



# Chapitre B5 – La lunette astronomique



Se positionner : feuille « Rappels d'optique géométrique »

## Activité 1. Une lunette, ça sert à quoi et comment ça marche ?

1. Décrire, selon vous, l'intérêt d'une lunette astronomique.
2. Décrire les caractéristiques de ce qu'on voit à travers une lunette par rapport à l'objet observé.
3. Pour que l'observation se fasse de la façon la plus reposante possible pour l'œil, indiquer s'il faut que votre œil accommode ou qu'il regarde à l'infini.
4. Aux extrémités de la lunette, il y a deux lentilles. On les appelle *objectif* et *oculaire*. En pensant au sens ou à la racine de ces deux mots, indiquer sur la photo ci-contre où se situe l'objectif et où se situe l'oculaire.
5. Indiquer l'effet de la vis micrométrique située près de l'oculaire :
  - a. du point de vue de la géométrie de la lunette
  - b. du point de vue de ce qui est observé.



Doc. 4. Lunette astronomique  $\varnothing 60/800$  mm (diamètre et focale) livrée avec 3 oculaires. Grossissements de 40 $\times$ , 64 $\times$  et 133 $\times$ .

## Activité 2. Ouvrons la lunette...

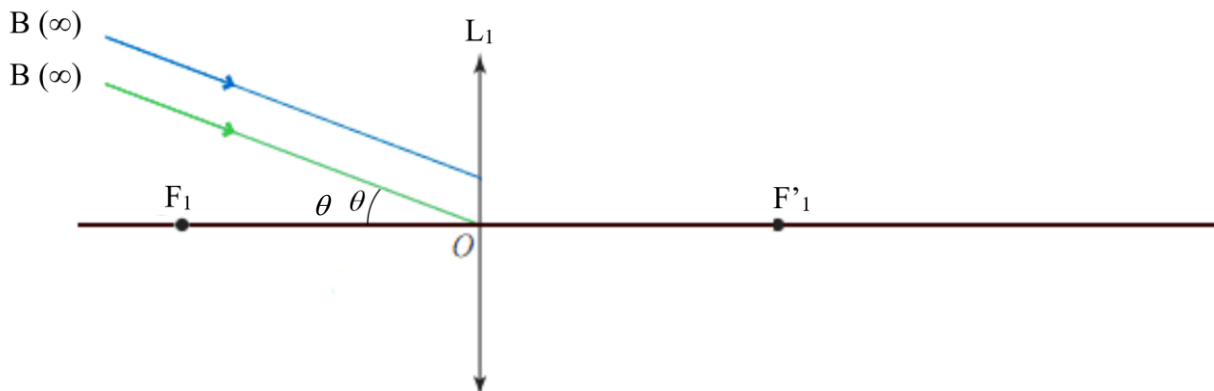
On cherche dans cette activité à comprendre comment avec deux lentilles convergentes on peut assurer la fonction d'une lunette : après avoir modélisé la lunette, il s'agira d'en faire une maquette avec deux lentilles.

### Partie A- Un peu de modélisation pour commencer...

On s'impose les contraintes suivantes :

- On ne dispose que de deux lentilles convergentes de focales différentes.
- On cherche à observer un objet considéré à l'infini : en optique, l'infini, c'est juste loin par rapport à la taille de l'instrument d'optique.
- Pour le confort de la vision à travers l'appareil, l'image est située à l'infini : on reçoit un faisceau de rayons parallèles entre eux.

1. Compléter le schéma ci-dessous (sur lequel figure l'*objectif* noté  $L_1$ ), en positionnant par construction le point  $B_1$ , image de  $B$  par la lentille  $L_1$ . On a représenté deux rayons venant de l'objet  $B$  à l'infini.



2. Représenter  $A_1B_1$ , *image intermédiaire* : elle va servir d'objet pour l'oculaire.
3. Sachant que l'image de  $B_1$  par l'oculaire  $L_2$  est à l'infini, représenter le foyer objet de  $L_2$ , la lentille  $L_2$  et son foyer image, ainsi que la direction de l'image  $B'$  située à l'infini.
4. L'angle  $\theta$  est l'angle sous lequel la lunette « voit » l'objet et donc aussi l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu par rapport à l'axe optique. De même, l'angle  $\theta'$  est l'angle sous lequel on voit l'image à travers la lunette par rapport à l'axe optique. Indiquer cet angle  $\theta'$  sur le schéma.

Le grossissement est défini par la relation  $G = \frac{\theta'}{\theta}$ .

5. On considère que les angles exprimés en radian sont suffisamment faibles pour faire l'approximation  $\tan \theta \approx \theta$ . Exprimer  $\theta$  puis  $\theta'$ , et en déduire une expression du grossissement en fonction de  $f'_1$  et  $f'_2$ .
6. La fonction de la lunette étant de voir un objet avec un angle apparent plus grand, en déduire quelle lentille doit avoir la distance focale la plus grande. Refaire éventuellement un schéma si ce n'est pas le cas sur votre schéma précédent (schéma de la page *sommaire* pour refaire éventuellement).
7. Lorsqu'un système optique fait d'un objet à l'infini une image à l'infini, on parle de système **afocal**. C'est donc le cas de la lunette astronomique étudiée ici. Indiquer la relation que doivent vérifier  $f'_1$ ,  $f'_2$  et  $O_1O_2$  pour que cette lunette soit bien afocale.

**Activité 2 – partie B. La maquette...**

Vous avez devant vous deux lentilles fixées sur des tubes de PVC qui peuvent coulisser l'un dans l'autre : une de vergence  $20 \delta$  (distance focale 5,0 cm), l'autre de vergence  $5 \delta$  (distance focale 20 cm).

8. Prévoir laquelle vous devez mettre devant votre œil pour voir une image agrandie.
9. En observant un objet très éloigné et en observant à l'infini (œil au repos), vérifier la condition précédente (question 7) en mesurant approximativement la distance entre les deux lentilles.

**Pour aller plus loin** : Vérifier la condition pour obtenir un système afocal à l'aide du simulateur disponible sur [www.prof-vince.fr](http://www.prof-vince.fr).

**Activité 3. Une lunette astronomique sur banc d'optique**

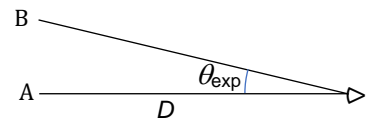
On utilise ici la maquette précédente mais sur banc d'optique. On utilise donc la lentille de vergence  $5 \delta$  ( $f'_1 = 20$  cm) comme objectif et celle de  $20 \delta$  ( $f'_2 = 5$  cm) comme oculaire. La valeur attendue pour le grossissement vaut donc 4 (20/5).

L'objet observé est constitué de 2 points lumineux notés A et B (distants de 30 cm) disposés sur le mur opposé. A est considéré sur l'axe des lentilles (pour les besoins du schéma de modélisation mais peu importe pour les mesures à suivre). Le banc d'optique peut être incliné avec un support élévateur afin de viser l'objet.

La distance entre l'objectif et l'objet est mesurée à l'aide d'un décimètre :  $D = \dots\dots\dots$

**Étude de l'objectif**

1. À l'aide du schéma ci-contre, **calculer** le diamètre apparent  $\theta_{\text{exp}}$  de l'objet observé à l'œil nu si l'on met l'œil au niveau de l'objectif.
2. Sur une page vierge en format paysage, **représenter** à 2 cm du bord gauche la lentille jouant le rôle d'objectif et faire figurer son foyer image (échelle 1 horizontalement). En choisissant de représenter un angle  $\theta$  pas trop grand, représenter l'image intermédiaire  $A_1B_1$ .
3. Rappeler l'expression de la taille de  $A_1B_1$  en fonction de  $\theta$  et de  $f'_1$  et **en déduire par un calcul sa valeur attendue** dans l'expérience.
4. **Mesurer** sur un écran placé dans le plan focal image de  $L_1$  la **valeur expérimentale** de  $A_1B_1$  et comparer.



**Étude de l'oculaire**

L'oculaire fonctionne comme une loupe. Il sert à observer l'image intermédiaire. On se limite au cas où l'image intermédiaire est située dans le plan focal objet de l'oculaire.

5. **Placer l'oculaire** sur le banc et effectuer alors l'observation de l'objet à travers la lunette (en visant). Il faut parfois ajuster la position de l'oculaire car l'objet n'est pas tout à fait à l'infini.
6. **Compléter** le schéma en représentant l'oculaire  $L_2$ , ses foyers, puis la marche de toute la lumière issue de B traversant l'instrument. Faire figurer les diamètres apparents  $\theta$  et  $\theta'$ .

**Grossissement expérimental  $G_{\text{exp}}$  obtenu avec la « lunette » utilisée dans ces conditions.**

7. **Exprimer** le diamètre apparent expérimental noté  $\theta'_{\text{exp}}$  en fonction de  $A_1B_1$  mesuré et  $f'_2$  puis **calculer** sa valeur.
8. En déduire la valeur expérimentale du grossissement  $G_{\text{exp}}$  correspondant à cet usage de la lunette en faisant le rapport  $\theta'_{\text{exp}}/\theta_{\text{exp}}$ . Comparer à la valeur « attendue » (calculée grâce à  $f'_1$  et  $f'_2$ ).

**Pour aller plus loin** : En faisant un schéma, prévoir la taille que l'image finale aura sur la « rétine » à partir de la maquette d'un œil n'accmodant pas, constitué d'une lentille convergente de distance focale 20 cm et d'un écran situé à 20 cm de la lentille. Prévoir également le sens de cette image sur la « rétine ». Réaliser l'expérience et comparer.