



Initiation aux instruments d'Astronomie

Christian Larcher

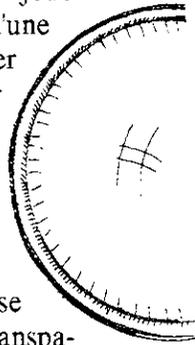
Un nombre sans cesse croissant de personnes s'inscrivent dans les clubs d'astronomie pour mieux connaître les "choses du ciel" et souvent pour apprendre à utiliser une lunette ou un télescope offert pour la fête de Noël et qui depuis prend la poussière dans le salon. Aussi dans notre club à l'Uranoscope de l'île de France nous proposons des séances d'initiation qui comprennent une partie théorique et une partie expérimentale. Ce travail est utilisable en club scolaire.

On commence par se poser la question : à quoi sert une lunette ou un télescope ?

Pour répondre à cette question, on compare la surface de la pupille de l'œil bien dilatée dans l'obscurité avec la surface d'entrée de notre Célestron. On trouve alors que dans l'instrument il entre environ 1 000 fois plus de lumière que dans notre œil seul.

1 - La lunette

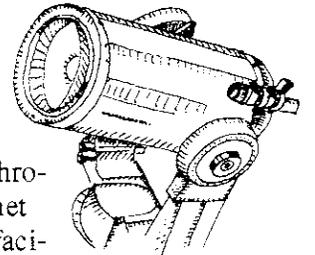
Elle comprend un objectif et un oculaire ; ce dernier joue seulement le rôle d'une loupe pour observer l'image donnée par l'objectif. On associe des verres en crown à base de plomb et très dispersifs, avec des verres en flint à base de calcium, très transparents et peu dispersifs afin d'éviter l'apparition d'aberrations chromatiques.



La première lunette construite par Galilée avait un diamètre de 2,5 cm c'est à dire inférieur d'un mm à celui d'une pièce de 2 francs (2,6 cm).

2 - Le télescope

Il fut inventé par Newton en 1668 qui utilisa un miroir en bronze. Le télescope permet d'éviter les aberrations chromatiques et permet d'atteindre plus facilement de grands diamètres.



Nous décrivons les différents types de télescopes : Newton, Cassegrain, Schmidt-Cassegrain en expliquant le rôle de la lame de Schmidt quand le miroir est sphérique.

Les points suivants concernent les différentes montures équatoriales de type "Allemande" ou à "fourche". Des indications sur la mise en station nécessitent quelques explications sur l'axe horaire et l'axe des déclinaisons ainsi que sur le rôle du moteur d'entraînement permettant de compenser l'effet résultant de la rotation de la Terre.

3 - Comment ça marche : expériences

Ces expériences ont pour objet d'expliquer le principe de base de fonctionnement d'une lunette. On passe ensuite facilement au principe de fonctionnement d'un télescope. On utilise 3 lentilles de focales différentes que l'on place successivement devant un objet lumineux (lettre F découpée dans du carton et recouverte d'un papier calque, devant une lanterne lumineuse).

1ère expérience : on place une lentille de 12,5 cm de focale à environ 13 centimètres devant l'objet lumineux. On obtient sur l'écran (à 2 ou 3 mètres plus loin) une image renversée grande et un peu floue sur les bords.

2ème expérience : on incline légèrement la lentille, on voit apparaître des irisations colorées (aberrations chromatiques).

3ème expérience : on utilise une lentille de 30 cm puis de 50 cm de focale. Il apparaît sur l'écran une image de plus en plus petite, de plus en plus lumineuse et de plus en plus nette. On observe que plus la focale est grande plus l'image est petite.

Ces expériences correspondent au cas d'un système du genre appareil de diapositives : l'image obtenue avec une lentille de petite distance focale est grande et renversée par rapport à l'objet diapositive.

Dans le cas d'une lunette astronomique l'objectif est très loin de la source lumineuse et très près de l'œil ou de l'écran. On recommence donc les expériences précédentes mais en plaçant cette fois la lentille près de l'écran (environ 12 cm pour la lentille de 12,5 cm de focale). On constate que l'image est toujours inversée, mais qu'il n'y a pratiquement plus d'irisations et que cette fois on obtient un phénomène inverse de celui des expériences précédentes :

plus la distance focale de la lentille est grande plus l'image est grande. On se doute alors que l'on cherchera à obtenir des objectifs constitués de focales toujours plus grandes pour obtenir de forts grossissements. Cela permet de comprendre pourquoi, à travers l'Histoire, les lunettes devinrent de plus en plus longues nécessitant des échafaudages impressionnants.

4 - Ouverture d'un instrument

L'ouverture d'un instrument se mesure par le diamètre de l'objectif. Plus l'ouverture est grande plus l'instrument est lumineux. Or il est important d'avoir un instrument lumineux pour observer des détails.

PLUS ON GROSSIT

UNE IMAGE PLUS CELLE-CI DEVIENT SOMBRE

Exemple : l'observation d'un timbre avec une loupe nécessite un bon éclairage. Avec un microscope il faut un éclairage puissant.

5 - Le grossissement

Il caractérise le rapprochement apparent de l'objet observé. A l'œil nu on verrait l'objet sous un angle a . Dans l'instrument d'optique on voit l'image sous un angle b . Le grossissement est donné par $G = a / b = F / f$ où F est la distance focale de l'objectif, et f celle de l'oculaire. Exemple pour le C8 (Célestron 8) : $F = 2\ 000$ mm. Avec un oculaire de 10 on a $G = F / f = 2\ 000 / 10 = 200$. On peut grossir bien plus mais plus on grossit plus l'image devient sombre et perd en netteté.

6 - Le rapport d'ouverture F / D

D est le diamètre d'ouverture.

Exemple pour le C8 :

$F = 2\ 000$ mm, $D = 200$ mm donc $F / D = 2\ 000 / 200 = 10$.

On dit aussi que le C8 est ouvert à $F / 10$ c'est à dire à $2\ 000 / 10 = 200$ mm = D .

Le rapport F / D est une constante de l'appareil qui détermine sa luminosité.

* Plus ce rapport est petit (ouverture grande) plus l'appareil est lumineux ce qui est particulièrement intéressant pour l'astrophotographie. Mais plus ce rapport est petit plus il y a de risques d'aberrations (déformations de l'image).

* Plus ce rapport est grand, c'est à dire pour un diamètre d'ouverture donné, plus la distance focale est grande, plus on verra de détails sur des objets lumineux ; c'est le cas des planètes, de la Lune ou du Soleil.

Dans un club on cherche un compromis ; par exemple pour le C8, $F / D = 10$.

Ceci permet d'observer les planètes mais aussi une partie du ciel profond.

* Plus le rapport F / D est petit plus l'appareil est lumineux et plus le "temps de pose photographique" est petit.

Si $F / D = 2$ à 3 on dit que le télescope est "rapide".

Si $F / D = 10$ à 15 on dit que le télescope est "lent".

Rapidité et grande qualité optique sont des caractéristiques contradictoires.

7 - Les jumelles

* Plus leur diamètre est grand plus elles reçoivent de lumière donc plus elles peuvent être lumineuses. Cependant la luminosité effective dépendra ensuite à diamètres égaux du grossissement des jumelles.

* La pupille de sortie (cercle oculaire) doit être de l'ordre de grandeur du diamètre de la pupille de l'œil.

exemple : jumelles 7 x 50 : grossissement : 7 fois et diamètre : 50 mm. Le diamètre de la pupille de sortie est donnée par le rapport $D / G = 50 / 7 = 7,14$ mm.

On a dans ce cas un bon compromis car on est proche du diamètre de la pupille de l'œil.

* La luminosité

Elle caractérise la lumière qui sort vers l'œil. Elle est proportionnelle au carré du diamètre de la pupille de sortie. Pour des "7 x 50" (grossissement : 7 et diamètre : 50) on a un diamètre de la pupille de sortie de 7,14 et donc une luminosité proportionnelle à :

$(7,14)^2 = 50,98 \text{ mm}^2$ ce qui constitue une bonne valeur.

* Le champ

C'est la portion d'espace visible dans les jumelles. Il est exprimé en degrés, exemple pour les "7x50" le champ est $50/7 = 7,1^\circ$ (soit 14 fois le diamètre de la pleine lune) ; il peut aussi être exprimé par la largeur du terrain visible à 1000 m dans l'instrument.

Le facteur 17,4 permet de passer des degrés à la distance de terrain à 1000 m ou le contraire (exemple toujours pour les "7 x 50" : $7,1^\circ$ permet de voir $7,1 \times 17,4 = 123,5 \text{ m}$ à 1000 m de distance).

caractéristiques	pupille de sortie
7 x 50	7,1
8 x 56	7
10 x 50	5
11 x 80	7,2
12 x 80	6,7

Cette présentation théorique des instruments et de leurs caractéristiques est suivie d'une familiarisation pratique. Elle vise l'acquisition des savoir-faire qui permettent de régler ces instruments de façon à les utiliser au mieux de leurs performances.

Quelques compétences à acquérir:

- savoir équilibrer un télescope ;
- savoir relier qualitativement grossissement et focale de l'oculaire ;
- savoir pointer à vue un objet quelconque de nuit ;
- savoir embrayer et débrayer le moteur d'entraînement ;
- savoir régler le télescope ;
- savoir utiliser la raquette, c'est à

dire prévoir sur quel bouton il faut appuyer pour obtenir un déplacement désiré ;

- savoir retrouver les directions cardinales y compris avec un renvoi coudé ;
- savoir lire les éphémérides ;
- savoir utiliser un vernier ;
- savoir pointer de jour un objet en le repérant à l'aide de ses coordonnées. Il faut quand même choisir un objet très lumineux, par exemple Vénus, pour pouvoir l'observer de jour ;
- savoir mettre en station un télescope ;
- savoir observer sans danger le soleil.

La liste est loin d'être exhaustive.

