

TP N°11 : LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

Matériel :

- Banc d'optique, lampe, objet lumineux, écran de petite taille.
- Lentilles convergentes : L_0 de vergence $C_0 = 10 \delta$, L_1 de vergence $C_1 = 2 \delta$ et L_2 de vergence $C_2 = 5 \delta$.

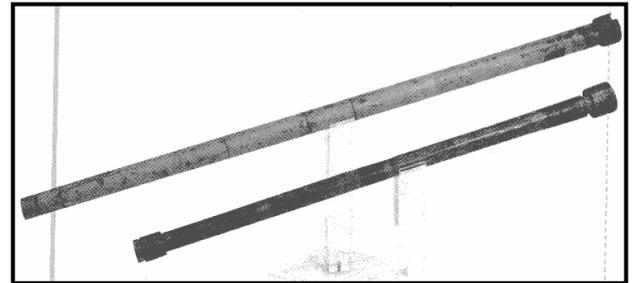
I Utilisation des premières lunettes, les innovations de Galilée (1564-1642) :

1) Document :

Le télescope («qui permet de voir au loin») aurait été inventé par des opticiens hollandais vers 1600.

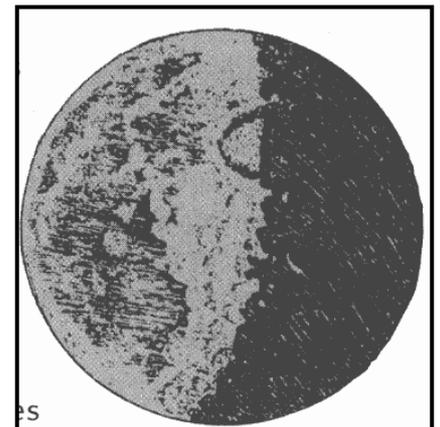
Lorsque Galilée découvre l'existence de l'instrument, il construit (ou améliore) une lunette (c'est-à-dire un télescope formé uniquement de lentilles). C'est un long tube portant à ses extrémités deux systèmes optiques **constitués de lentilles : l'objectif et l'oculaire**. Cette lunette grossit les objets éloignés, qui semblent être plus proches et dont les détails deviennent perceptibles: «J'obtins le résultat désiré, en m'appuyant sur la doctrine de la réfraction. Je préparai

d'abord un tube de plomb, aux extrémités duquel j'appliquai deux lentilles, l'une plan convexe et l'autre plan concave. [Alors] je vis les objets assez grands et assez rapprochés, trois fois plus rapprochés et neuf fois plus grands qu'à l'œil nu. »



Lunettes datant de l'époque de Galilée

À partir du 7 janvier 1610, il commence, chaque nuit, à observer les astres avec sa lunette. Il découvre ainsi que la surface de la Lune n'est pas lisse comme on le croyait à l'époque, et mesure même la hauteur des montagnes les plus élevées. Le savant est frappé par la ressemblance entre notre satellite et la Terre, qui ne peut plus dès lors être considérée comme un objet d'un genre unique: « La surface de la Lune n'est nullement uniforme ; ni exactement sphérique, comme grand nombre de penseurs l'ont cru - tant en ce qui concerne la Lune que les autres corps célestes -, mais elle est inégale, accidentée, remplie de nombreuses cavités et éminences, tout comme la surface de la Terre est elle-même surmontée de chaînes de montagnes et entrecoupée de vallées profondes. » Il affirme que la Lune est visible car elle « réfléchit » la lumière du Soleil. Il découvre alors l'existence de satellites de Jupiter et déduit de ses observations que ces satellites tournent autour de la planète.



Dessin de la Lune par Galilée

Galilée publie en 1610 un ouvrage intitulé *Le Messager céleste*, dans lequel il relate les premières découvertes dues à sa lunette (« des spectacles grandioses, uniques et remarquables »). Il y détaille les preuves du bien-fondé de la **théorie héliocentrique de Copernic** (1543). La plupart de ses contemporains adoptaient en effet de manière dogmatique le système de Ptolémée, qui considère la Terre comme le centre de l'Univers, autour de laquelle les astres sont en rotation. Copernic proposait une approche toute différente, en affirmant que le Soleil est le centre de l'Univers, et que les planètes tournent autour de lui. Pour Galilée, si les satellites de Jupiter tournent autour de cette planète, pourquoi en serait-il autrement des planètes autour du Soleil ?

Le « message » de Galilée est « offert à la considération de tous les hommes, et spécialement des philosophes et des astronomes » : le savant est conscient de la portée de ses affirmations, qui conduiront de fait à sa condamnation par l'Inquisition en 1633. Pour avoir utilisé un instrument lors de ses observations, de par sa démarche scientifique qui consistait à confronter la théorie aux observations et à l'expérience, Galilée peut être considéré comme le fondateur de la physique moderne.

Notons que s'il savait construire des lunettes, Galilée ne connaissait pas leur fonctionnement : les lois de Descartes sur la réflexion et la réfraction de la lumière ne seront publiées qu'après sa condamnation.

D'après *Pour la Science*, «Les génies de la science» n° 1 (Galilée), p. 46 et 1. Bernard Cohen, *Les origines de la physique moderne*, Le Seuil, 1993.



2) Questions :

- Quelle a été la **découverte de Galilée** au début du XVII^{ème} siècle ?
- Quelle est la **différence principale entre l'objectif et l'oculaire** de son invention ?
- Représentez alors schématiquement** (schéma d'optique) cette invention.
- Par quelle(s) observation(s) Galilée vient **confirmer la théorie héliocentrique de Copernic** (rappelez ce qu'est cette théorie) ?
- Qu'est-ce que le **diamètre apparent** d'un objet ?
- Galilée nous dit qu'à travers sa lunette : « je vis les objets assez grands et assez rapprochés, **trois fois plus rapprochés et neuf fois plus grands qu'à l'œil nu.** »
Soit un objet éloigné, observé à l'œil nu sous un diamètre apparent de $1'$ (soit $3 \cdot 10^{-4}$ rad), ce qui correspond à la limite de discernabilité d'un œil possédant une bonne acuité visuelle. **Sous quel diamètre apparent est observé cet objet grâce à la lunette de Galilée ?**

III Réalisation d'une lunette astronomique :

Couramment utilisées par les astronomes pour l'observation d'objets éloignés, **les lunettes astronomiques ne sont pas exactement identiques à la lunette de Galilée.** À l'inverse de l'instrument de Galilée, l'image d'un objet par une lunette astronomique est renversée (cause de l'utilisation de deux lentilles convergentes). En exploitant nos connaissances sur les propriétés des lentilles convergentes, nous allons modéliser expérimentalement une lunette astronomique.

1) Réalisation d'un objet à l'infini :

Nous savons qu'un **objet situé « à l'infini »** est un objet duquel les **rayons nous arrivent parallèles** (comme le soleil par exemple) :

Comment peut-on au laboratoire, en utilisant un objet lumineux et une lentille de 10δ , simuler un objet à l'infini ?

- Faites un schéma du montage** utilisé pour atteindre ce but.
Dessinez les rayons qui montrent que l'objet est situé « à l'infini ».
- Réalisez le montage** et vérifiez son bon fonctionnement.

2) Etude théorique de la lunette :

- L'objectif et l'oculaire de la lunette sont modélisés chacun par une lentille mince convergente respectivement de 2 et 5δ .
- On règle la lunette pour une **observation nette sans fatigue de l'œil** : l'œil ne doit pas accommoder, **l'image doit être à l'infini.**
 - Dans ce cas, **où doit être former l'image intermédiaire**, celle qui est donnée par l'objectif ?
 - Déduisez-en la **distance entre l'objectif et l'oculaire.**

3) Réalisation du montage :

- Réalisez le modèle de cette lunette** de façon à pouvoir observer l'objet lointain simulé auparavant.
- Observez l'image définitive** donnée par le montage en plaçant l'œil derrière l'oculaire. Corriger la mise au point en déplaçant légèrement l'oculaire.
- Comment peut-on observer l'image intermédiaire ?** Vérifiez que sa position est bien celle qui a été prévue ci-dessus.
- Faites un schéma** (en choisissant une échelle) **de la lunette réalisée** ici.
- Tracez sur ce schéma le trajet d'un faisceau lumineux** provenant de l'objet et arrivant sur la lunette non parallèlement à l'axe optique.