TP05 LA LUNETTE ASTRONOMIQUE
LE TELESCOPE DE NEWTON

I. LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

OBJECTIFS :

Une lunette astronomique permet de voir une image grossie d'un objet éloigné.

Vous devez simuler une lunette astronomique sur le banc optique en utilisant les deux lentilles à votre disposition et sachant que :

« ***Dans une lunette astronomique, on regarde à la loupe (l'oculaire), l'image agrandie formée par une lentille convergente (l'objectif), d'un objet éloigné*** ».

1. Un peu d'histoire

La première association de lentilles permettant de constituer une lunette est ancienne. On pense qu'elle date des années 1590. Elle serait due à l'Italien Giambattista delle Porta(1535-1615) suivie par celle du Hollandais Hans Lippershey. Galilée reprit cet instrument pour en faire une utilisation astronomique.

Voici ce que dit Galilée en Mars 1610 :

« *Je me suis d'abord fabriqué un tube de plomb aux extrémités duquel j'ai adapté deux lentilles de verre, toutes deux planes d'un côté, mais l'une sphériquement convexe et l'autre concave du côté opposé ; ensuite en approchant mon oeil de la lentille concave , j'ai vu les objets assez grands et rapprochés ; de fait, ils apparaissent trois fois plus proches et neuf fois plus grands que s'ils étaient seulement regardés à l'œil nu* ».

Galilée, le messager des étoiles *-J-P Maury -Découvertes Gallimard*

2. Réalisation d'une lunette astronomique

Matériels: On dispose d'un assortiment de lentilles de 10 à 20 dioptries.

- Rappeler les conditions d'observation sans fatigue pour l'œil.
- Quelle est celle des deux lentilles qui permet d'obtenir l'image intermédiaire la plus grande ? En déduire quelle est la lentille qui sera utilisée en objectif L_1.
- Positionner sur le banc optique L_1 de sorte que l'on puisse distinguer un objet très éloigné (à 4 ou 5 m de l'objectif). Vérifiez avec l'écran que l'image intermédiaire est bien à l'endroit prévu.
- A quoi sert l'autre lentille L_2? On appelle cette lentille oculaire. Justifiez ce nom.

Si le foyer image de l'objectif coïncide avec le foyer objet de l'oculaire la lunette est dite ***afocale***.

- Voyez-vous l'intérêt d'une telle lunette ?
- Positionner L_2 et observer l'image définitive.

3. Construction à l'échelle

Représenter le schéma correspondant au montage réalisé.

Prendre l'échelle 1/5 sur l'axe optique.

Corriger votre construction à l'aide du simulateur « optibanc ».

Vérifier les éléments de la construction par le calcul en complétant le tableau suivant :

Professeur Barrandon Eric Lycée La Merci
BARRANDON@lamerci.com

	L_1 : objectif		L_2 : oculaire	
	Objet : AB	Image A_1B_1	Objet : A_1B_1	Image $A'B'$
Position				
Formule de conjugaison à utiliser				
Grandeurs algébriques de position				
Caractéristiques				

Soit α est l'angle sous lequel on voit l'objet situé à l' infini sans instrument.

Soit α' est l'angle sous lequel on voit l'objet à travers l'instrument.

Le grossissement de la lunette est donné par la relation : $G = \alpha' / \alpha$.

Exprimer puis calculer le grossissement de la lunette simulée.

3. Position de l'œil : le cercle oculaire

- Placer un écran blanc opaque juste devant l'objectif puis approcher au maximum la lanterne (sans objet) de l'objectif. L'écran blanc permet d'éclairer de façon uniforme l'objectif.
- Rechercher la position du disque possédant le maximum de lumière : il s'agit du cercle oculaire.
- Pour quelle raison l'œil doit-y être placé à cet endroit ?
- Repérer sa position. Noter sa position et son diamètre.
- Quelle est l'objet qui donne pour image ce cercle oculaire ? Retrouver alors sa position en utilisant 2 méthodes :
  - à l'aide d'un schéma à la même échelle qu'au **3.** .
  - par le calcul en utilisant la formule de conjugaison

II. LE TELESCOPE DE NEWTON

Tout comme pour la lunette astronomique il s'agit d'observer à la loupe l'image d'un objet éloigné, l'objectif étant un miroir sphérique.

1. Un peu d'histoire

En 1669, le jeune Isaac Newton, à peine âgé de 27 ans, est nommé professeur de mathématiques à Cambridge, période au cours de laquelle il présente son télescope à miroirs à la Royal Society.

« Si Newton a construit le premier télescope , c'est parce qu'il est persuadé, à tort, que sa théorie des couleurs condamne la lunette astronomique. Il a démontré en effet, que la lumière blanche était un mélange de lumières colorées, que le prisme déviait différemment. Mais ce n'est pas vrai seulement du prisme. Cela va se produire chaque fois que la lumière traverse la surface d'un morceau de verre, une lentille en particulier : l'objectif d'une lunette donnera toujours des images irisées ».

Persuadé qu'il est impossible d'annuler ce défaut , Newton cherche une solution radicale : pas de lentille !

« Le télescope doit remplacer la lunette, car son miroir ne risque pas de disperser les couleurs de la lumière. Le problème avec le télescope, c'est que l'image se forme devant le miroir. L'idéal pour la regarder serait de mettre la tête devant le tube mais alors on empêcherait la lumière de rentrer....Newton a l'idée de

Professeur Barrandon Eric Lycée La Merci
BARRANDON@lamerci.com

renvoyer le faisceau de rayons non pas vers l'arrière mais sur le côté du tube. Pour cela, il suffit d'un petit miroir plan placé sur l'axe du tube et incliné à 45 degrés.... »

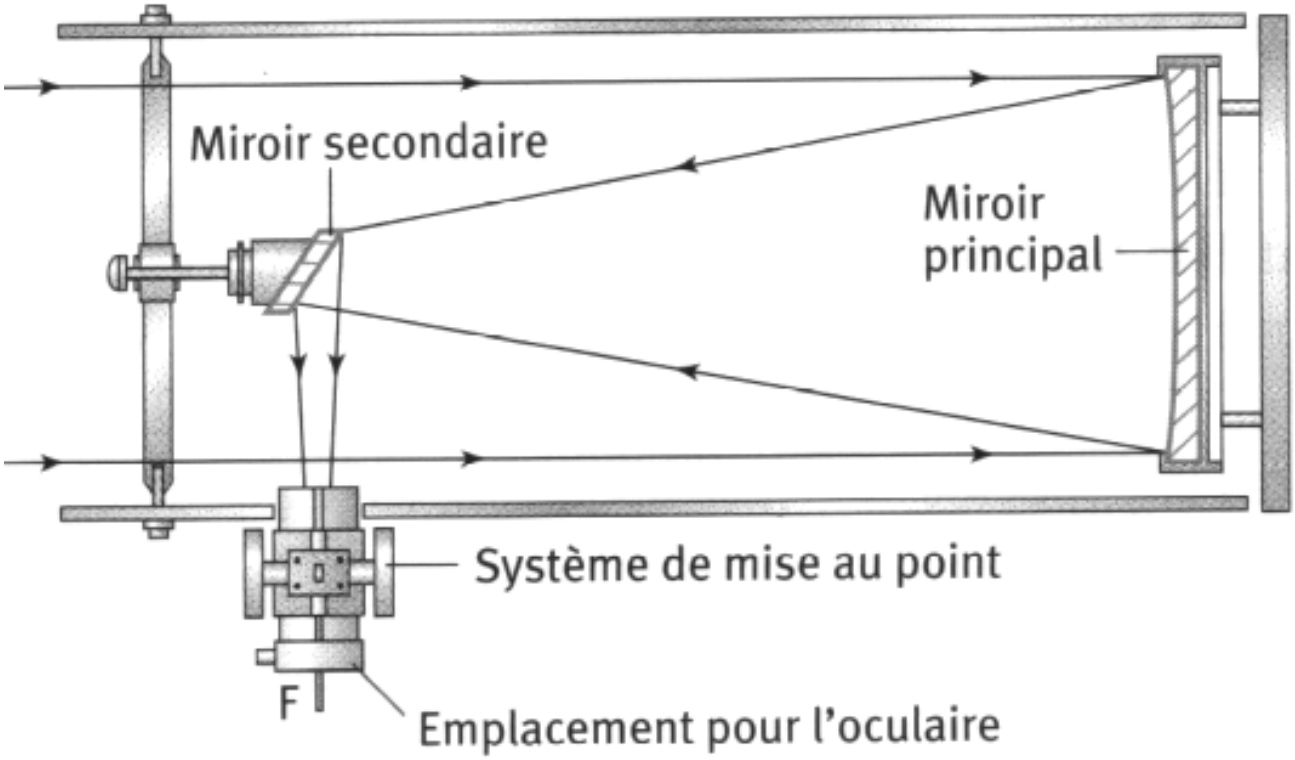
Newton et la mécanique céleste - J P Maury - Découvertes Gallimard

Le premier télescope de Newton mesure à peine 20 cm de long ; pourtant les images sont 9 fois plus grandes qu'avec une lunette de 80 cm.

Actuellement , le VLT « Very Large Télescope » , implanté dans le nord du Chili à 2600 m d'altitude, est composé de 4 miroirs de 8,2 m chacun , il équivaut à un monstre de 16,4 de diamètre et pourra avoir, dans certaines directions, le pouvoir d'un miroir de 200 m de diamètre.

- Quel avantage présente le télescope sur la lunette astronomique cité par l'auteur.
- Que signifie l'expression : « *son miroir ne risque pas de disperser les couleurs de la lumière » ?*

2. Présentation



Le télescope est destiné à l'observation d'astre, il est formé principalement de deux systèmes optiques :

- *l'objectif,* constitué par un miroir parabolique (*miroir principal*) que l'on assimilera à une miroir sphérique de grande distance focale et de grand diamètre ;
- *l'oculaire*, assimilé à une lentille mince convergente de courte distance focale. Il sert de loupe pour observer l'image formée par l'objectif.

Le faisceau lumineux revenant sur lui-même suite à l'objectif, il faut placer l'oculaire de façon à ce que l'observateur ne perturbe pas le faisceau incident. Dans le télescope de Newton (schéma ci-dessus), un miroir plan incliné à 45° (*miroir secondaire*) renvoie sur le côté les rayons lumineux issus du miroir convergent.

- Quel est le grand inconvénient du miroir secondaire dans un télescope ?

3. Construction des images

On observe à l'aide d'un télescope de Newton, un objet plan *AB* très éloigné. Les rayons issus de l'objet font un angle α avec l'axe optique du miroir principal.

La figure ci-après sera complété au fur à mesure des paragraphes suivants(rayons lumineux, images intermédiaires, image finale, rôle de chaque système optique…).

Professeur Barrandon Eric Lycée La Merci
BARRANDON@lamerci.com

a. L'objectif (miroir primaire)

- Quelle est le rayon de courbure *R* du miroir sphérique du document ci-joint .
- Construire sur le schéma l'image A_1B_1 donnée par le miroir sphérique (objectif) d'un objet AB situé à l'infini. Quelle est la nature de l'image obtenue ?
- Quel est donc le rôle de l'objectif ?

b. Rôle du miroir plan (ou miroir secondaire)

L'image A_1B_1 devient un objet pour le miroir plan.

- Quelle est la particularité de l'image A_2B_2 donnée par le miroir plan de l'objet A_1B_1 ?
- Construire cette image.

c. Rôle du de l'oculaire

L'image A_2B_2 devient un objet pour l'oculaire ou lentille convergente.

- Où doit se former l'image définitive $A'B'$ pour qu'un œil « normal » qui l'observe n'est pas à accommoder ?
- Où doit donc se former l'image A_2B_2 donnée par le miroir plan ? Positionner le foyer objet F_2 et image F_2' de l'oculaire dans cette configuration.
- Construire l'image définitive $A'B'$.

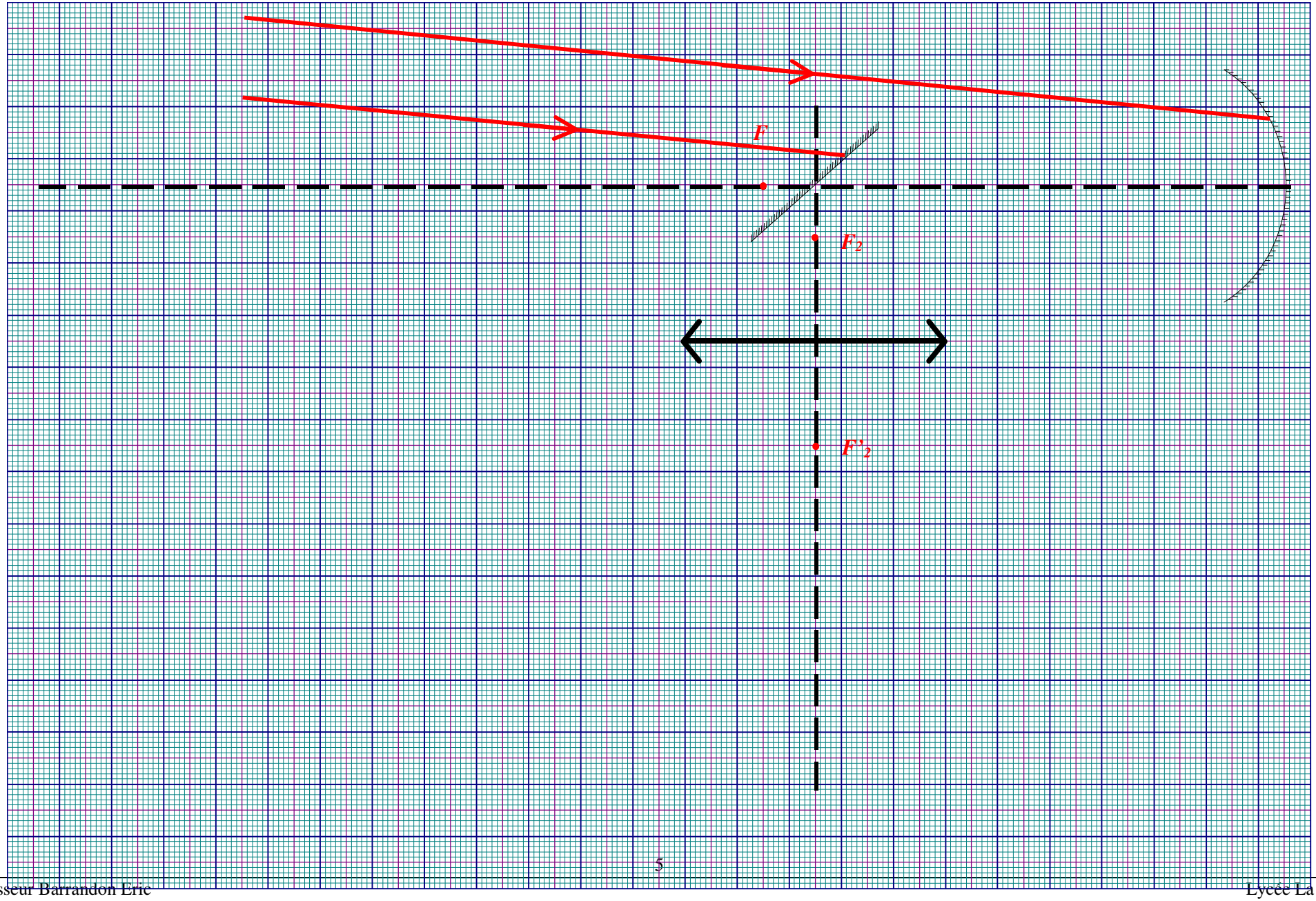
4. Grossissement du télescope

On rappelle que le grossissement d'un instrument d'optique est donné par la relation :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}\begin{cases}\alpha \text{ diamètre apparent à l'oeil nu} \\ \alpha' \text{ diamètre apparent à travers le télescope}\end{cases}.$$

- A l'aide de la construction précédente, exprimer le diamètre apparent α de l'objet à l 'œil nu.
- Exprimer également le diamètre apparent α' de l'objet observé à travers le télescope.
- En déduire le grossissement du télescope de newton.
- Calculer la valeur du grossissement du télescope du document.

Professeur Barrandon Eric Lycée La Merci
BARRANDON@lamerci.com



Professeur Barrandon Eric
BARRANDON@lamerci.com