



INSTRUMENTATION ASTRONOMIQUE

JP. Maratrey - Septembre 96

NOTIONS DE BASE

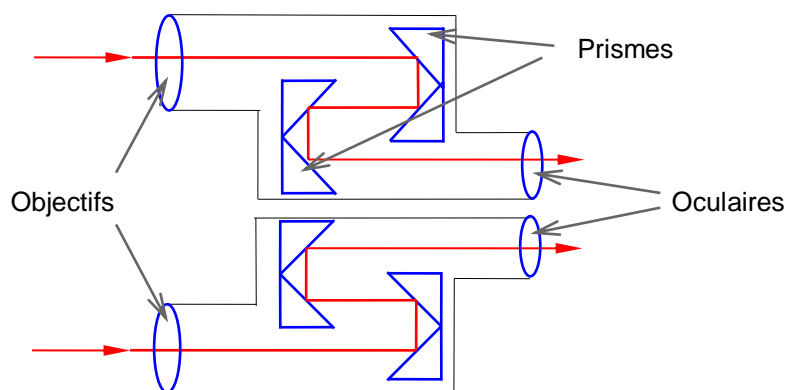
Le rôle d'un instrument astronomique est de collecter la faible lumière des astres et de la concentrer sous forme d'une image exploitable sur un récepteur : l'œil, un appareil photo, une caméra CCD. Cette image doit être la plus lumineuse possible. L'instrument agit à la manière d'un "entonnoir à lumière".

Diamètre	C'est le diamètre de l'objectif primaire qui détermine la puissance d'un instrument. Plus il est élevé, plus la lumière collectée est importante et plus l'image obtenue est lumineuse et détaillée.
Distance focale	Elle détermine la dimension des images des objets observés. Plus elle est élevée, plus l'image est grande, mais plus le champ observé est étroit. On utilise le terme "focale" comme raccourci de distance focale.
Grossissement	<p>Il est calculé en divisant la focale de l'objectif de l'instrument par la focale de l'oculaire servant à visualiser l'image issue de l'objectif. Par exemple, un télescope de 900 mm de focale équipé d'un oculaire de 10 mm de focale grossit 90 fois (x90). Pour un instrument donné, plus la focale de l'oculaire est courte, plus le grossissement est élevé, mais plus le champ observé est étroit.</p> <p>On détermine empiriquement un <u>grossissement maximum</u> pouvant donner une image correcte comme étant égal à 2 fois la valeur du diamètre de l'objectif exprimée en mm. Par exemple, pour un télescope de 200 mm de diamètre et 2 000 mm de focale, il n'est pas raisonnable de grossir au-delà de 400 fois. Inutile donc d'acquérir pour cet instrument, un oculaire de focale inférieure à 5 mm.</p>
Rapport F/D	Détermine la luminosité ou "ouverture" de l'objectif de l'instrument. C'est le rapport entre la focale et le diamètre de cet objectif. Par exemple, une lunette de 80 mm de diamètre et 1000 mm de focale "ouvre à 12,5". Plus ce chiffre est bas, plus l'instrument est lumineux.
Pouvoir séparateur	C'est le plus petit détail visible à travers un instrument. Il est déterminé par le diamètre de l'objectif et mesuré en secondes d'arc ("). Généralement, la turbulence de l'atmosphère ne permet pas d'atteindre le pouvoir séparateur (la résolution) théorique d'un instrument.
Champ	Le champ définit la portion d'espace visible à travers un instrument. Il est exprimé en degrés ou minutes d'arc. Plus un instrument grossit, plus le champ observé diminue. Il se calcule en divisant le champ de l'oculaire (donnée du constructeur) par le grossissement de l'ensemble objectif + oculaire.

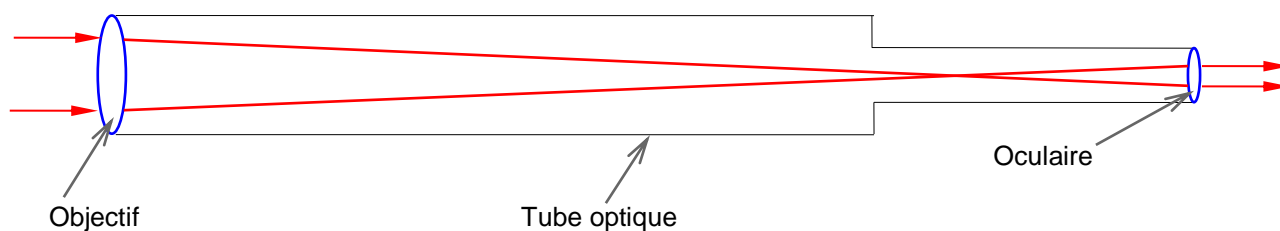
DIFFERENTS TYPES D'INSTRUMENTS D'AMATEURS

L'œil	C'est l'instrument le plus précieux et le plus compliqué utilisable directement pour observer le ciel. Le diamètre moyen de la pupille d'un œil jeune est de 6 à 7 mm et diminue avec l'âge. Il permet de voir les étoiles jusqu'à environ la sixième magnitude. On peut y adjoindre des systèmes optiques qui améliorent ses performances.
Les jumelles	Système collecteur et grossissant composé de deux objectifs (systèmes de lentilles) et deux oculaires, constituant une petite lunette pour chaque œil. Leurs caractéristiques principales sont le grossissement et le diamètre des lentilles frontales de l'objectif. Des jumelles 7x50 grossissent 7 fois avec un diamètre de 50 mm. La pupille de sortie, c'est-à-dire le diamètre

du faisceau de lumière sortant des oculaires, doit correspondre au diamètre de la pupille pour une efficacité optimale. Cette valeur est obtenue en divisant le diamètre de l'objectif par le grossissement. Des jumelles 9x63 ou 7x50 ont une pupille de sortie de 7 mm et sont bien adaptées à l'observation du ciel.

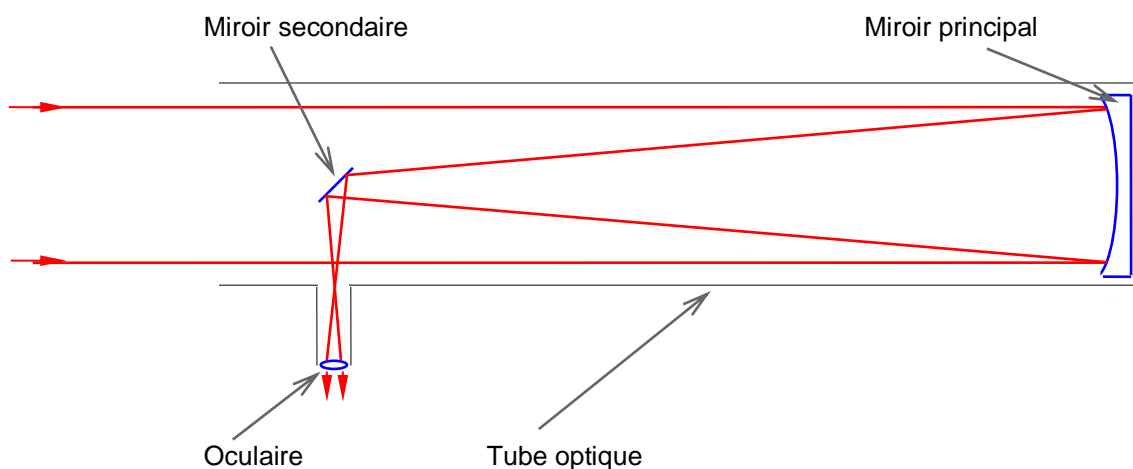


Les lunettes L'objectif d'une lunette est composé de deux ou trois lentilles, dont l'ensemble est convergent, et qui forme une image examinée par un oculaire servant de loupe. L'instrument a une longueur voisine de la focale de son objectif.

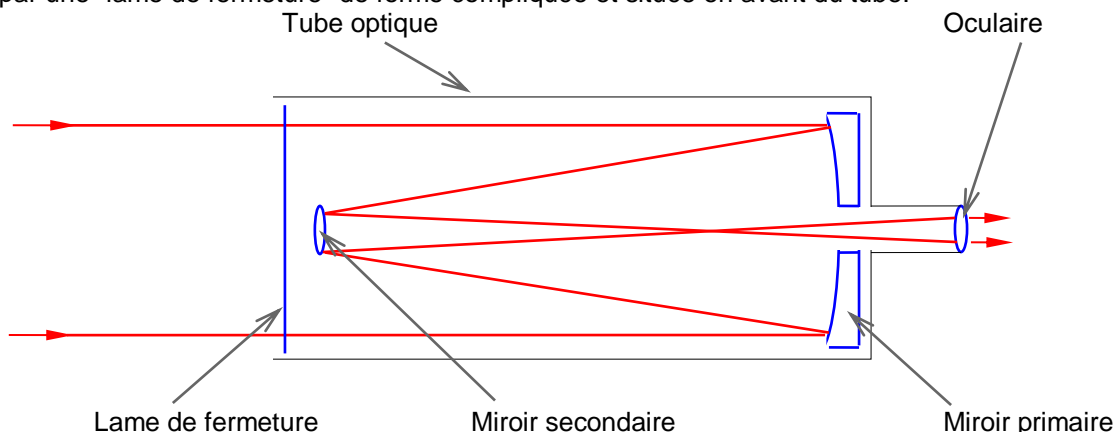


Les télescopes L'objectif d'un télescope est constitué par un miroir concave qui renvoie la lumière, en la focalisant, vers un miroir secondaire qui oriente l'image vers l'oculaire. Selon la position et la forme du miroir secondaire, on distingue deux grands types de télescopes d'amateurs :

Le télescope de Newton, dans lequel le miroir principal est de forme parabolique, le secondaire est plan et orienté à 45°. Il renvoie la lumière dans la partie haute du tube.



Le télescope Schmidt-Cassegrain, dans lequel le miroir principal est de forme sphérique, le secondaire est hyperbolique et orienté vers le miroir principal percé de façon à laisser passer la lumière jusqu'à l'oculaire placé donc derrière le miroir principal. Les distorsions engendrées par cette formule optique, qui permet par ailleurs des instruments très compacts, sont compensées par une "lame de fermeture" de forme compliquée et située en avant du tube.



CONSTITUTION D'UN INSTRUMENT

- Le pied Il supporte l'instrument. De sa robustesse dépend la stabilité de l'ensemble.
- La monture Pièce intermédiaire entre le pied et le tube optique, la monture permet d'orienter l'instrument vers l'objet à observer.
Les montures azimutales possèdent un axe dirigé vers le zénith, les montures équatoriales ont un axe confondu avec l'axe des pôles de la Terre. Cette dernière formule facilite grandement la compensation de la rotation de la Terre.
- Le tube C'est la partie optique de l'instrument, solidaire de la monture.
- Les accessoires Les oculaires : ce sont des loupes qui grandissent les images fournies par les objectifs.

Les lentilles de Barlow : elles multiplient (par 2, 3 ou plus) les focales des instruments.

Les filtres : sélectionnent une partie plus ou moins étroite de la lumière.

Les montages photo : montages optiques permettant de projeter l'image de l'objectif sur un capteur photographique.

Le pare buée : retarde significativement le moment où la buée rendra l'instrument inutilisable. C'est un tube creux qui se positionne à l'avant de l'instrument.

CRITERES DE CHOIX D'UN INSTRUMENT

Les jumelles

Elles permettent l'observation des objets étendus comme la Lune ou l'amas des Pléiades

- Avantages Vision binoculaire confortable, surtout si elles sont fixées sur un pied.
Encombrement réduit.
Existents à tous les prix.
- Inconvénients Grossissements et diamètres limités.

Les lunettes

Les gros diamètres sont très chers mais de qualité supérieure aux télescopes.
Les petits diamètres sont peu onéreux.
Parfaites pour l'observation des planètes et de la Lune.

Avantages Peu sensibles aux turbulences atmosphériques.
 Bon instrument d'initiation.
Inconvénients Plus encombrantes que les télescopes.

Les télescopes Newton

Instrument d'initiation par excellence. Plutôt dédié à l'observation du ciel profond. Mais pas que...

Avantages Prix abordable pour un diamètre déjà appréciable.
 Images dénuées d'aberrations chromatiques
 Équipés de montures équatoriales, ou azimutales pour les télescopes de type Dobson.
Inconvénients Alignement des miroirs à faire régulièrement.
 Assez sensible aux turbulences atmosphériques.
 Photographie difficile mais possible.

Les télescopes Schmidt-Cassegrain

Instrument universel très répandu.

Avantages Compact et facilement transportable, même en grand diamètre.
 Lumineux et bonne définition d'image.
 Convient à tous types d'observation : planètes et ciel profond.
 Photographie relativement facile.
Inconvénients Prix plus élevé que les Newton.
 Sensibles à l'humidité (pare-buée nécessaire).
 Alignement des miroirs à faire régulièrement. Point très sensible pour ce type de
 téléscope.

Dans le domaine de l'instrumentation astronomique comme dans d'autres, le coût de l'instrument monte très vite avec sa qualité optique.

QUELQUES MOTS SUR LA TECHNIQUE D'OBSERVATION

La rétine de l'œil (le détecteur) est composée de cônes, sensibles aux couleurs et utilisés aux fortes lumières, de jour, et de bâtonnets, très sensibles à la lumière mais sans détecter la couleur.

Les bâtonnets sont pleinement opérationnels seulement après environ 15 mn dans l'obscurité et perdent immédiatement leur sensibilité par fort éclaircissement. Ceci explique qu'une accoutumance de 15 mn au moins à l'obscurité soit nécessaire avant d'observer des objets faibles, et que ceux-ci seront vus en noir et blanc, même s'ils sont colorés.

Les bâtonnets tapissent la périphérie de la rétine et ne sont pas présents dans l'axe de l'œil. Pour observer un objet particulièrement faible, il faut donc regarder à côté de celui-ci, en vision décalée.

FORMULES USUELLES

D = diamètre de l'objectif

F = focale de l'objectif

f = focale de l'oculaire

Grossissement $G = \frac{F}{f}$

Ouverture $Rapport.FD = \frac{F}{D}$

Luminosité $L = \frac{D^2}{G^2}$ avec D en mm

Pouvoir séparateur $R = \frac{120}{D}$ avec R en secondes d'arc et D en mm

Champ d'un système optique $C = \frac{\text{Champ de l'oculaire}}{G}$