



LE CLUB D'ASTRONOMIE  
DU PAYS ROYANNAIS

**LES CEPHEIDES**

# FICHE TECHNIQUE

*ELEMENTS D'OPTIQUE  
ASTRONOMIQUE*

## ELEMENTS D'OPTIQUE ASTRONOMIQUE

### Les systèmes optiques:

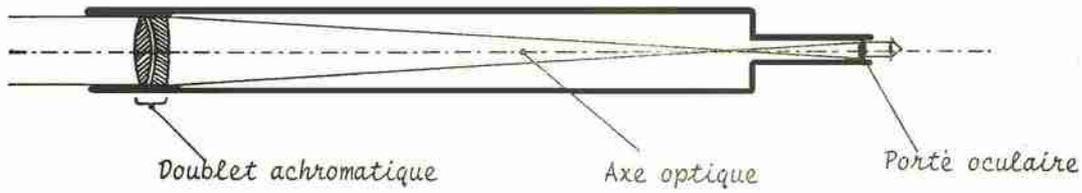
Un instrument astronomique est constitué -sur le plan optique- d'un système principal ou objectif et d'un système secondaire qui est le plus souvent un oculaire.

Les lunettes astronomiques ou télescopes réfracteurs focalisent la lumière en la faisant passer à travers une lentille ou un système de lentilles convergentes. Pour éviter les effets parasites d'une lentille simple, un bon instrument astronomique est pourvu d'au moins deux lentilles: c'est le doublet achromatique.

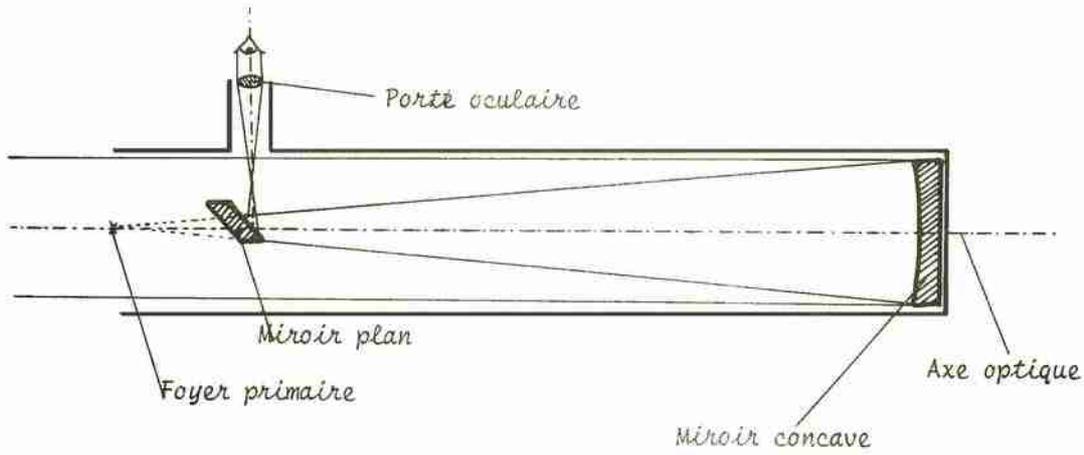
Les télescopes ou télescopes réflecteurs focalisent la lumière par réflexion sur un miroir concave. Pour éviter les défauts de focalisation, un bon miroir de plus de 100 à 150mm de diamètre est parabolique, pour un diamètre inférieur, une portion de sphère est satisfaisante.

L'observation est rendue possible par renvoi du faisceau lumineux sur un miroir secondaire, plan ou hyperbolique. Ce système de renvoi caractérise le système du télescope

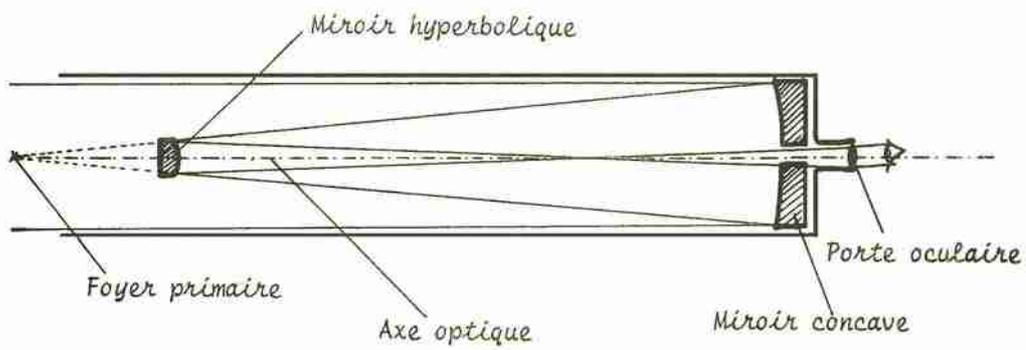
Télescopes et lunettes sont les principaux types d'instruments astronomiques, l'un et l'autre ont des avantages, on peut dire qu'une lunette est mieux adaptée aux petits diamètres, le télescope aux grands diamètres.



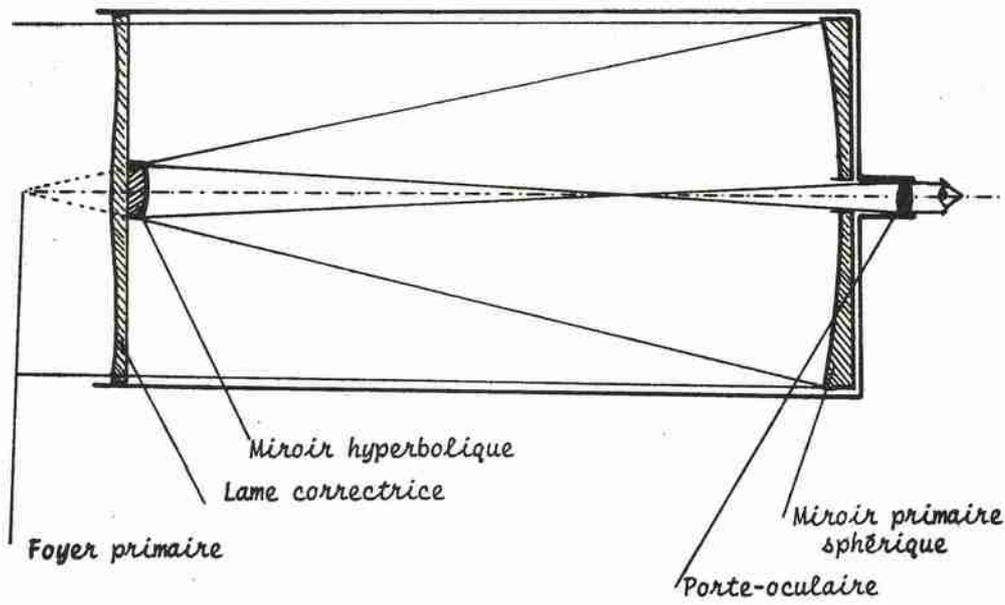
LUNETTE ASTRONOMIQUE



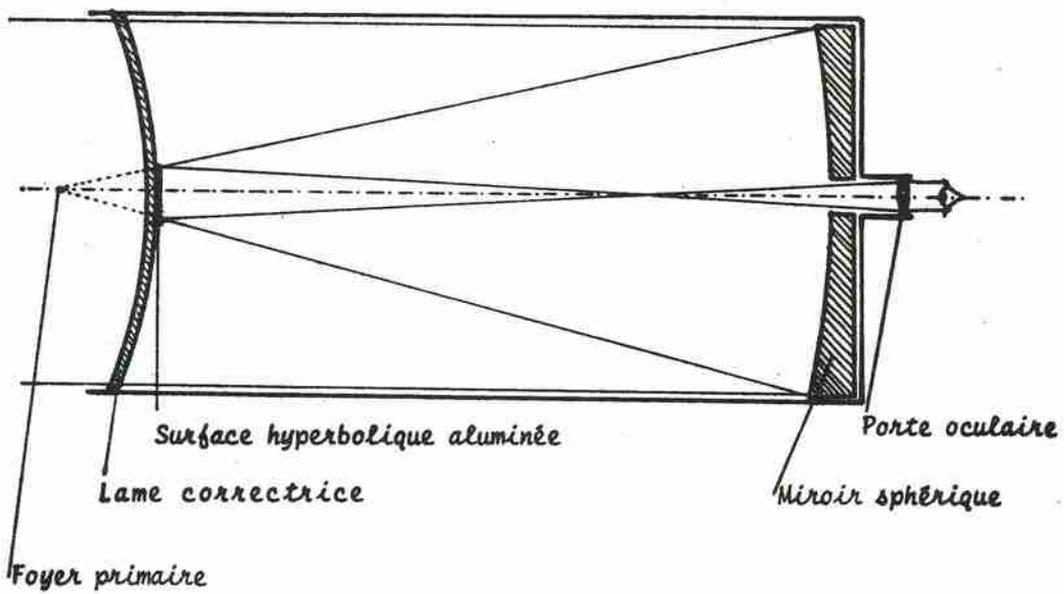
TELESCOPE NEWTON



TELESCOPE CASSEGRAIN



TELESCOPE SCHMIDT CASSEGRAIN



TELESCOPE MAKUTOV CASSEGRAIN

## CONNAISSEZ VOTRE INSTRUMENT

### CARACTERISTIQUES

Chaque instrument d'optique astronomique est caractérisé fondamentalement par le diamètre de l'optique principale et sa focale.

De ces deux valeurs découlent:

Le grossissement maximum

Le grossissement minimum

Le pouvoir séparateur

La magnitude limite

Il faut toujours avoir à l'esprit qu'un instrument astronomique est plongé dans l'atmosphère et donc lié à sa qualité. Tous les paramètres d'un instrument sont donnés théoriquement. Les valeurs réelles seront donc nettement inférieures et très irrégulières d'une nuit à une autre.

Le GROSSISSEMENT: C'est le facteur multiplicateur appliqué à l'image lorsque l'on utilise un oculaire.

Le grossissement est le rapport entre la focale de l'objectif et celle de l'oculaire.

$$G = \frac{F_{\text{objectif}}}{f_{\text{Oculaire}}}$$

Ex: Une lunette de 700 mm de focale utilise un oculaire de 20 mm,  $G = 700/20 = 35$  fois

Le GROSSISSEMENT MAXIMUM THEORIQUE: C'est une limite absolue due à la nature ondulatoire de la lumière.

Il vaut 2,4 fois le diamètre de l'optique principale

$$G_{m.t.} = 2,4 \times D_{O.} \text{ (mm)}$$

Ex: Lunette de 60 mm :  $G_{m.t.} = 2,4 \times 60 = 144$  fois

Le GROSSISSEMENT MAXIMUM PRATIQUE:

Du fait de la présence des couches de l'atmosphère, on considère que le grossissement maximum pratique dans les meilleures conditions d'observation se situe à 2 fois le diamètre de l'optique principale.

$$G_{max} = 2 \times D_{obj} \text{ (mm)}$$

Donc dans le cas de notre lunette de 60mm, un grossissement maximum de 120 fois est possible.

REMARQUE: Les limites qui sont données sont celles au delà desquelles on ne distingue pas de détail nouveau, les dimensions de l'image pouvant augmenter.

Le GROSSISSEMENT MINIMUM: C'est celui qui donnera le maximum de luminosité, il est lié à l'ouverture maximum possible de la pupille.

$$G_{min} = \frac{D_{obj} \text{ (mm)}}{7}$$

Ex: Lunette de 60 mm:  $G_{min} = 60/7 = 8,6$  fois

Le POUVOIR SEPARATEUR: C'est l'aptitude de l'instrument à montrer comme telles deux étoiles les plus

proches possibles -angulairement- l'une de l'autre.  
Pratiquement on utilise la formule:

$$PS (") = 120/D \text{ (mm)}$$

Pour la lunette de 60 mm, le pouvoir séparateur sera donc de  $120/60=2$  secondes d'arc

MAGNITUDE LIMITE: C'est la magnitude de l'étoile la plus faible, accessible à votre instrument, elle est donnée dans le tableau des possibilités des instruments.

La CLARTE: C'est le pouvoir multiplicateur lumineux qu'apporte l'instrument par rapport à l'oeil considéré accommodé avec une pupille de 6 mm de diamètre. soit  $28,3 \text{ mm}^2$

Ex; une lunette de 60 mm a une surface de  $2827,4 \text{ mm}^2$ , sa clarté sera de  $2827,4/28,3= 100$

Les caractéristiques d'un instrument servent surtout à la comparaison, elles sont rarement atteintes à cause des irrégularités de l'atmosphère et des conditions d'observation.

GROSSISSEMENT OBTENU EN FONCTION DE LA FOCALE DE L'OBJECTIF  
DE L'INSTRUMENT ET DE LA FOCALE DE L'OCULAIRE UTILISE.

DE 600 A 1500 MM

Oculaire	600	700	800	900	1000	1200	1400	1500
4	150	175	200	225	250	300	350	375
5	120	140	160	180	200	240	280	300
6	100	116	133	150	166	200	233	250
7	85	100	114	128	142	171	200	214
8	75	87	100	112	125	150	175	187
9	66	77	88	100	111	133	155	166
10	60	70	80	90	100	120	140	150
12	50	58	66	75	83	100	116	125
18	33	38	44	50	55	66	77	83
20	30	35	40	45	50	60	70	75
25	24	28	32	36	40	48	56	60
30	20	23	26	30	33	40	46	50
40	15	17	20	22	25	30	35	37

DE 1600 A 6000 MM

Oculaire	1600	2000	2500	3000	4000	5000	6000
4	400	500	625	750	1000	1250	1500
5	320	400	500	600	800	1000	1200
6	266	332	416	500	664	832	1000
7	228	284	357	428	568	714	850
8	200	250	312	374	500	624	750
9	176	222	277	332	444	554	660
10	160	200	250	300	400	500	600
12	132	166	208	250	332	416	500
18	88	110	138	166	220	276	330
20	80	100	125	150	200	250	300
25	48	80	100	120	160	200	240
30	40	66	83	100	132	166	200
40	30	50	62	74	100	124	150

## POSSIBILITES TECHNIQUES D'UN INSTRUMENT

∅	Gr. Maxi	Gr. Mini	Utile	Mg. Limite	P.S.	Clarté
50	125	7	50/60	10,2	2,4"	70
60	150	8	60/72	10,9	2"	100
70	175	10	70/84	11	1,7"	136
75	187	10,7	75/90	11,1	1,6"	156
80	200	11	80/96	11,2	1,5"	177
90	225	13	90/108	11,5	1,3"	225
100	250	14	100/120	12	1,2	277
115	287	16	115/140	12,2	1"	367
150	375	21	150/180	12,9	0,8"	625
200	500	28	200/240	13,5	0,6"	1111
250	625	35	200/300	14	0,5"	1736
300	750	42	300/400	14,4	0,4"	2500
400	1000	57	400/500	15	0,3"	4445

## LES MONTURES

Un instrument astronomique, s'il dépasse un grossissement de 10 à 15 fois, doit être soutenu par une monture, en effet, tous les mouvements de l'utilisateur, même minimes, sont amplifiés d'un facteur égal à celui du grossissement, de ce fait, l'observation devient impossible. Il est donc nécessaire d'immobiliser l'instrument, c'est le rôle de la monture.

En astronomie, on considère deux types de montures: la monture azimutale et la monture équatoriale.

### LA MONTURE AZIMUTALE :

Les mouvements s'effectuent autour de deux axes, un axe horizontal qui donne un déplacement vertical à l'instrument - la hauteur - , un axe vertical qui donne un déplacement horizontal: l'azimut .

Sur les instruments élaborés, ces deux mouvements sont commandés par des molettes qui permettent des mouvements lents cependant que les mouvements rapides sont permis par le débrayage des commandes fines.

La monture azimutale convient aux petits instruments qui ne supportent pas les forts grossissements et qui ne servent pas à la photographie astronomique.

## LA MONTURE EQUATORIALE

Les objets astronomiques ont tous un mouvement apparent régulier (mouvement diurne) dont l'axe est confondu avec l'axe de rotation de la terre. Un instrument astronomique devrait donc suivre ce mouvement pour que l'objet observé reste fixe dans le champ de l'instrument. Un instrument azimuthal doit donc combiner ses deux mouvements pour suivre les objets dans le ciel. Ce type de monture est donc incompatible avec la photographie et interdit la motorisation pour l'amateur.

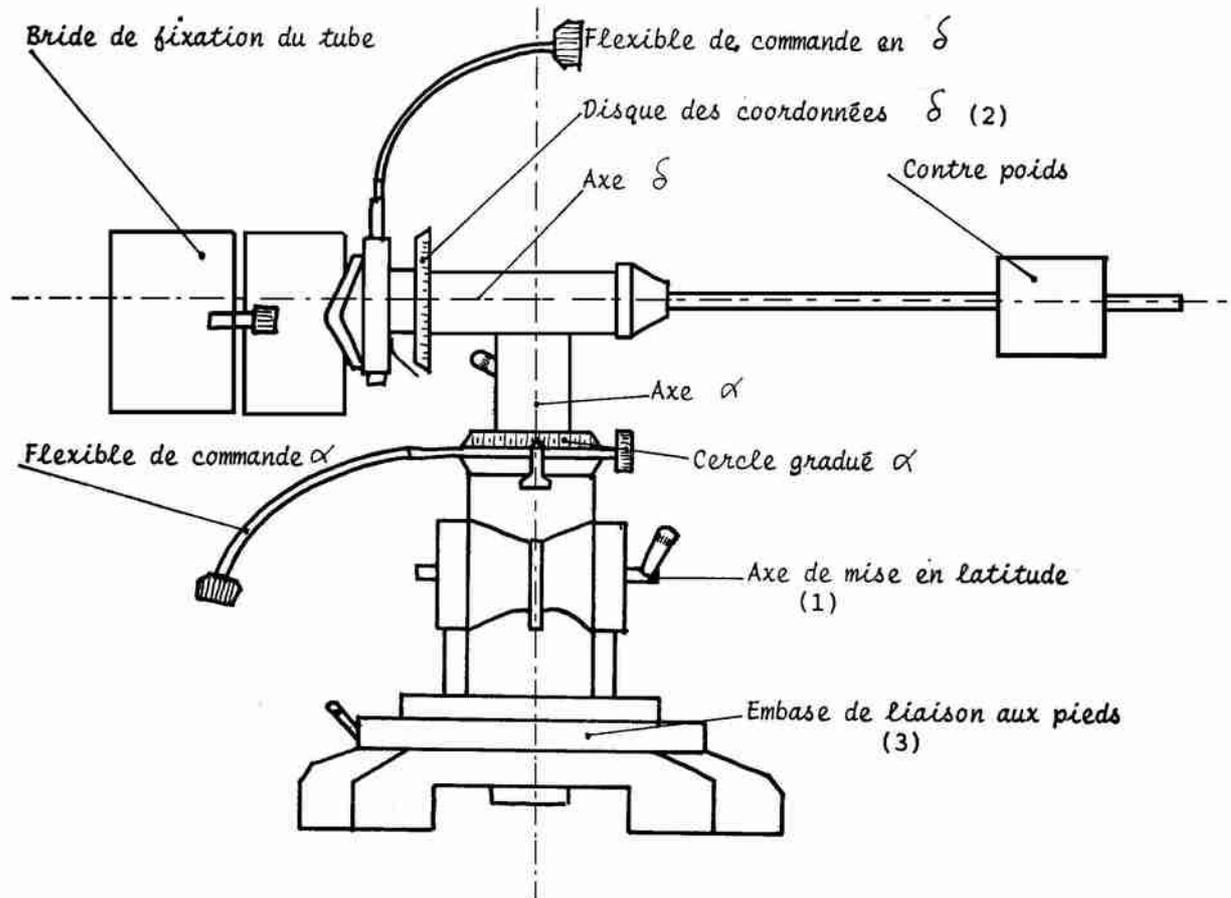
La monture équatoriale aura donc un axe qui sera parallèle à l'axe de la terre, l'autre lui étant perpendiculaire. De la sorte, le mouvement autour d'un seul axe, éventuellement à l'aide d'un moteur, permettra de suivre les objets astronomiques, l'autre axe permet de pointer et de compenser les éventuelles anomalies de poursuite.

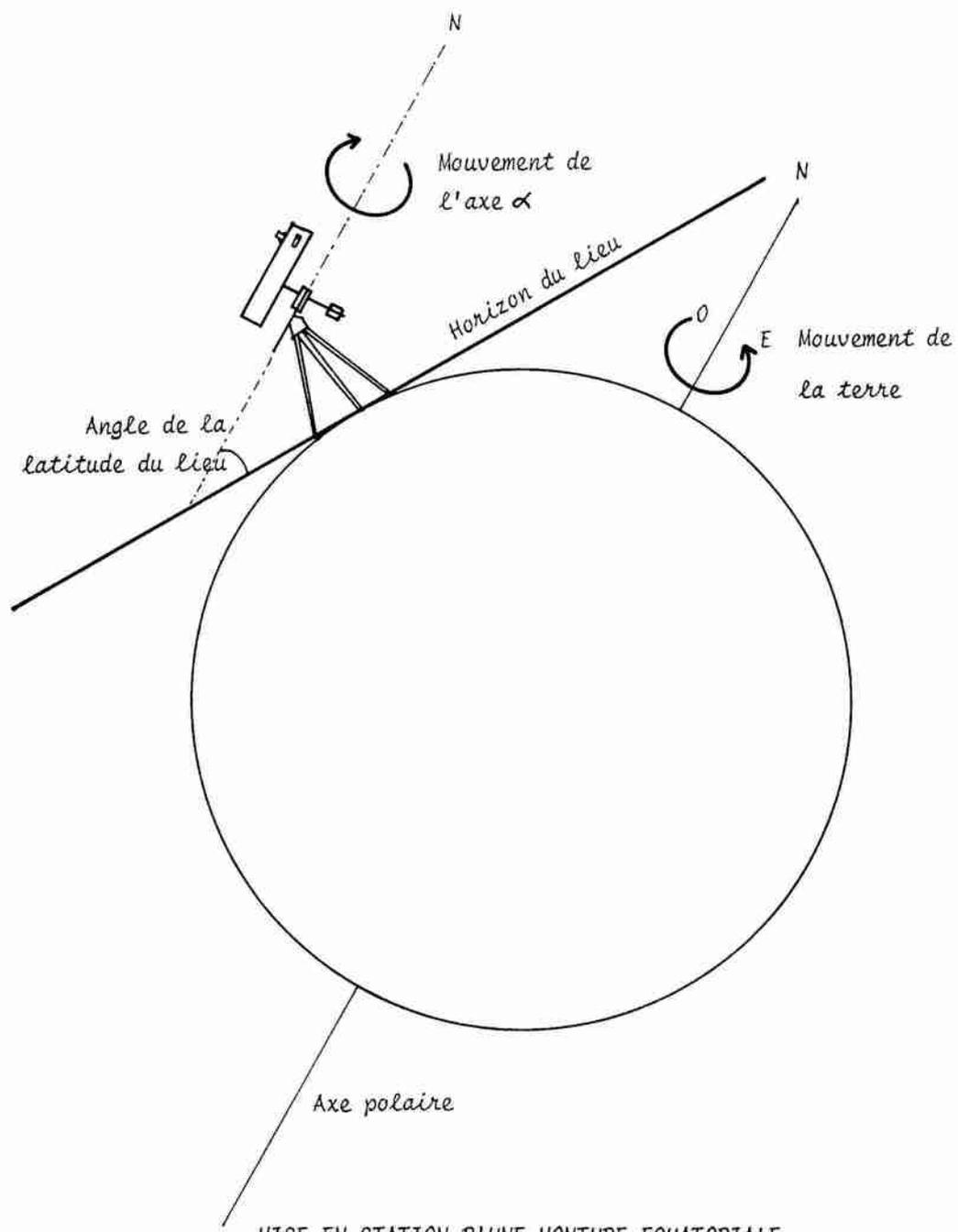
L'axe parallèle à l'axe de la terre est  
l'axe d'ASCENSION DROITE OU axe ALPHA

L'axe perpendiculaire à l'axe de la terre est  
l'axe de DECLINAISON ou axe DELTA

Chacun de ces axes est muni de cercles gradués, l'axe d'ascension droite est gradué en heures minutes secondes de 0 à 24 Heures, l'axe de déclinaison est gradué en degrés minutes secondes d'arc,  $0^\circ$  correspondant à l'équateur ;  $+90^\circ$  correspondant au pôle céleste Nord ;  $-90^\circ$  correspondant au pôle céleste Sud.

## UNE MONTURE EQUATORIALE





MISE EN STATION D'UNE MONTURE EQUATORIALE

## MISE EN STATION D'UNE MONTURE EQUATORIALE

Une monture équatoriale doit, pour être opérationnelle, voir son axe d'Ascension droite aligné avec l'axe de rotation de la terre. Cette opération se nomme la mise en station de la monture.

Le pôle céleste vers lequel sera dirigé l'axe polaire n'est pas confondu avec la polaire, c'est la raison pour laquelle vous trouverez, plus loin; une carte de localisation du pôle.

MISE EN STATION APPROCHÉE: On utilise, dans ce cas, les cercles gradués de la monture, leur précision est insuffisante pour un travail de grande qualité mais elle est suffisante pour un travail d'observation visuelle et dans le cas d'un appareil mobile sur trépied.

-1- On affiche sur le cercle de mise en latitude (1) la latitude du lieu et on bloque l'axe.

-2- On règle la valeur de la déclinaison en (2)

-3- On fait tourner la monture autour de l'embase (3) jusqu'à amener la polaire au centre du champ.

Il est bien évident que cette position est approchée il faut affiner les réglages en jouant notamment sur la hauteur de chaque pied dans le cas d'un trépied.

Cas particulier, Si l'appareil n'a pas de cercle gradué de mise en latitude, l'opération 1 se place en fin de mise en station et consiste à centrer le pôle en montant ou en descendant l'axe alpha piv-

*tant autour de l'axe de mise en latitude*

#### TRACE DE LA MERIDIENNE DU LIEU:

*La méridienne du lieu est la ligne Nord Sud pour le lieu considéré. La projection verticale de l'axe d'ascension droite de la monture doit donc lui être rigoureusement superposé. Le tracé de la méridienne, sur votre lieu d'observation vous sera donc très utile, vous vous y référerez lors de chaque mise en station.*

*Considérant que la méridienne est la direction du soleil à midi local, on détermine l'heure de midi à l'aide des croquis suivant.*

*La petite carte de France permet de trouver avec une bonne approximation la différence minutée en fonction de la longitude du lieu, l'abaque d'équation du temps donne la correction en fonction de la date.*

*Ex: pour un observateur placé à Bordeaux le 18 Octobre, la carte donne Bordeaux: + 2 minutes et l'abaque 18 Octobre : - 15 minutes 30 donc +2 - 15mn30 donne - 13 minutes 30 ; le midi solaire local sera donc, à la montre de l'observateur à 12 h - 0h13,5 soit 11h 46mn 30 s . A cette heure précise, il suffit de tracer l'ombre d'un fil à plomb pour avoir très exactement la méridienne du lieu.*

#### MISE EN STATION PRECISE:

*La mise en station approchée, même avec le tracé de la méridienne n'est que le moyen d'utiliser la monture équatoriale dans des conditions acceptables*

compatibles avec l'observation visuelle, l'approximation est telle que les rappels -c'est à dire les corrections - nécessaires pour suivre un objet en photographie seront trop nombreux et la poursuite impossible. Il faut donc faire une mise en station précise.

La mise en station se fait en étudiant les variations de mouvement d'une étoile située à un endroit précis. Ces variations étant dues aux défauts de mise en station, leur élimination est le signe d'une monture parfaitement opérationnelle.

On utilise un oculaire assez fort, réticulé et dont l'orientation d'un des fils est Nord Sud.

Le réglage est à faire sur deux étoiles:

- 1° - Avec une étoile proche de l'équateur céleste, proche de son passage au méridien: On poursuit cette étoile en agissant sur le mouvement équatorial. Si l'étoile monte ou descend le long du réticule Nord Sud, c'est que le réglage de la superposition de la méridienne du lieu et de l'axe d'ascension droite n'est pas rigoureux, il faut donc faire tourner légèrement la monture autour d'un axe vertical - ou sur un plan horizontal - pour rectifier.

- 2° - Avec une étoile à 45° de déclinaison et à 6 heures de son passage au méridien avant ou après; Si l'étoile monte ou descend, c'est le réglage de la latitude du lieu qui est en cause, il faut alors agir en relevant ou en abaissant l'axe d'ascension droite.

- 3° - On affine ensuite le réglage en revenant de l'un à l'autre de ces objets.

## LES ACCESSOIRES.

### LES OCULAIRES:

L'oculaire est un système optique qui permet de grandir l'image soit pour l'observer visuellement soit pour l'utiliser sur le plan photographique.

Les oculaires sont de conception différente, leur construction tend, par le nombre et la qualité des lentilles, à réduire les anomalies sur le bord du champ et les défauts de chromatisme.

Un bon oculaire modifie complètement la qualité de l'observation, les oculaires qui sont livrés en général avec l'équipement de base donnent des résultats corrects mais leur type est souvent choisi dans celui qui permettra le prix minimum de l'appareil à son premier achat, donc de commencer les observations à moindre frais.

LES TYPES D'OCULAIRES: Le tableau des montages d'oculaires vous donne une idée de ces types, la position des lentilles est donnée à titre indicatif, en effet, les oculaires d'importation ont parfois des

configurations différentes.

CODE: Un oculaire est marqué selon un code, celui-ci est constitué d'une ou deux lettres qui caractérisent le type puis d'un nombre qui est sa focale en millimètres

R: Type Ramsden: Oculaire standard, à champ assez faible, peu corrigé des défauts de chromatisme. Le code SR caractérise l'oculaire Spécial Ramsden très voisin du Ramsden.

H : Type Huygens: Oculaire très courant, il est peu corrigé des aberrations chromatiques, Il donne des résultats médiocres sur les télescopes, à faible grossissement.

HM: Type Huygens Mittenzwey, la lentille de champ de forme différente donne moins de défauts géométriques à faible grossissement.

AH: Achromatique Huygens: ce type d'oculaire est déjà corrigé contre les colorations parasites.

Or: Type orthoscopique, ce type d'oculaire est corrigé contre les aberrations géométriques et contre les aberrations colorées, c'est un excellent oculaire

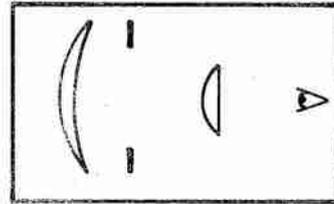
Pl: Type Plösl: cet excellent oculaire donne des résultats parfois meilleurs à ceux de l'orthoscopique, il n'existe cependant pas pour toutes les dimensions de porte oculaire.

K: Kellner, proche de l'achromatique Huygens  
Exemple de code: Un oculaire marqué H-20 est un oculaire de type Huygens et de focale 20 mm.

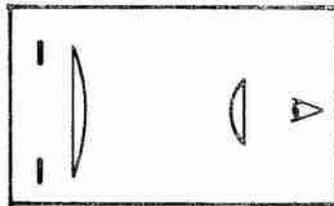
## DIFFERENTS TYPES D'OCULAIRES



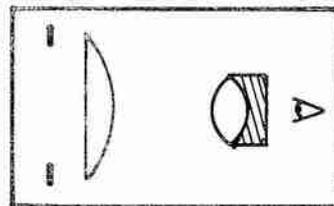
HUYGENS H



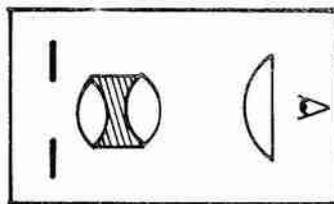
HUYGENS MITTENZWEY HM



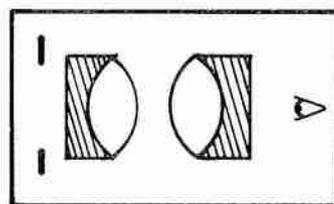
RAMSDEN R



KELLNER K



ORTHOSCOPIQUE Or



PLÖSSL Pl