

Les instruments

Sommaire :

- Principes optiques,
- Ouverture, focale, champ,
- Les oculaires et le grossissement,
- Les montures



Les lunettes

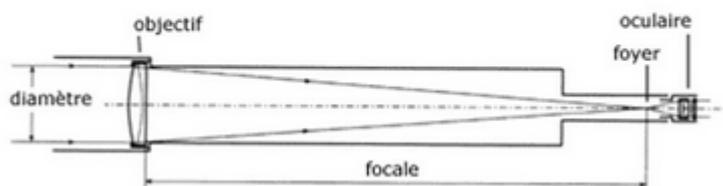


Depuis la lunette de Galilée jusqu'à la lunette de l'observatoire de Meudon, le principe reste le même : la lumière traverse une lentille d'entrée pour converger en un point focal. Un oculaire grossit cette image pour l'agrandir.

Au cours du temps c'est le diamètre de la lentille qui a augmenté pour passer de 2 cm avec Galilée en 1609 jusqu'à 83 cm pour la lunette de Meudon en 1896 et même 1m02 pour la lunette de Yerkes en 1897.



La lunette astronomique



Les télescopes

Le but est également de faire converger la lumière en un point focal. Mais les miroirs sont plus faciles à construire que les lentilles, leur diamètre peut dépasser très largement celui des lentilles des lunettes.

Newton 5cm en 1671

William Parson, 1m83 en 1848

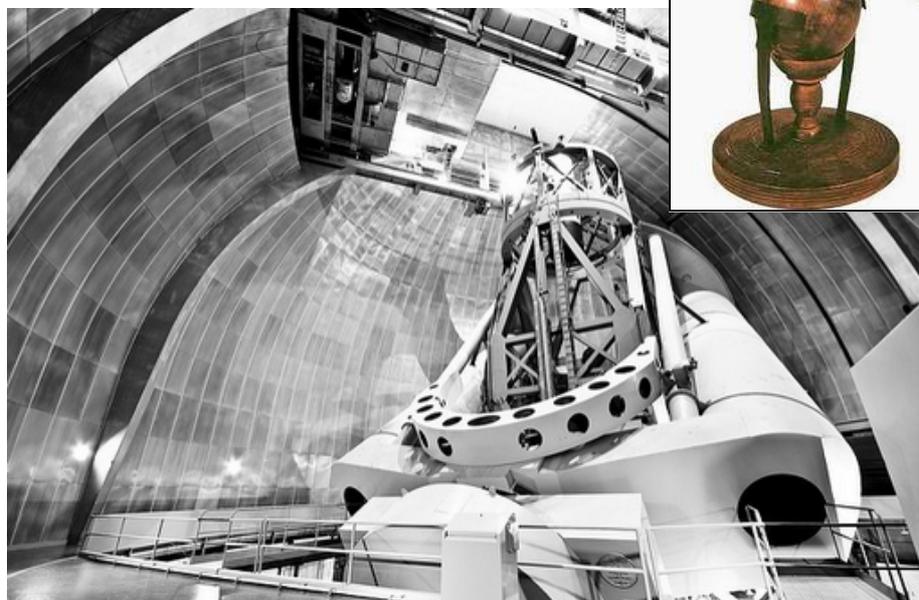
Mont Wilson, 2m54, 1917

Mont Palomar 5m08, 1948

VLT, 4 x 8,20m

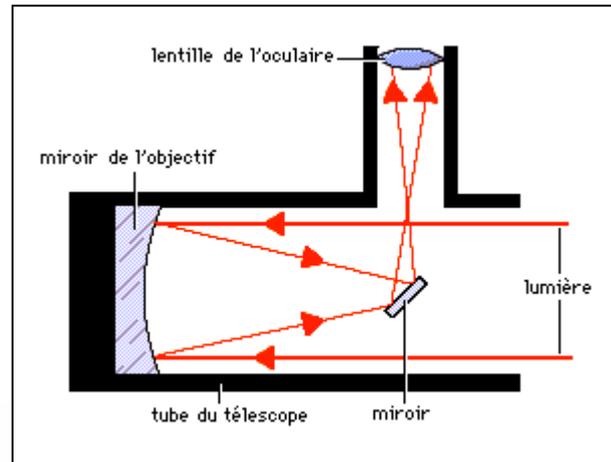
(Antu 1998, Kueyen 1999

Melipal 2000, Yepun 2001)



Les télescopes Newton

Le miroir primaire est parabolique. Il renvoie la lumière sur le miroir secondaire plan disposé à 45° pour renvoyer la lumière sur le côté du tube où se trouve le porte-oculaires.

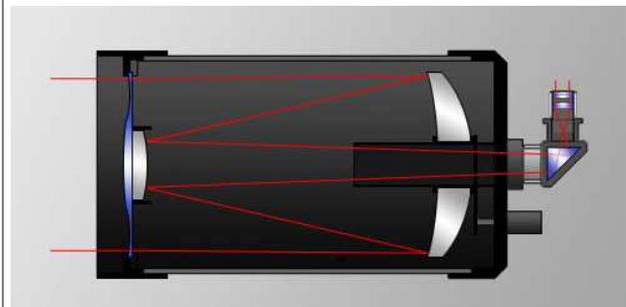


Cassegrain et Schmidt Cassegrain



Le miroir primaire est parabolique, le miroir secondaire est elliptique, il renvoie la lumière au centre du miroir primaire.

Les défauts de l'image, les aberration peuvent être corrigés par une lame placée à l'avant du tube : la lame de Schmidt

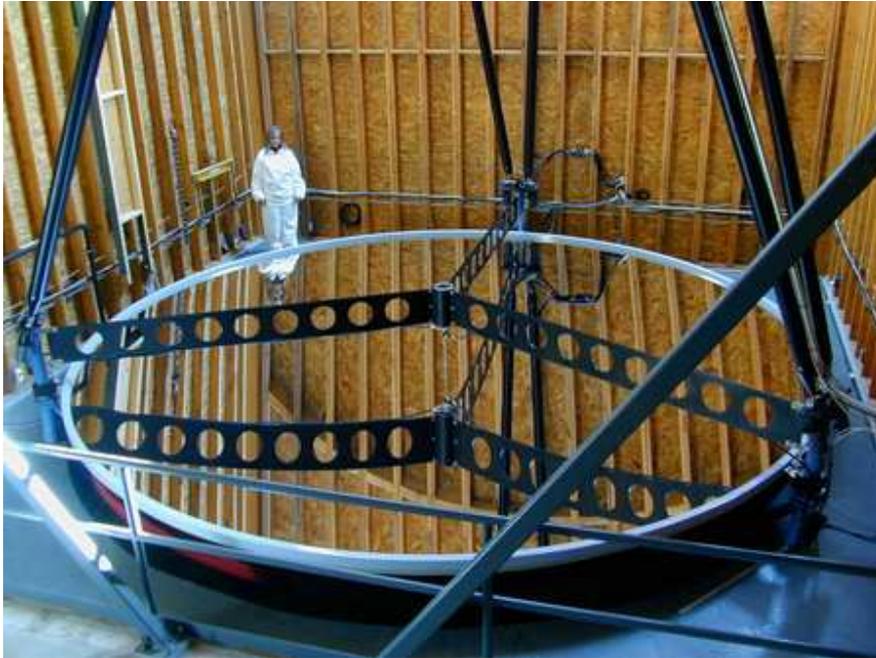


Ritchey Chrétien

C'est un Cassegrain conçu pour éliminer l'aberration optique appelée **coma**. Les miroirs primaires et secondaires sont hyperboliques.



Le diamètre



C'est le paramètre le plus important pour un instrument. Depuis l'apparition du premier instrument le diamètre n'a cessé d'augmenter, 2 cm pour la lunette de Galilée, 8m20 pour les télescopes du VLT, 39 m pour le futur EELT.

Il détermine la puissance du télescope en matière de résolution et de magnitude atteinte.

La résolution

C'est l'angle le plus petit qui permet de discerner 2 astres. Il correspond au diamètre apparent du plus petit des objets visible avec l'instrument.

1'' = 2 km sur la Lune

0,4'' = 800 m sur la Lune

Division de Cassini (Saturne) = 0,7''

$$res = \frac{12}{D (cm)}$$

C'est la résolution théorique.

L'EELT aura une résolution théorique de 0,003'' (6 m sur la Lune)

La turbulence atmosphérique limite la résolution à 1''....

Diamètre	Résolution	Taille du plus petit cratère sur la Lune
10 cm		
20 cm		
35 cm		
60 cm		

La luminosité, magnitude limite

Sous un bon ciel, la magnitude visuelle peut atteindre 5. Avec un instrument cette magnitude augmente avec le diamètre de l'instrument.

D = diamètre en mm

6 = diamètre de la pupille de l'oeil

$$M_{lim} = M_{oeil} + 5 \log\left(\frac{D}{6}\right)$$

Diamètre	M _{limite}
10 cm	
20 cm	
35 cm	
60 cm	

La focale

C'est la distance entre la lentille ou le miroir primaire et le foyer image.

$F < 600 \text{ mm}$ = grand champ

$600 < F < 2000$ = Focales polyvalentes

$F > 2000 \text{ mm}$ = amas globulaires, nébuleuses planétaires, étoiles doubles et planètes.



11m de Meudon
22 m de focale !

Le grossissement

Il dépend de la focale de l'instrument et de la focale de l'oculaire. Un même oculaire a un grossissement qui dépend de l'instrument sur lequel on l'utilise

ATTENTION

$G_{\text{opt}} = 1,5 \text{ D (mm)}$ contrastes maximum

$G_{\text{max}} = 2,5 \text{ D (mm)}$

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

Focale	Oculaire	Grossissement
1 m	30 mm	
2 m	12 mm	
4 m	25 mm	
22 m	17 mm	

Le rapport F/D

Il s'agit du rapport entre la focale et le diamètre. Ce rapport détermine l'ouverture de l'instrument et donc son usage en astronomie.

$F/D < 6$ = ciel profond, grand champ

$6 < F/D < 10$ = rapport polyvalent

$F/D > 10$ = planétaire

Diamètre	Focale	Ouverture	Domaine de prédilection
115 mm	900 mm		
203 mm	2 m		
400 mm	2 m		
1 m	22 m		

La monture



Elle supporte le tube optique. Elle doit être solide, stable parce que le grossissement amplifie les vibrations et les instabilités.

Pour les professionnels, elle est 10 fois plus massive que le tube optique...

Azimutale

Elle est utilisée par les amateurs, c'est la monture la moins contraignante.

Elle est utilisée par les professionnels, les miroirs sont tellement grands et lourds, il devient impossible d'équilibrer une monture équatoriale...

Elle pivote selon un axe vertical pour changer d'azimut et selon un axe horizontal pour changer de hauteur.

C'est la monture de prédilection des télescopes Dobson.



Equatoriales allemandes

Le tube optique est d'un côté de l'axe polaire, les contre-poids de l'autre.



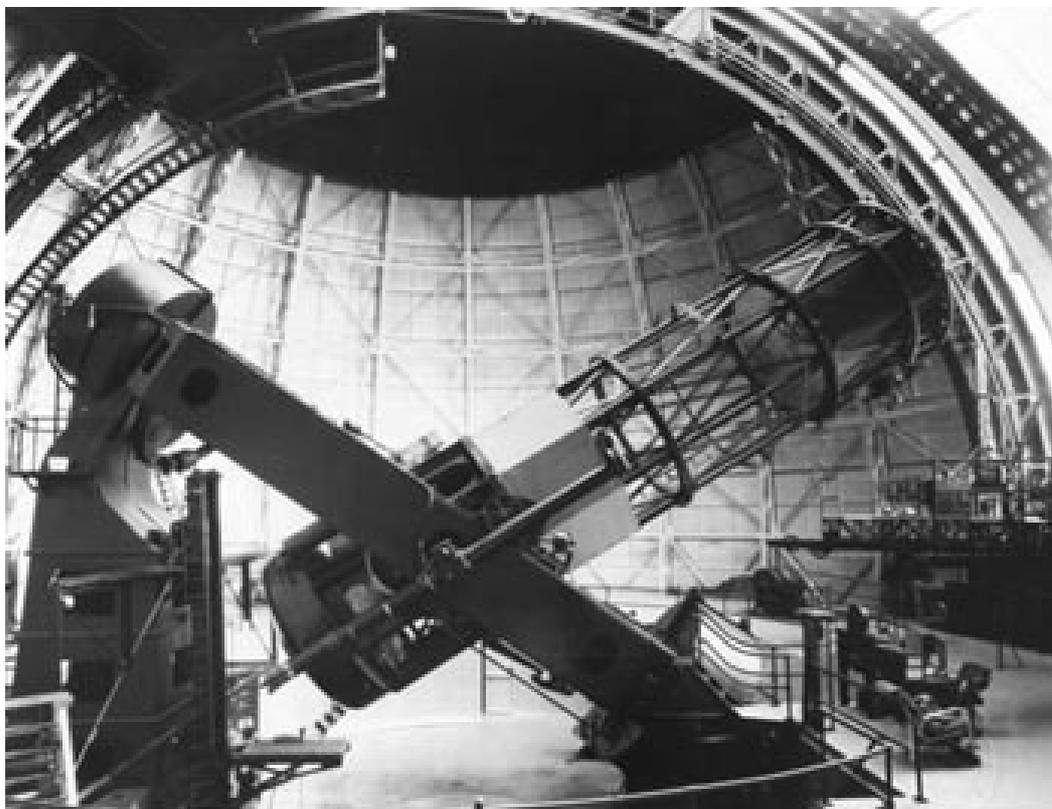
À fourche



Télescope Foucault 800 mm
(observatoire de Marseille)

Le tube optique est équilibré au milieu de la fourche, il n'y a plus de contre-poids.

En berceau



Télescope 2,54 du mont Wilson

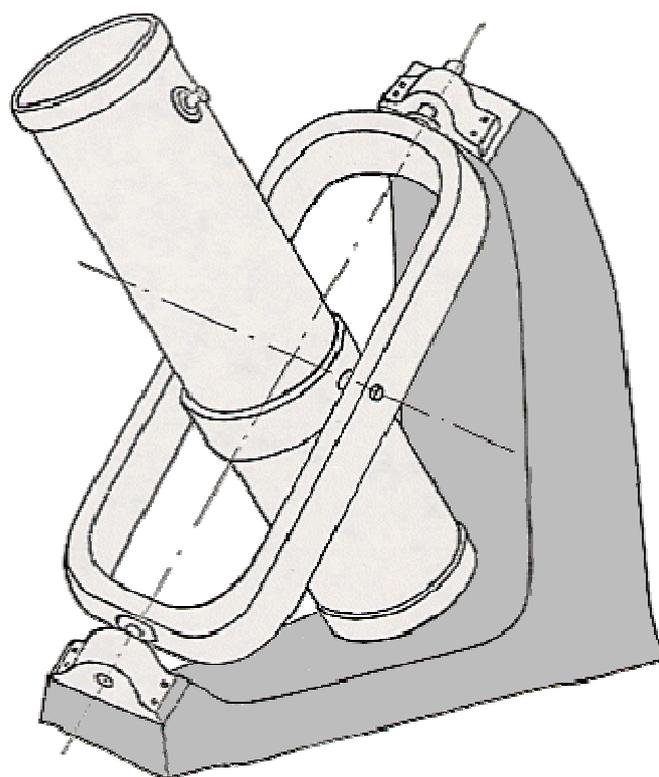
Le tube optique est disposé dans un berceau monté sur 2 piliers : le pilier sud (le plus petit) et le pilier nord (le plus haut). La hauteur des piliers dépend de la latitude du lieu d'observation.

AVANTAGE

Pas de contrepoids

INCONVENIENT

Il est impossible de viser l'étoile polaire cachée par le pilier Nord.



En fer à cheval

Le tube optique est disposé dans un fer à cheval, ajouré du côté Nord.

AVANTAGE

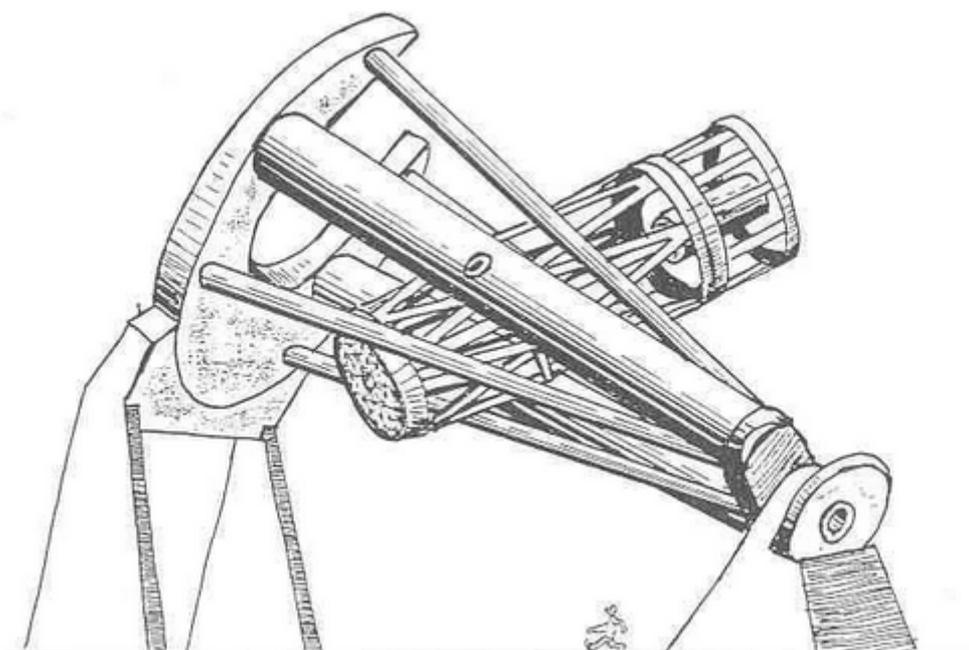
On peut viser l'étoile polaire

INCONVENIENT

Construction massive



Télescope 5,08 m du mont Palomar



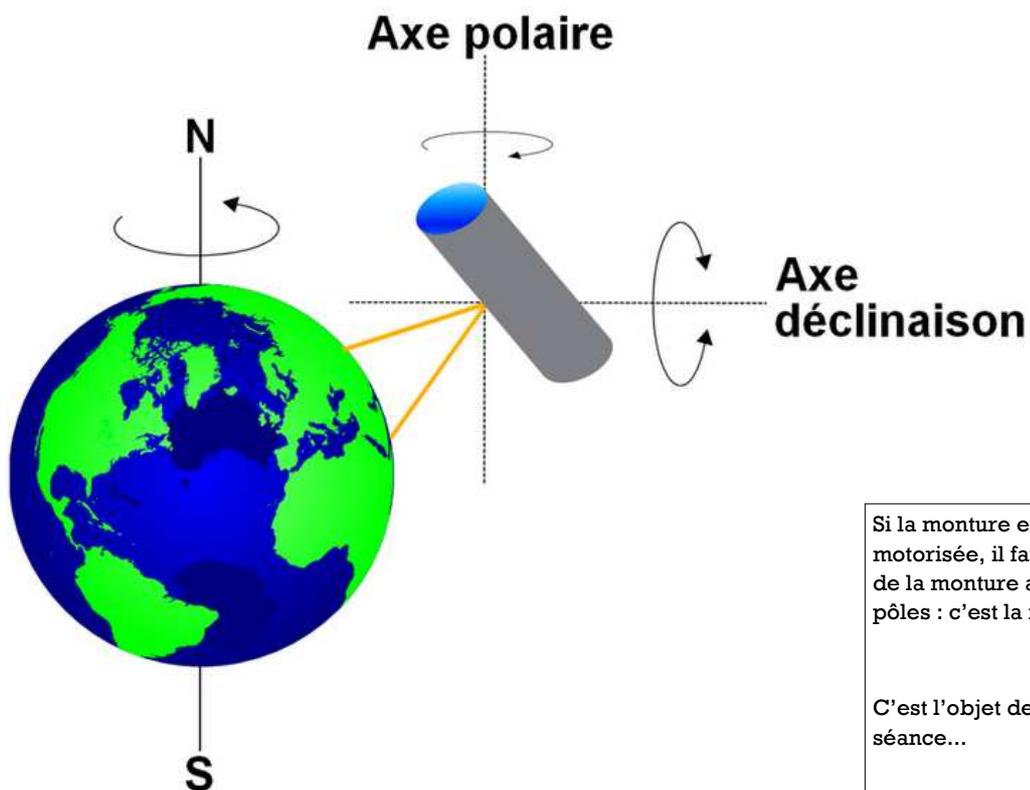
L'équilibrage

Pour utiliser un instrument, il faut l'équilibrer : le tube optique sur la monture, puis le tube optique avec les contrepoids.

On renouvelle cette opération si le télescope est muni de gros oculaires ou s'il est équipé pour l'imagerie, roue à filtres, CCD, etc...



La mise en station



Si la monture est équatoriale et motorisée, il faut aligner l'axe de la monture avec l'axe des pôles : c'est la mise en station.

C'est l'objet de la prochaine séance...