Donner les propriétés de l'image définitive obtenue et vérifier qu'elles sont bien conformes à ce que l'on attend d'un télescope de Newton.
  5. Le télescope que nous avons réalisé est « désaxé » (contrairement aux instruments du commerce) : pourquoi était-ce nécessaire compte du matériel que nous utilisons ?

### Partie 2 : simulation de l'astre et de l'œil de l'observateur

6. Le télescope est destiné à l'observation astronomique, donc d'objets situés « à l'infini ». Proposer un protocole pour modéliser un objet à l'infini à l'aide de la lanterne munie d'un cache de forme reconnaissable et d'une lentille convergente  $L_0$  de distance focale 100 mm.
  - ▶ Réaliser cet objet et le positionner sur le montage précédent.
7. Proposer un protocole pour simuler un œil au repos, avec une lentille convergente de distance focale 100 mm et un écran.



- ▶ Réaliser cet « œil fictif » et le positionner sur le montage précédent. Vérifier que l'on obtient bien une image sur « la rétine ».

### Partie 3 : mesure du grossissement

8. Déplacer légèrement l'oculaire pour réaliser la mise au point. Relever et noter les caractéristiques de l'image obtenue sur la rétine de l'œil fictif (sens, taille).
9. Placer l'œil fictif directement face à « l'objet à l'infini » et relever les caractéristiques de l'image obtenue.
10. Dédire des mesures précédentes la valeur du grossissement et comparer la valeur obtenue à celle calculée à l'aide de la relation :

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

## ACTIVITÉ 5 : les télescopes spatiaux, quel intérêt ? Pourquoi des miroirs si grands ?



Le télescope spatial Herschel (source : esa.int)

1. Pourquoi le télescope Herschel devait-il forcément être mis en orbite autour de la Terre et non pas installé au sol ? Exploiter les documents 1 et 2 pour répondre.
2. On rappelle que l'angle de diffraction par une ouverture circulaire est donné par la relation :

$$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

$\lambda$  étant la longueur d'onde du rayonnement et  $D$  le diamètre de l'objectif (ouverture) de l'instrument.

Exploiter cette relation pour expliquer l'intérêt d'augmenter la taille du miroir primaire d'un télescope et expliquer pourquoi c'est d'autant plus utile pour un instrument observant dans l'infrarouge.

3. Proposer un second avantage d'augmenter la taille du miroir primaire d'un télescope.

### DOCUMENT 1 : le miroir principal du télescope Herschel

La photographie ci-contre montre l'assemblage du miroir du télescope spatial Herschel, qui avec un diamètre de 3,5 mètres était le plus grand jamais construit à son lancement en 2009 :

Ce télescope a été conçu pour observer le rayonnement infrarouge (55 à 672  $\mu\text{m}$ ) de l'univers lointain et pour percer les secrets de la formation des étoiles et des galaxies.

Le télescope spatial James Webb qui devrait être lancé en 2021 observera lui aussi le rayonnement infrarouge. Son miroir primaire possède un diamètre de 6,5 mètres.



Miroir primaire du télescope spatial Herschel (source : esa.int)



DOCUMENT 2 : absorption des rayonnements électromagnétiques par l'atmosphère terrestre

