

Reconstitution de la lunette de Galilée et des observations de 1610.

Wulfran Fortin
M57 Société d'Astronomie de Metz
www.astrosurf.com/clubm57
M57@wanadoo.fr
- Mars 2005 -

I) Introduction.

En 2000, nous avons entrepris au sein de la Société d'Astronomie de Metz (M57), la reconstitution à l'identique de la Lunette de Galilée utilisée par l'illustre savant lors de sa découverte des satellites Io, Calisto, Europa et Ganimède.

Pour déterminer les paramètres optiques de cette reconstitution (type de lentilles, diamètre et focale de l'objectif, grossissement) et refaire par la suite l'ensemble des observations du célèbre astronome italien, nous nous sommes procuré à la Bibliothèque Universitaire de Metz une traduction en français du "Messenger Céleste", écrit par Galilée vers 1610.

II) Présentation du Messenger Céleste

Le Messenger Céleste est écrit en Latin. L'astronome italien décrit dans un premier temps la construction de différents modèles de lunettes et leurs améliorations successives.

Ensuite, il expose différentes observations du Ciel : des amas d'étoiles qu'il découvre sont composés d'une multitude d'étoiles plus petites, la Lune possède une surface rugueuse qu'il interprète déjà comme étant un relief montagneux, et surtout, pendant la moitié de son ouvrage, il décrit méticuleusement une succession d'observations des quatre étranges étoiles autour de Jupiter qui accompagnent cette planète lors de son déplacement sur l'écliptique.

Cette description et observation détaillée est destinée à convaincre le lecteur que le phénomène est bien réel et qu'il ne s'agit pas d'un artefact de mesure.

Galilée appellera ces satellites "les planètes Médicéennes", en l'honneur de la famille des Médicis, mécènes des arts et des sciences dans l'Italie de cette époque.

III) Détermination des caractéristiques optiques de la Lunette.

Pour cette reconstitution, il faut connaître :

- la focale de l'objectif et de l'oculaire
- le diamètre de l'objectif
- le grossissement
- la formule optique (forme des lentilles)

Malheureusement, l'ensemble de ces informations n'est pas directement donné par le savant italien, car les lois de l'optique géométrique ne sont pas encore connues. Ainsi, nous n'avons aucune indication directe sur la focale et le diamètre de l'objectif. Seule la forme des lentilles (plan concave et plan convexe), ainsi que le grossissement (environ 30 x) sont donnés explicitement dans le texte.

Cependant, si la distance focale de l'objectif historique demeure inconnue, une indication importante pourra permettre d'estimer son diamètre.

Ainsi, le célèbre astronome indique un gain de "4 à 5 grandeurs", c'est -à - dire de magnitudes visuelles, des étoiles observées à travers la lunette : donc le diamètre de l'objectif est de l'ordre de 3.5 à 5.5 cm.

Cette déduction est validée par des documents archéologiques : au Musée des Sciences de Florence, deux lunettes fabriquées par le technicien de laboratoire de Galilée ont des objectifs dont le diamètre est de cet ordre de grandeur. De plus, une lentille, supposée provenir de la lunette du Messenger céleste, possède également un diamètre de cet ordre.

Nous déduisons donc, après analyse du texte et recoupements avec les vestiges archéologiques :

- objectif et oculaire : lentilles respectivement plan concave et plan convexe.
- grossissement : 30 x
- diamètre environ 3 à 5 cm
- focales : ?

IV) La reconstitution.

L'objectif est une lentille convergente, plane d'un côté, de 47 mm de diamètre et de 1000 mm de focale. L'oculaire est une lentille divergente de focale - 30 mm. Le corps de la lunette est un assemblage de tubes et de raccords de plomberie PVC.

Un support pour fixer la lunette sur un trépied photo a également été réalisé.

La mise au point est réalisée en couissant deux tubes. Ainsi la distance entre l'objectif et l'oculaire peut être ajustée selon la nécessité.

V) Première Lumière.

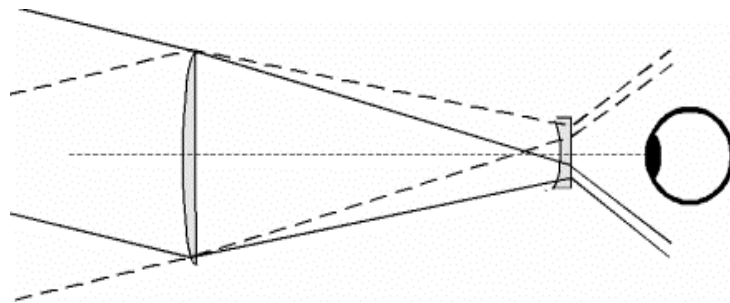
Première lumière ... et premier choc !!!

Le champ apparent dans l'oculaire est EXTREMEMENT faible ! De l'ordre de 5 ° ! Imaginez regarder un paysage à travers un simple tube de 6 cm de diamètre et de 80 cm de long ... Voilà à peu près l'impression visuelle quand on observe avec un tel instrument.

Ce champ extrêmement faible est le principal défaut de cette formule optique : lentille convergente / lentille divergente.

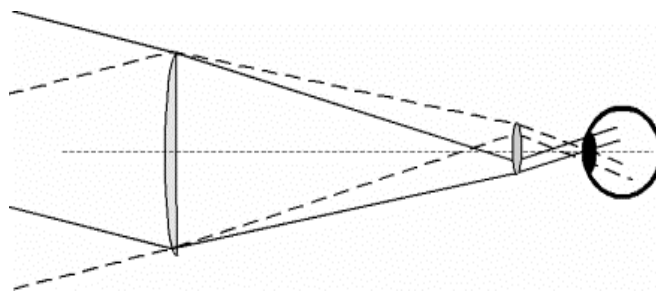
Les deux schémas suivants expliquent la différence entre la formule optique de la lunette galiléenne et la lunette de Kepler (lunette astronomique moderne).

La lunette de Galilée



Dans la lunette de Galilée, très rapidement, les rayons lumineux non parallèles à l'axe optique ne rentrent plus dans l'oeil de l'observateur. L'iris de cet oeil agit comme un diaphragme qui limite le champ de vision : à noter que ceci est perceptible expérimentalement car, de jour, plus il y a de lumière, plus la vision à travers notre lunette est inconfortable, le champ s'étant fortement rétréci.

La lunette de KEPLER

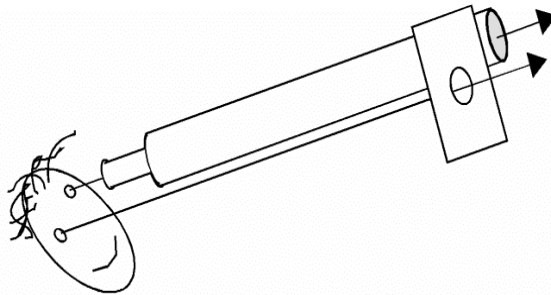


Dans la lunette de Kepler (l'oculaire est une lentille convergente), les rayons inclinés par rapport à l'axe optique entrent toujours par la pupille de l'oeil de l'observateur. Ces rayons définissent une zone à la sortie de la lunette, appelée cercle oculaire. Le champ apparent dans cet instrument est beaucoup plus important. Il est seulement limité par le diamètre à l'entrée de l'oculaire, et non plus par la pupille de l'observateur

II) Description de la Méthode de mesure de l'écart angulaire Jupiter - satellites.

Pour quantifier l'écart angulaire entre Jupiter et ses quatre satellites au cours du temps, Galilée a mis au point un système de mesure très astucieux.

Près de l'objectif de la lunette, il place un support avec un jeu de plaques percées en leur centre d'un trou d'un certain diamètre. Par exemple, dans notre reconstitution, nous avons un jeu de caches avec des trous allant de 1 à 6 cm de diamètre.



Ensuite, il pointe Jupiter avec sa lunette. Un oeil (le gauche, par exemple) regarde à travers la lunette, l'oeil droit, lui, observe la planète dans le ciel, à travers le trou placé à côté de l'objectif.

Il "suffit" alors de "superposer" mentalement les images de chaque oeil : on arrive ainsi à estimer en fraction de trou l'écart apparent planète - satellite.

Connaissant la distance oeil - trou (par exemple 90 cm) et le diamètre du trou (par exemple 1.5 cm), nous pouvons calculer le diamètre ANGULAIRE α du trou : $\sin(\alpha) \approx 1.5/90$.

Alors, si nous avons estimé l'écart planète en "fraction de trou" (par exemple Jupiter - Io = 0.75 "trou") en faisant la proportion, on trouve l'écart angulaire apparent de Io - Jupiter.

Pour connaître l'écart angulaire REEL, il suffit de diviser l'écart apparent par le grossissement de la lunette (dans notre cas 33 fois)

Nous avons testé cette méthode un soir sur Jupiter, et constaté que la précision de mesure atteint sans précautions particulières une incertitude de moins de 10%.

VII) Conclusion.

Relire le *Messenger Céleste* permet de bien se rendre compte du génie de Galilée, non pas pour la fabrication de sa lunette, mais pour la façon dont il exploite l'ensemble des informations et des mesures qu'il récolte avec un instrument aussi primitif.

Galilée est vraiment un expérimentateur hors pair, un modèle exemplaire du physicien au sens moderne, qui base ses théories et ses modèles sur l'observation et l'expérimentation : il conçoit des instruments de mesures et des expériences, il répète la mesure plusieurs fois pour écarter les biais expérimentaux et il essaie de dégager une loi mathématique à partir de ses mesures.

Il donne également toutes les indications pour refaire ses observations qui permettent au lecteur sceptique d'être convaincu à son tour par la réalité du phénomène observé.

A titre personnel, ce fut pour moi une grande émotion de marcher sur les pas de ce savant presque quatre siècles plus tard et de me rendre compte du talent d'observateur et d'expérimentateur de Galilée.

De même, le plan et l'organisation du texte du *Messenger Céleste* annoncent la forme des publications scientifiques modernes qui paraissent dans des revues comme "Nature", "Physical Review", etc. ...

Au sein d'un Club , d'un collège ou d'un lycée, c'est un superbe exercice de science, permettant de montrer aux élèves ce qu'est une démarche scientifique, et que la physique et l'astronomie ne se résument pas à des équations de math, mais nécessitent une "sensibilité" du physicien pour la Nature dont il essaie de percer le secret avec les modestes moyens humains et leurs limites. Il doit, en plus d'une maîtrise des outils mathématiques, savoir concevoir des expériences, les financer, interpréter ses mesures après les avoir validées, communiquer ses découvertes à la société civile et même ... flatter ses mécènes pour continuer ses recherches.

VIII) Références.

Traduction française du *Messenger Céleste* :

"Le Messenger Des Etoiles"

Traduit du Latin, présenté et annoté par Fernand Hallyn

Collection Sources du Savoir

Editions du SEUIL.

Matériel :

Lentilles : Société MELLES GRIOT INDUSTRIE.

Budget : en 2000, budget de l'ordre de 180 euro.

