

Caractérisation d'une lunette d'astronome amateur

Nous attestons que ce travail est original, que nous citons en référence toutes les sources utilisées et qu'il ne comporte pas de plagiat. Certains schémas sont directement tirés du sujet de TP.

Afin de comprendre la différence entre une lunette et son chercheur, il est utile de caractériser le champ et le grossissement de chacun d'entre eux. On proposera trois méthodes pour mesurer le grossissement, celle de la mesure des pupilles, celle de la mesure des champs, et celle de la mesure des angles. Les valeurs données en exemple seront des valeurs expérimentales réelles associées à une lunette apochromatique Takahashi FS-60CB et à un viseur Vixen grand champ de focale 12 mm.

I. Étude théorique de la lunette et de son chercheur

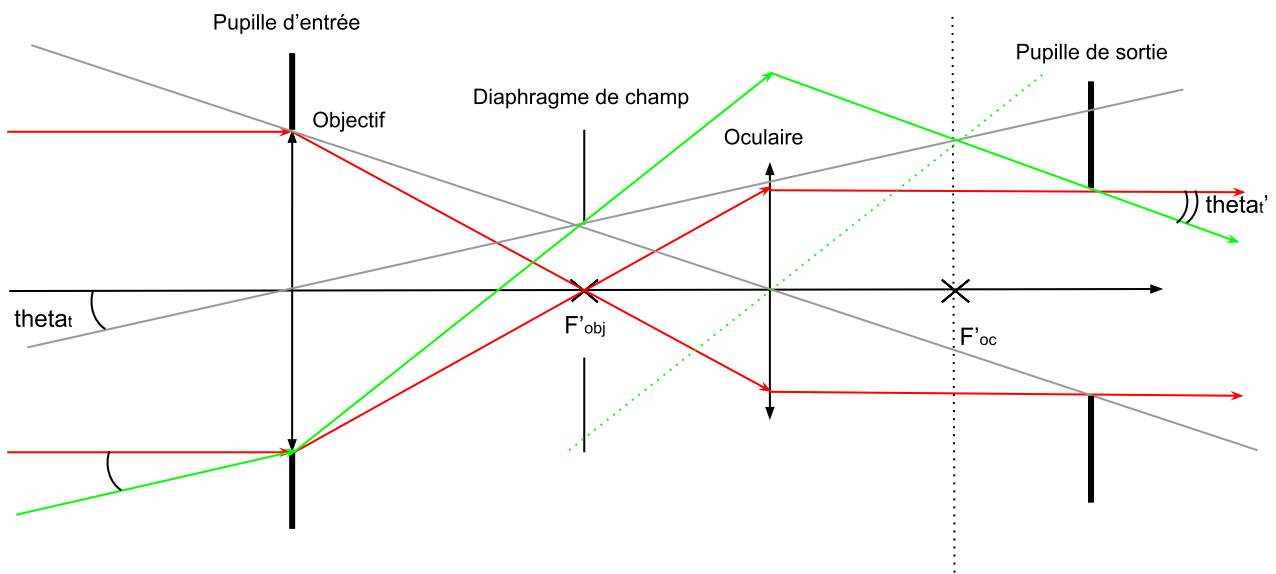


Schéma 1: Principe de fonctionnement de la lunette et du chercheur

Le grossissement peut s'écrire de trois façons différentes:

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\theta'_t}{\theta_t} = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}} = \frac{\Phi_{P_s}}{\Phi_{P_e}}$$

On peut ainsi déduire avec les caractéristiques données par les constructeurs les champs et grossissements du chercheur et de la lunette.

	G	Φ_{P_e}	Φ_{P_s}	θ_t	θ'_t
Lunette	29.6	60 mm	2.03 mm	1.69 degrés	50 degrés
Chercheur	6	30 mm	5 mm	8.35 degrés	50 degrés

Le chercheur a donc un champ objet plus grand que la lunette.

II. Mesures du grossissement de la lunette et du chercheur par trois méthodes

Les résultats seront d'abord complétés dans le tableau et les méthodes seront détaillées par la suite.

MESURES SUR LA LUNETTE:

Calibration du collimateur utilisé: $3^{\circ}40'50'' \pm 10''$

DIAMÈTRE PUPILLE SORTIE : mesure brute avec incertitude 21±0.5 graduations	PUPILLE ENTREE (donnée) 60,75+/-0,05mm (0,1%)	GROSSISSEMENT avec incertitude 28.9±0.5
CHAMP OBJET : mesure brute en grad et valeur en degrés 47±0.5 graduations 1.72±0.06°	CHAMP IMAGE : mesure en degrés avec incertitude 41±1°	GROSSISSEMENT avec incertitude 29.7±1.3
TAILLE OBJET (petites grad collimateur et grad du viseur correspondantes sans lunette) 25±1 graduations (collimateur) 30±1 graduations (viseur)	TAILLE IMAGE (petites grad collimateur et grad du viseur correspondantes avec lunette) 3±0 graduations (collimateur+lunette) 100±1 graduations (viseur)	GROSSISSEMENT calcul et incertitude 27.7±1.5

MESURES SUR LE CHERCHEUR:

Calibration du collimateur utilisé: $0^{\circ}11'10'' \pm 10''$

DIAMÈTRE PUPILLE SORTIE : mesure brute avec incertitude 58±0.5 graduations	PUPILLE ENTREE (donnée) 30,00mm+/-0,05mm (0,2%)	GROSSISSEMENT avec incertitude 5.17±0.05
CHAMP OBJET mesure brute en grad et valeur en degrés 39±0.5 graduations 7.3±1.2°	CHAMP IMAGE mesure en degrés avec incertitude 41±1°	GROSSISSEMENT avec incertitude 5.6±0.93
TAILLE OBJET (petites grad collimateur et grad du viseur correspondantes sans chercheur) 30±1 graduations (collimateur) 175±1 graduations (viseur)	TAILLE IMAGE (petites grad collimateur et grad du viseur correspondantes avec chercheur) 5±0 graduations (collimateur + chercheur) 159±1 graduations (viseur)	GROSSISSEMENT Calcul et incertitude 5.45±0.19

Mesures des pupilles d'entrée et de sortie

Pour calculer le grossissement, on utilisera le rapport du diamètre de la pupille de sortie avec le diamètre de la pupille d'entrée. On mesure le diamètre de la pupille d'entrée avec un pied à coulisse. Pour mesurer le diamètre de la pupille de sortie, qui est très petit, on pourra soit

mesurer le diamètre de son image dans un viseur à frontale fixe et déduire son diamètre avec le grossissement du viseur, soit mesurer directement son diamètre en plaçant un réticule sur le plan focale objet d'un viseur à frontale fixe, dans lequel sera aussi placé la pupille de sortie de la lunette ou du chercheur. On privilégiera la mesure directe (seconde méthode) car elle est plus rapide et engrange moins d'incertitudes.

On utilisera le viseur à frontale fixe équipé d'un objectif Melles Griot 2,5x et d'un oculaire 10x/20mm. On s'assurera que la pupille de sortie et le réticule soient bien dans le plan focale objet en observant leur netteté dans le viseur.

Il faut noter l'utilisation d'un dépoli pour la lunette car le champ image du collimateur est inférieur au champ objet de la lunette.

L'incertitude sur les mesures est l'incertitude théorique car l'incertitude statistique est nulle, les valeurs mesurées en répétition ne varient pas.

On estime l'incertitude à une demie graduation sur la lecture du réticule. On a donc:

$$\Delta G = G \sqrt{\left(\frac{\Delta \Phi_{Pe}}{\Phi_{Pe}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \Phi_{Ps}}{\Phi_{Ps}}\right)^2}$$

Mesures géométrique des champs

a) Mesure de champ objet

Pour cette mesure on éclaire la lunette ou le chercheur avec le collimateur. On mesure avec l'instrument utilisé le nombre de graduation visibles de la mire située au foyer du collimateur. Grâce à la calibration inscrite sur le collimateur on en déduit le diamètre du champ objet: 2θ .

Il faut faire attention aux calibrations inscrites et à leurs incertitudes, en effet pour le collimateur de la lunette on a une mesure pour l'ensemble des graduations quand pour celui du chercheur la mesure donné correspond à une unique graduation.

L'incertitude de mesure de l'angle est l'incertitude sur la mesure du nombre de graduation combinée avec l'incertitude du collimateur. On a pour le collimateur de la lunette une incertitude de 10" pour 100 graduations. On mesure 47 graduation avec une incertitude de une graduation.

L'incertitude sur θ_t est donc :

$$\Delta \theta_t = \theta_t \sqrt{\left(\frac{3^{\circ}40'5'' * 1}{100}\right)^2 + \left(\frac{10'' * 47}{100}\right)^2} \text{ soit : } 0,06^{\circ}$$

Il en va de même avec le chercheur, cette fois on mesure 39 graduation avec 1 graduation d'incertitude et l'erreur de précision du collimateur est de 10" par graduation:

$$\Delta \theta_t = \theta_t \sqrt{(11'40'')^2 + (10'' * 39)^2} \text{ soit: } 1,17^{\circ}$$

b) Mesure de champ image

Pour mesurer le champs image on utilise un gognioculaire, c'est un oculaire qui pivote sur un axe. On le fait pivoter jusqu'à ce qu'on ne perçoive plus la pupille de sortie. On note alors l'angle θ'_t tel que le diamètre du champ image total soit $2\theta'_t$.

Ici on trouve l'incertitude par répétabilité. On effectue 10 fois la mesure pour la lunette et pour le chercheur et l'on trouve une incertitude d'environ 1°

On obtient le grossissement comme étant le rapport $G = (\theta'_t)/(\theta_t)$ et $\Delta G = G\sqrt{(\Delta\theta'_t/\theta'_t)^2 + (\Delta\theta_t/\theta_t)^2}$

Mesures des angles objets et images

Pour effectuer cette mesure on utilise un viseur dioptrique réglé à l'infini. On l'utilise pour mesurer la dimension angulaire de l'image(ici de la mire du collimateur) par la lunette afocale étudiée. On utilise alors le rapport de l'angle image et de l'angle objet pour déterminer le grossissement.

L'oeil n'étant pas parfait, il faut régler la lunette de manière à ce qu'elle soit parfaitement afocale lorsque l'on place le viseur puisque ce n'est pas le cas avec un réglage à l'oeil.

Pour le chercheur il faut veiller à réduire le champ du collimateur sans quoi on voit directement la mire du collimateur à cause de la lumière qui passe autour du chercheur.

En notant θ l'angle de champ objet et θ' l'angle de champ image on a:

$$\Delta G = \frac{\theta'}{\theta} * \sqrt{\left(\frac{\Delta\theta'}{\theta'}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\theta}{\theta}\right)^2}$$

Analyse des résultats

Les plages de valeurs possibles pour les grossissements de la lunette et du chercheur pour les trois méthodes différentes ont toujours une valeur commune, on peut donc en déduire que les mesures des grossissements des trois méthodes sont en accords. Les valeurs pour la lunette sont plus proches de ce qu'a indiqué le constructeur que les valeurs pour le chercheur, ce qui est cohérent puisque la lunette doit être plus précise que le chercheur, car le chercheur ne sert pas à faire des observations précises.

La première méthode, celle des rapports des pupilles est la plus précise et la plus facile à mettre en place, elle sera donc privilégiée aux autres. Pour sa mise en place il faut juste s'assurer d'avoir une bonne méthode de pupille d'entrée.

La grandeur qui caractérise la nécessité d'avoir un chercheur pour les observations est celle du champ. En effet le champ objet du chercheur est beaucoup plus grande que celle de la lunette, ce qui explique bien son rôle de chercher ce que l'on veut observer dans le ciel, car plus le champ est grand plus l'on verra une grande portion du ciel. Il faut s'imaginer que l'on soit dans la rue ou que l'on regarde un plan, on trouvera mieux sa position avec le plan qui a un "champ" plus grand.

Le champ image est à peu près le même pour les deux instruments car il est adapté dans les deux cas pour l'oe cil humain.

Il faudra noter que l'image d'un objet à travers la lunette ou le chercheur est inversée.