

Télescopes et Lunettes astronomiques

Les télescopes et les lunettes astronomiques
sont constitués:

- D'une monture.
- D'une optique.

Avec des options.

- Motorisations.
- Des systèmes informatiques GOTO.
- Des systèmes de suivi.

Les télescopes.

Les télescopes

Il existe divers types de télescopes.

- Le télescope de Newton.
 - Le télescope de Schmidt-Cassegrain.
 - Le télescope de Ritchey-Chrétien.
 - Et bien d'autres.
-
- La différence vient des miroirs utilisés.

Les optiques.

- Ce sont des appareils qui permettent d'amplifier la lumière de sources lointaines.
- Par exemple les étoiles.

Principe de fonctionnement.

- La lumière arrive sur un miroir primaire, celui-ci réfléchit cette lumière en direction d'un miroir secondaire.
- Le télescope est un système réflecteur.
- Cette lumière passe à travers un oculaire pour former une image.

Le

n.

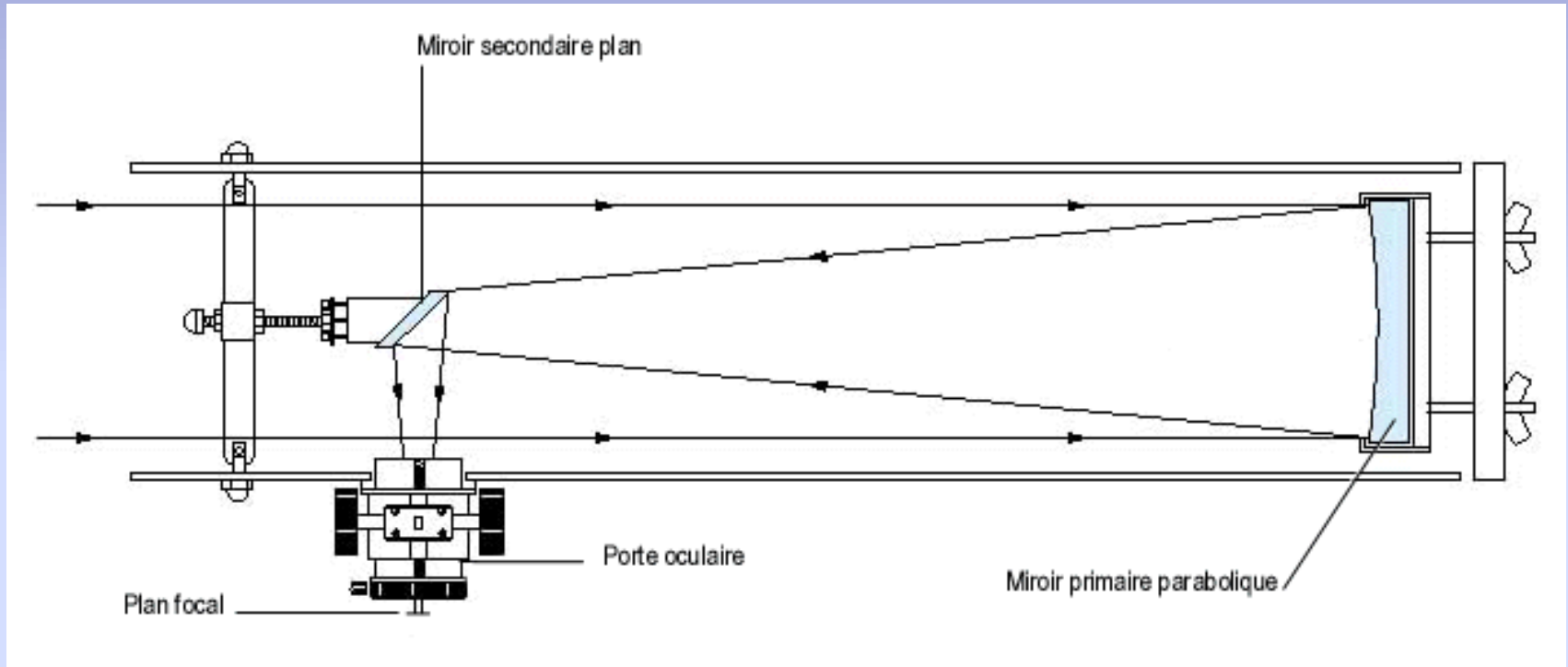


Son principe de fonctionnement est le suivant :

La lumière des astres est recueillie par **un miroir primaire de forme parabolique** situé au fond du tube.

Les rayons sont alors réfléchis vers **un miroir secondaire plan**, placé au centre du tube, qui renvoie l'image sur le côté du tube où l'on peut alors observer à l'aide d'un oculaire placé dans le porte oculaire.

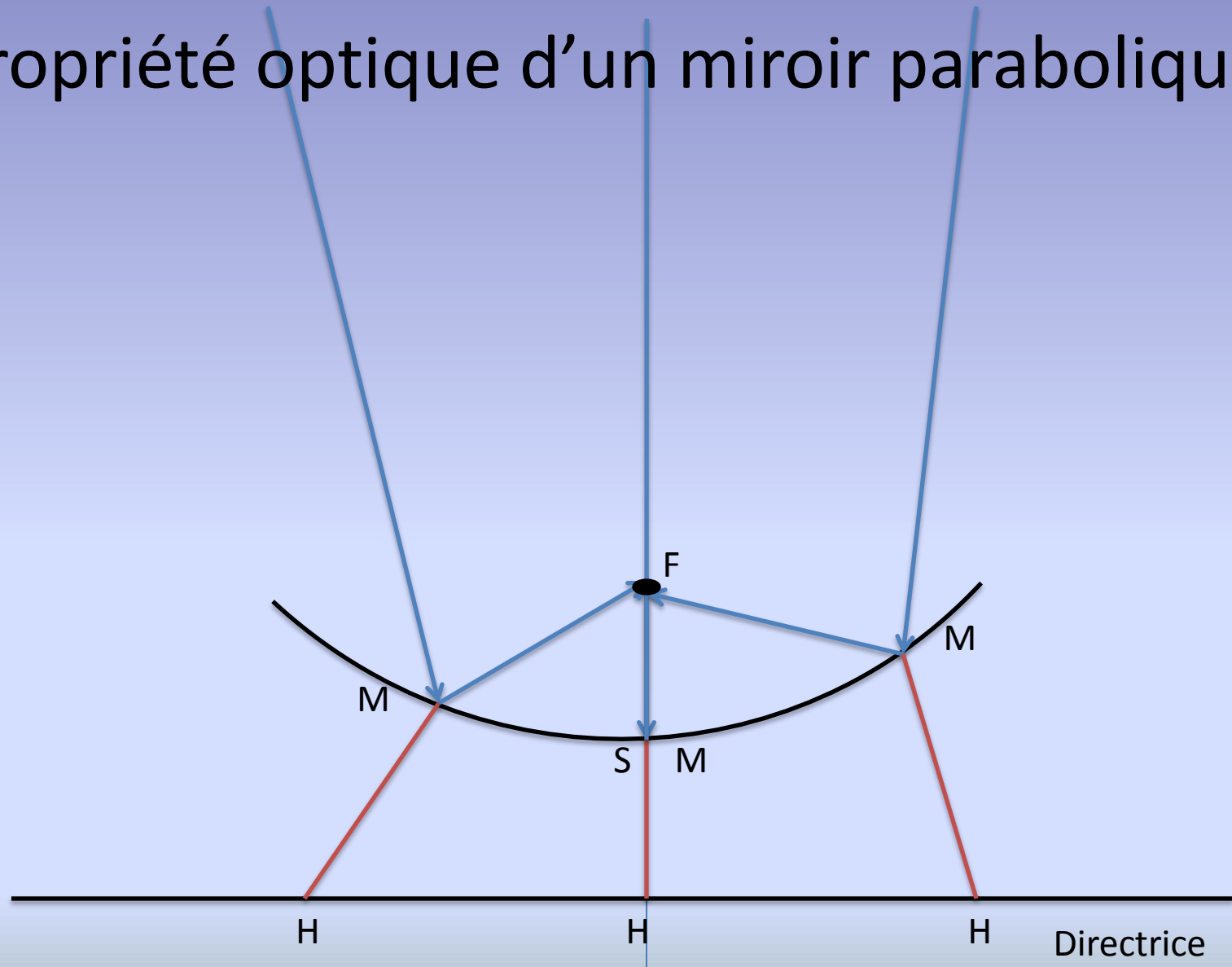
Schéma du télescope.



- Le télescope de Newton a un miroir primaire parabolique.
- On va donc utiliser les propriétés des miroirs paraboliques.
- Tout rayon lumineux arrivant de l'infini, converge en un point. On appelle ce point le Foyer.

- Mathématiquement, une parabole est définie par une droite directrice et un foyer.
- $d(FM)=d(HM)$
- Avec M un point de la parabole et H un point de la directrice.

Propriété optique d'un miroir parabolique.



- Plus le miroir est de bonne qualité, plus le point focal est ponctuel.
- La qualité d'un miroir dépend de la taille du miroir parabolique.

- Si la surface optique présente des défauts quelconques, le front d'onde subira des déphasages qui affecteront le trajet des rayons lumineux et déformeront l'image.
- L'homme est plus sensible aux rayonnements jaune-vert. Ce qui se traduit par une longueur d'onde moyenne $\lambda = 560\text{nm} = 0.56\mu\text{m}$

- Le plus grand déphasage que nous pouvons nous permettre est $\lambda / 4$. En bas de cette tolérance, l'image sera grandement déformé.
- On parle d'aberration (déformation).
- Attention ceci est vrai que pour des objets centrés, sinon il apparaît d'autres aberrations.

Caractéristiques du télescope.

Il est caractérisé par:

- une distance focale. f
- le diamètre du miroir D
- Le pourcentage d'obstruction. A
- Un grossissement $G=f/foc$ (foc focale de l'oculaire)

- Plus le diamètre est grand, plus le télescope collecte de la lumière.
- Plus la quantité de lumière sera importante, et plus on pourra se permettre de grossir sans perdre en qualité d'image.

- Le critère f/D .

Pour un même diamètre D , donc la même quantité de lumière.

Si on a une focale grande. f/foc sera grand, on aura un fort grossissement donc une image plus grande.

La lumière sera répartie sur une plus grande surface. L'image sera moins lumineuse.

Si on a une focale petite. f/foc sera petit, on aura un plus faible grossissement donc une image plus petite.

La lumière sera répartie sur une plus petite surface. L'image sera plus lumineuse.

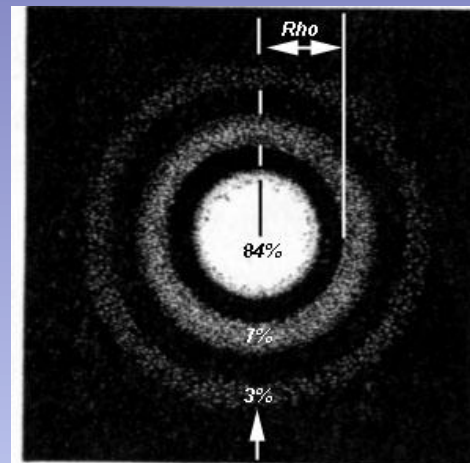
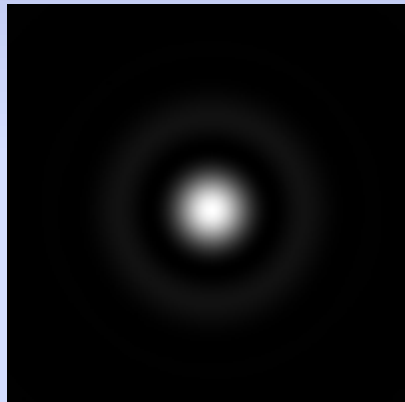
- Le critère f/D nous permet de savoir ce que l'on peut observer ou photographier.
- Si l'on veut observer une planète, la luminosité est grande, on peut donc grossir et donc utiliser du matériel avec f/D grand.
- Si l'on veut observer une nébuleuse diffuse (peu lumineuse), il faut éviter de trop grossir pour avoir un objet plus lumineux. Donc f/D petit.

On a une fente circulaire on a donc un phénomène de diffraction.

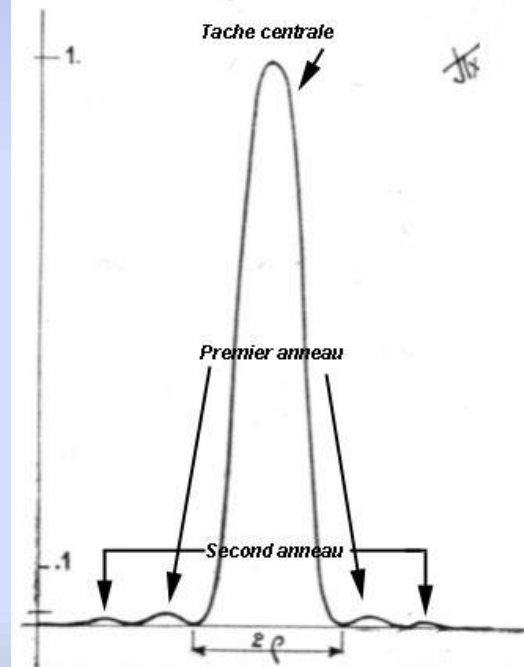
- Une étoile est située à l'infini (distance grande par rapport à l'instrument), sa lumière arrive sur le miroir circulaire.
- Il va se produire de la diffraction.

- L'image d'une étoile donnée par un instrument n'est pas ponctuelle.
- Le phénomène de diffraction dû à la nature ondulatoire de la lumière implique la formation d'un disque (disque d'Airy ou tache de diffraction) entouré d'anneaux concentriques.

- Nous donnons ci-dessous l'image théorique ainsi que le profil de l'intensité lumineuse.



Distribution de la lumière dans la tache de diffraction.



Si λ est la longueur d'onde et D le diamètre de l'instrument, le rayon angulaire de la tache de diffraction est :

$$r = 1.22 \times \frac{\lambda}{D}$$

Dans la pratique on obtient directement le rayon angulaire (en secondes d'arc) en divisant le nombre 140 par le diamètre D de l'instrument exprimé en mm.

Plus le diamètre D d'un instrument est important, plus le rayon angulaire de la tache de diffraction théorique est petit, et plus le pouvoir séparateur théorique de l'instrument est important.

Quant au rayon linéaire , il s'obtient en multipliant le rayon angulaire de la tache de diffraction par la focale f de l'instrument (car r est petit) :

$$r = 1.22\lambda \times \frac{f}{D}$$

$$r = 0.68 \times \frac{f}{D}$$

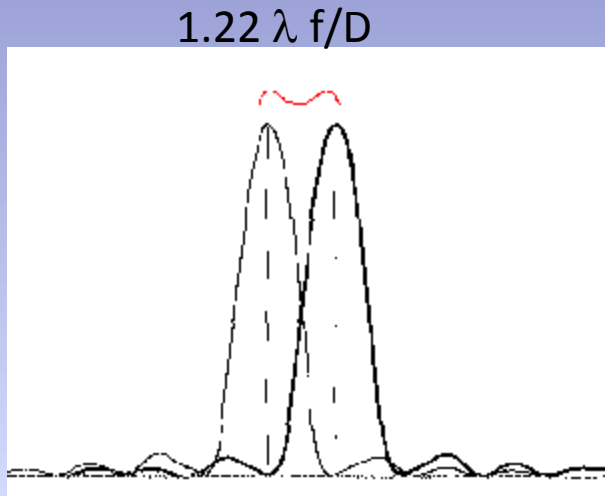
r en micromètre

- Le diamètre de l'image au foyer ne dépend donc que du rapport d'ouverture f/D de l'instrument (et de la longueur d'onde)

Pouvoir séparateur

- La diffraction limite le pouvoir de résolution des instruments optiques : un objet ponctuel donne une image « floue », appelée tache de diffraction. Si deux détails d'un objet sont trop proches, les taches de diffractions se chevauchent et il devient impossible d'obtenir des images séparées de ces détails.

- Le pouvoir séparateur:



$$r = \frac{140}{D}$$

D en mm

r en seconde d'arc

$$r = 1.22\lambda \times \frac{f}{D}$$

Exemples:

Diamètre (mm)

- 114
- 150
- 200
- 355

Pouvoir séparateur (")

- 1.2
- 0.93
- 0.70
- 0.39

- Exemples d'étoiles doubles.

- Albiréo A et B distant de 34,3''

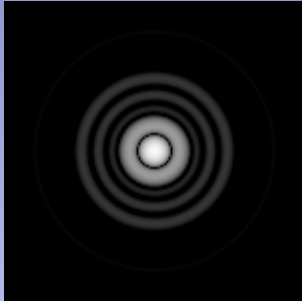
- Alcor et Mizar distant de 11.4'

- La Polaire A et B distant de 17.8''

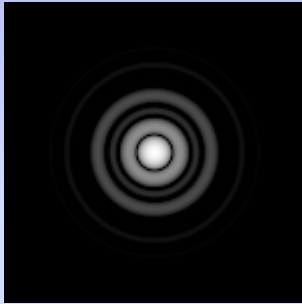
- Castor A et B distant de 3.8''

- ζ Her A et B distant de 0.8''

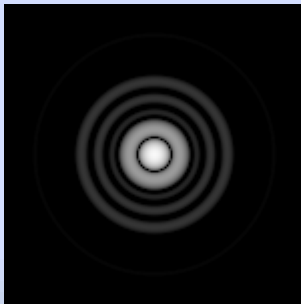
0%



20%



33%



- L'obstruction due au miroir secondaire va amplifier la diffraction (principe de superposition)

Le télescope de Schmidt-Cassegrain.

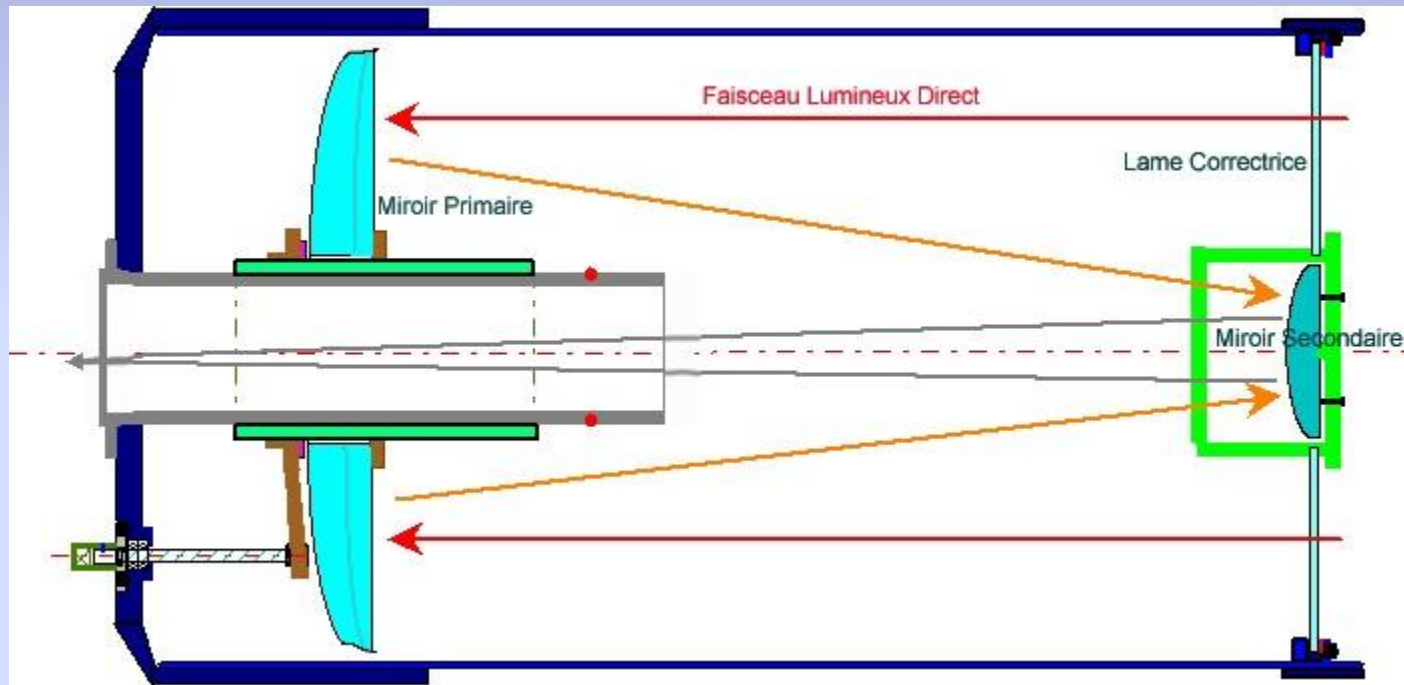


- Le Miroir Primaire est **Sphérique** et très ouvert. Une distance focale courte.
- On a donc des télescopes très compacts.

Le télescope de Schmidt-Cassegrain.

Miroir primaire sphérique.

Miroir secondaire **convexe Hyperbolique**

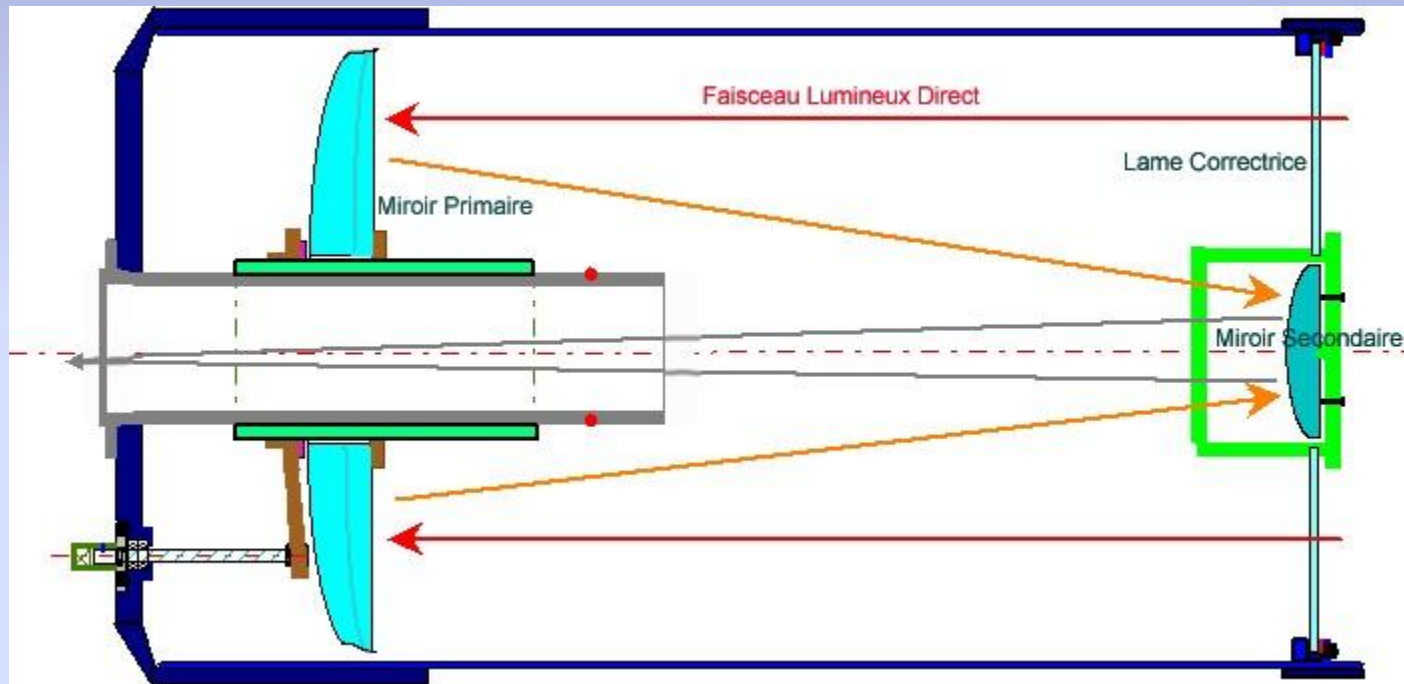


- Le Miroir Secondaire **convexe Hyperbolique**, qui resserre le faisceau et le projette dans l'axe optique (Primaire percé en son centre) pour former enfin le Foyer .

Le télescope de Schmidt-Cassegrain.

Miroir primaire sphérique.

Miroir secondaire **convexe Hyperbolique**



Lame de Schmidt

- Le gros problème, c'est que les miroirs sphériques ont une forte aberration.
- Les rayons lumineux ne convergent pas en un point, mais sur une zone.
- Pour résoudre ce problème, il faut interposer une lame correctrice. La lame de Schmidt.

Pour la mise au point, on fait bouger le miroir primaire.

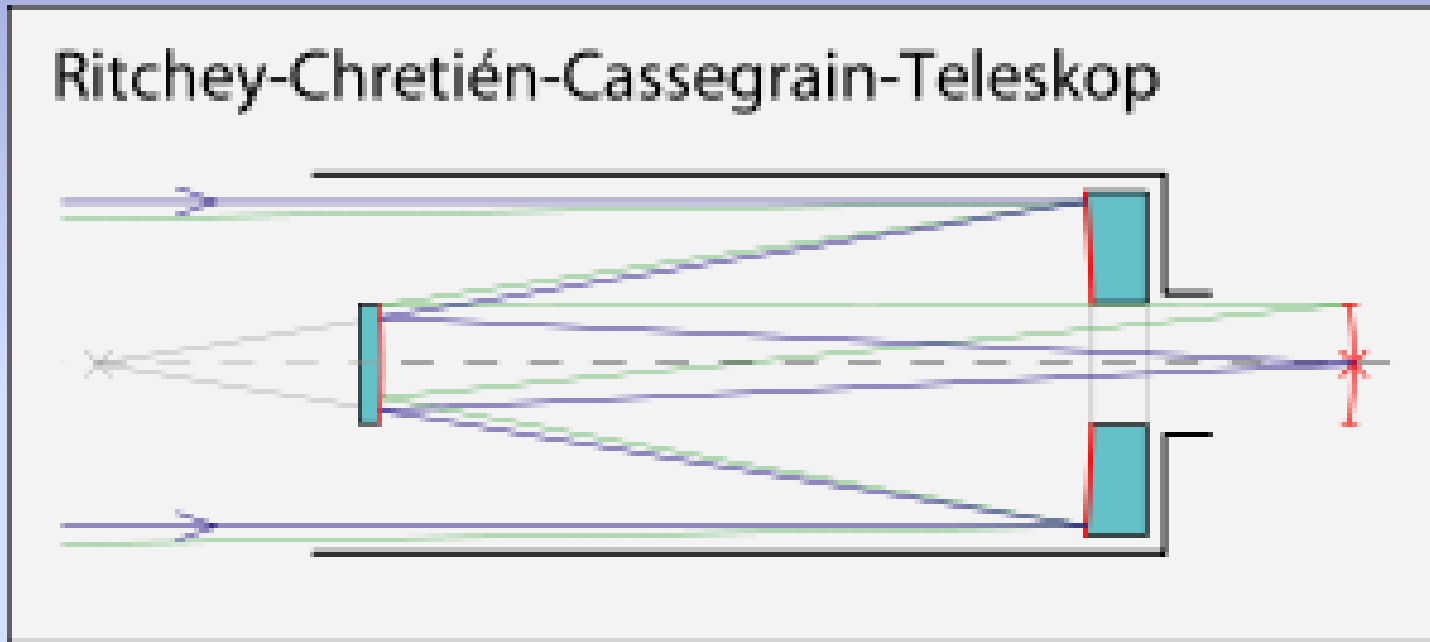
Cette technique fait bouger le miroir primaire de façon latérale, ce qui crée du shifting (déplacement de l'image)

C'est le point négatif du télescope de Schmidt-Cassegrain.

Le télescope Ritchey-Chrétien



Le télescope Ritchey-Chrétien



le miroir primaire et le miroir secondaire
sont hyperboliques.

- Ce type de télescope est de courte focale.
- Il n'y a pas d'aberration de sphéricité.
- Il n'y a pas de shifting.
- Une très bonne qualité d'optique.
- C'est le top!!!

- Il coute très cher!

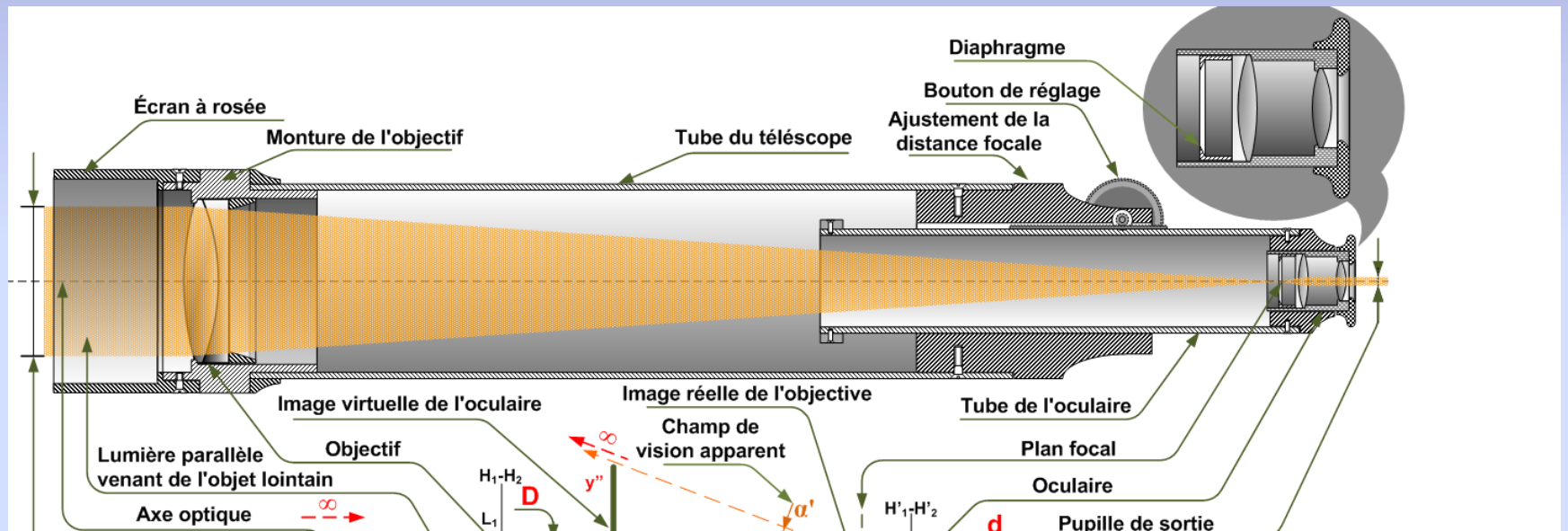
Les Lunettes astronomiques



- Une **lunette astronomique** est un instrument optique qui permet d'augmenter la taille apparente et la luminosité des objets du ciel lors de leur observation.

Une lunette est composée d'un objectif (lentille(s)) et d'un oculaire (lentille(s)) disposés de part et d'autre d'un tube fermé.

C'est un système optique réfracteur. La lumière traverse un système optique.



- La qualité des lunettes est due à la qualité des lentilles.
- Les lunettes modernes ont toutes des objectifs et des oculaires composés de plusieurs lentilles.
- En effet, une lentille simple n'a une qualité acceptable que sous certaines conditions.

On peut corriger ou diminuer certains défauts en associant plusieurs lentilles ayant des verres d'indice différent, on crée ainsi des doublets (achromatiques) ou des triplets (apochromatiques) qui sont exempts de défauts sur des plages plus grandes.

- Un grossissement $G = f_{ob}/f_{oc}$ (f_{ob} focale de l'objectif f_{oc} focale de l'oculaire)

Les Montures.

Les montures sont l'autre partie importante des télescopes.

Le meilleur tube optique du monde n'est rien sans une bonne monture.

Les différentes montures.



- Les montures équatoriales allemandes.
- Les montures équatoriales à fourche.
- Les montures azimutales.

Les montures azimutales.

Une monture azimutale permet de déplacer le tube optique parallèlement et perpendiculairement au sol.

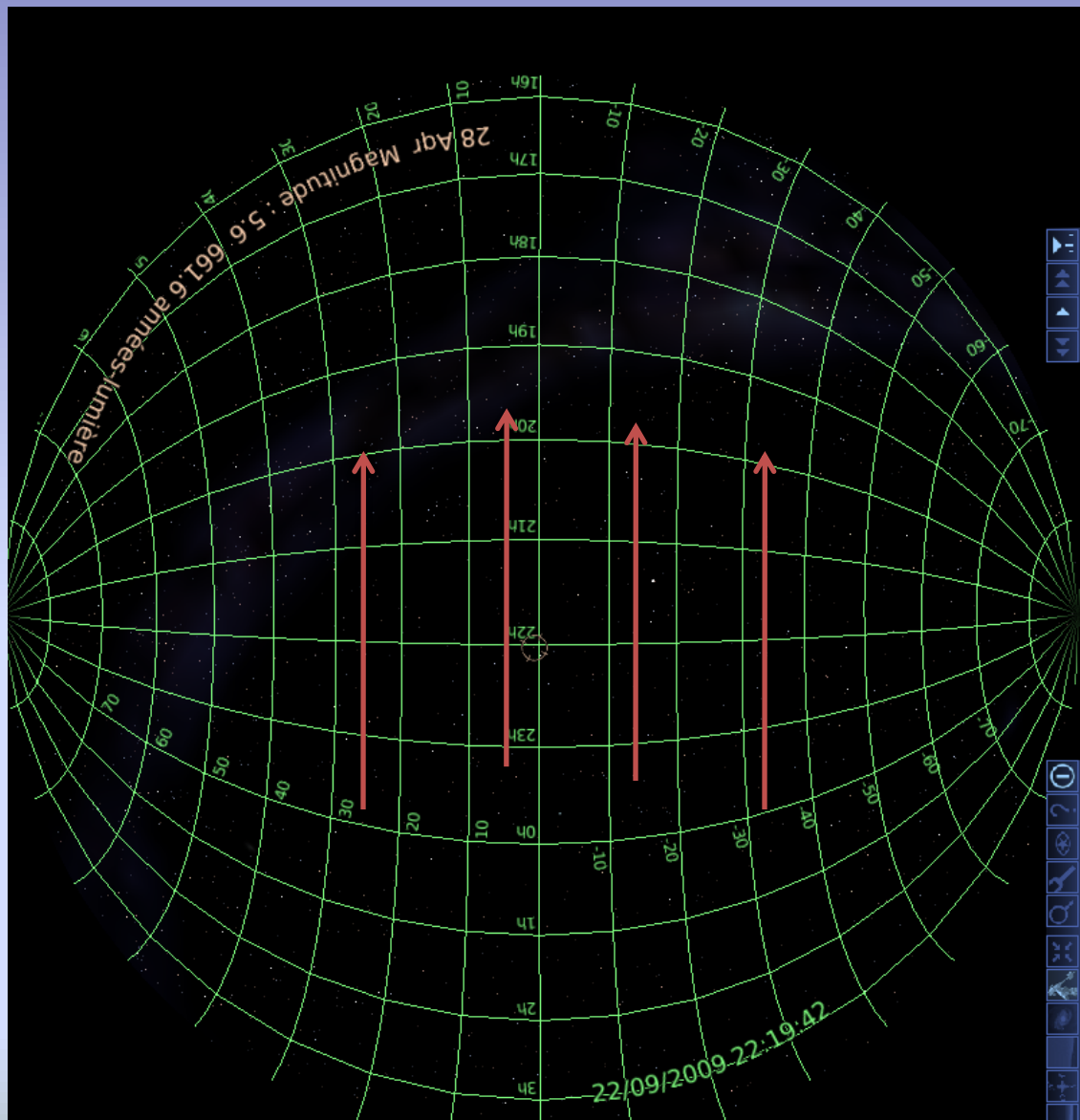


Grilles équatoriale à l'équateur.

Les étoiles suivent les parallèles .

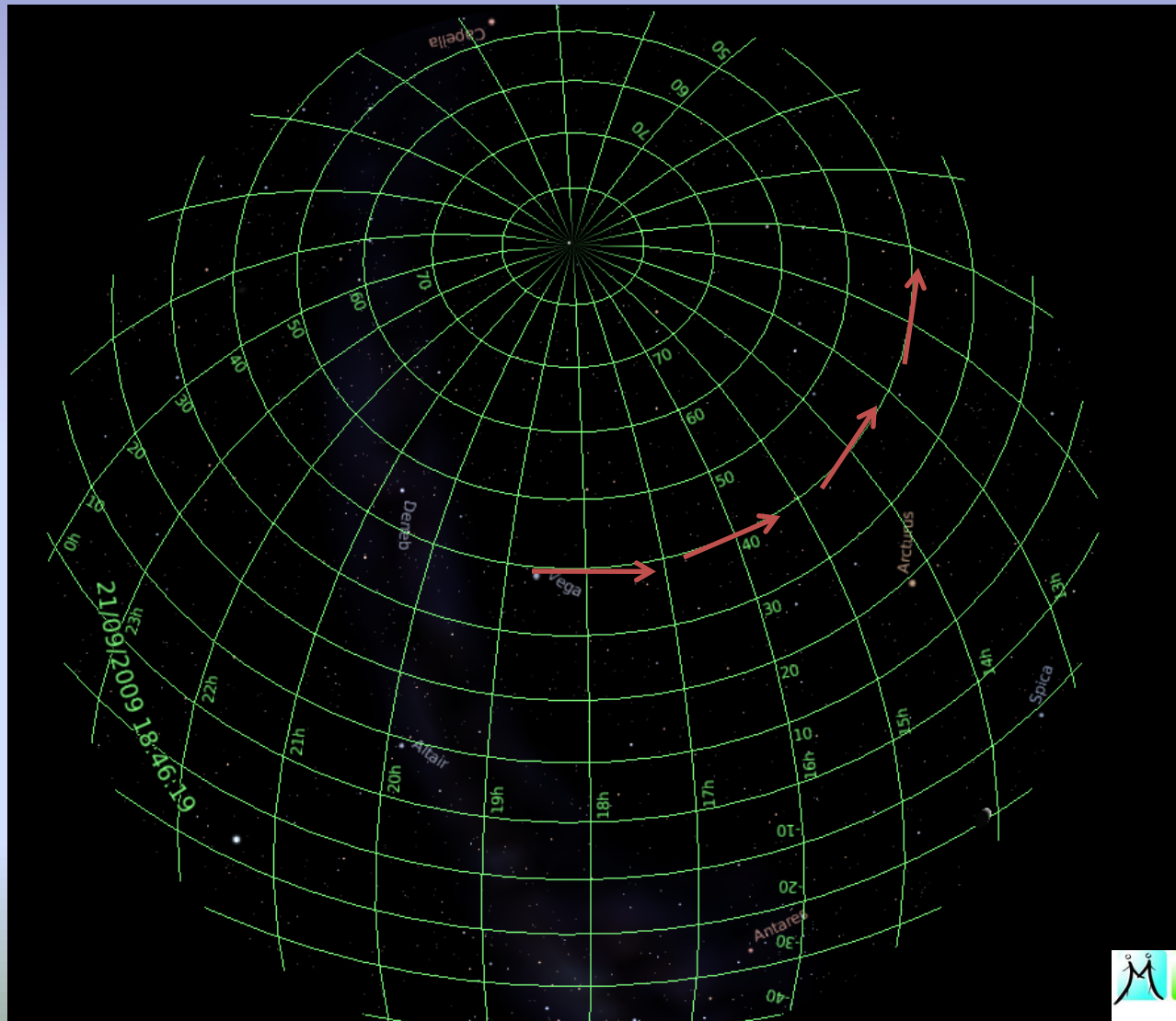
Un déplacement vertical!

Monture facile d'utilisation à l'équateur.



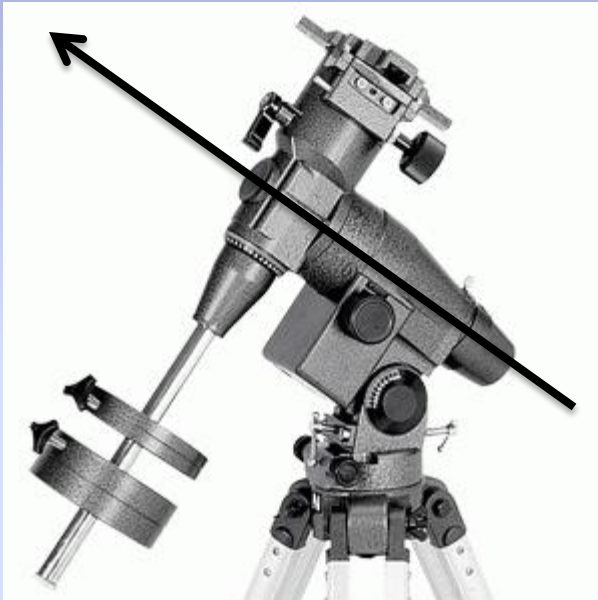
- Chez, nous il faut deux directions, c'est plus complexe pour le suivi.

E

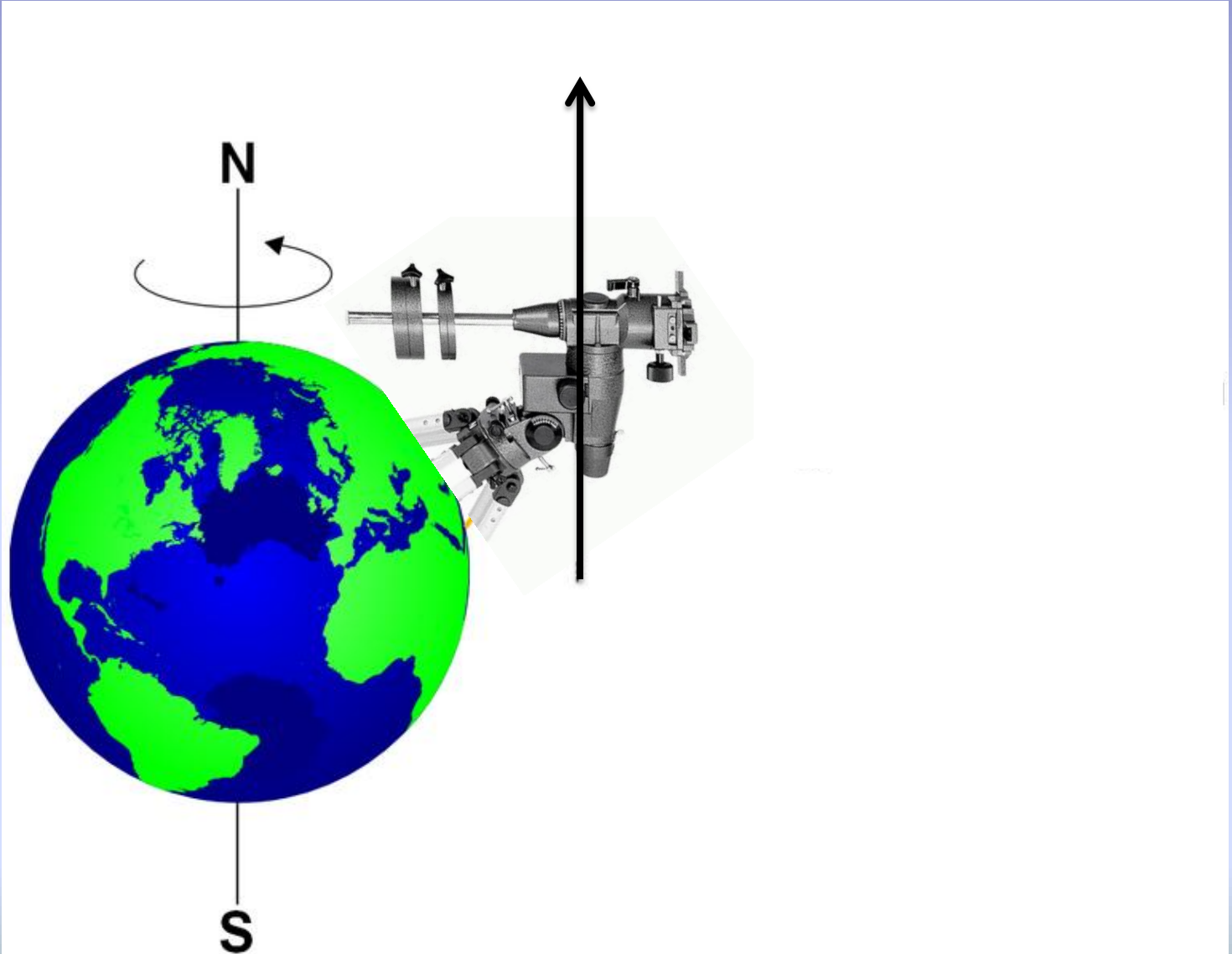


O

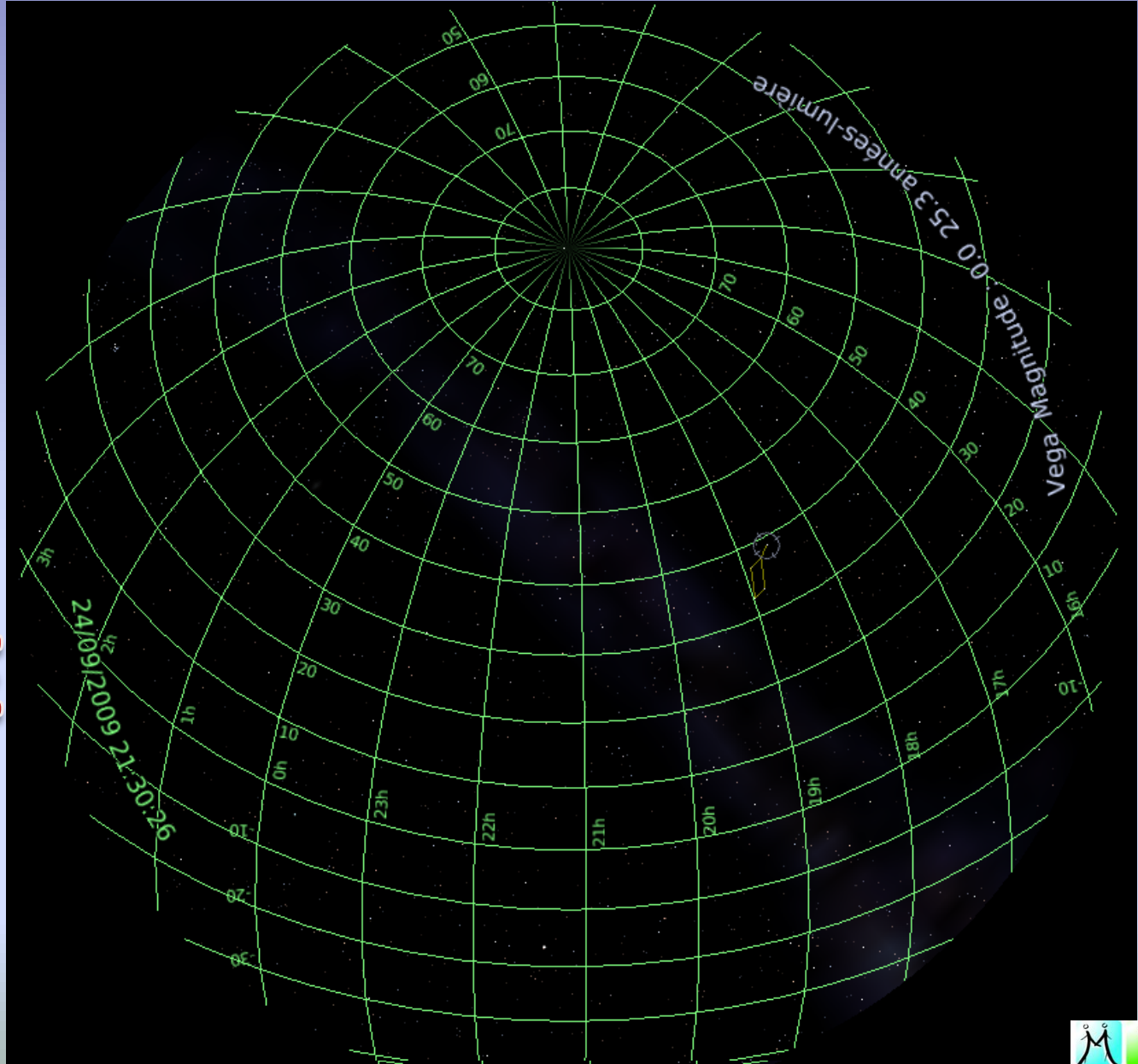
Les montures équatoriales allemandes.



Une **monture équatoriale** est un dispositif comportant un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation terrestre.

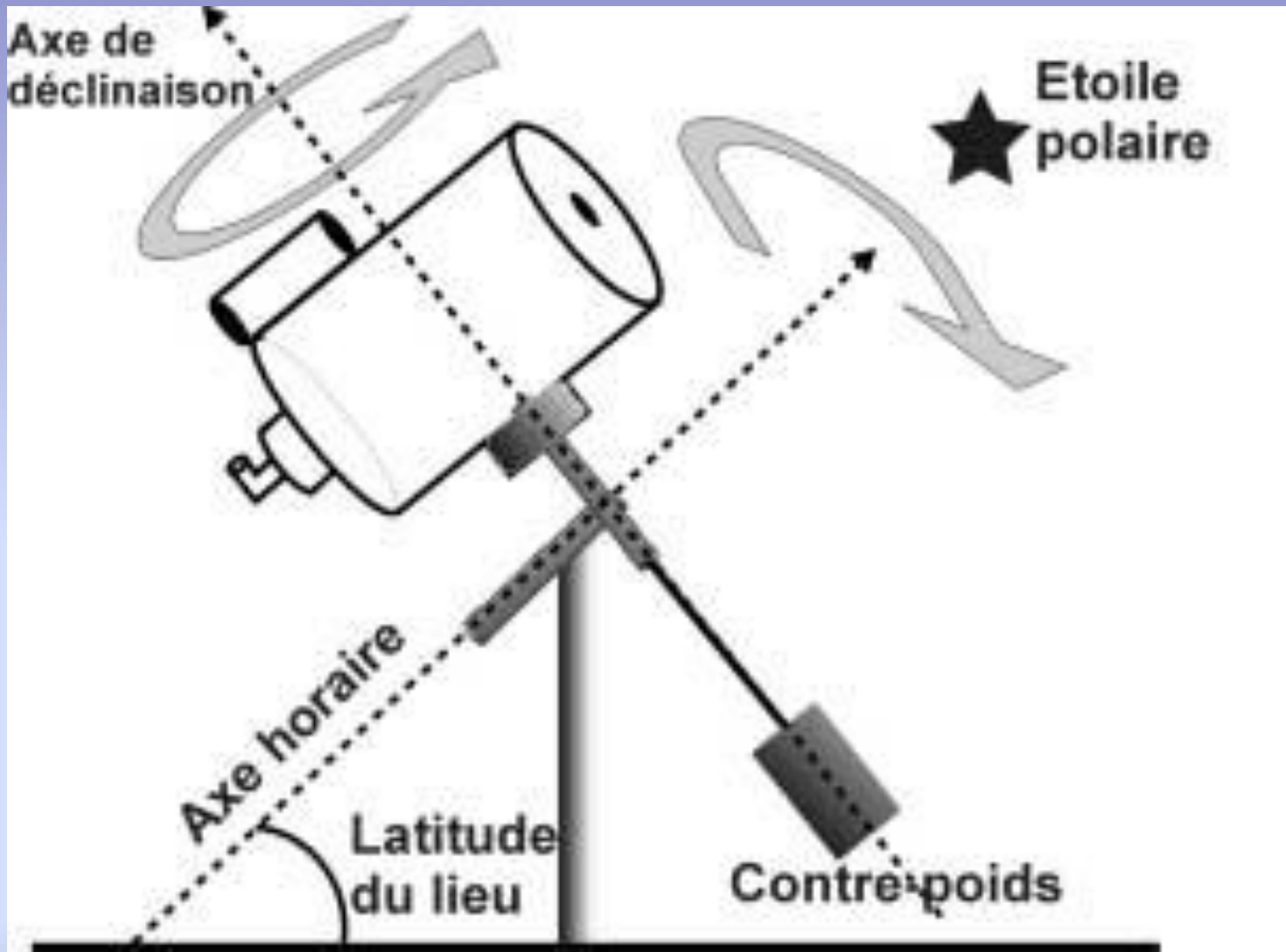


E



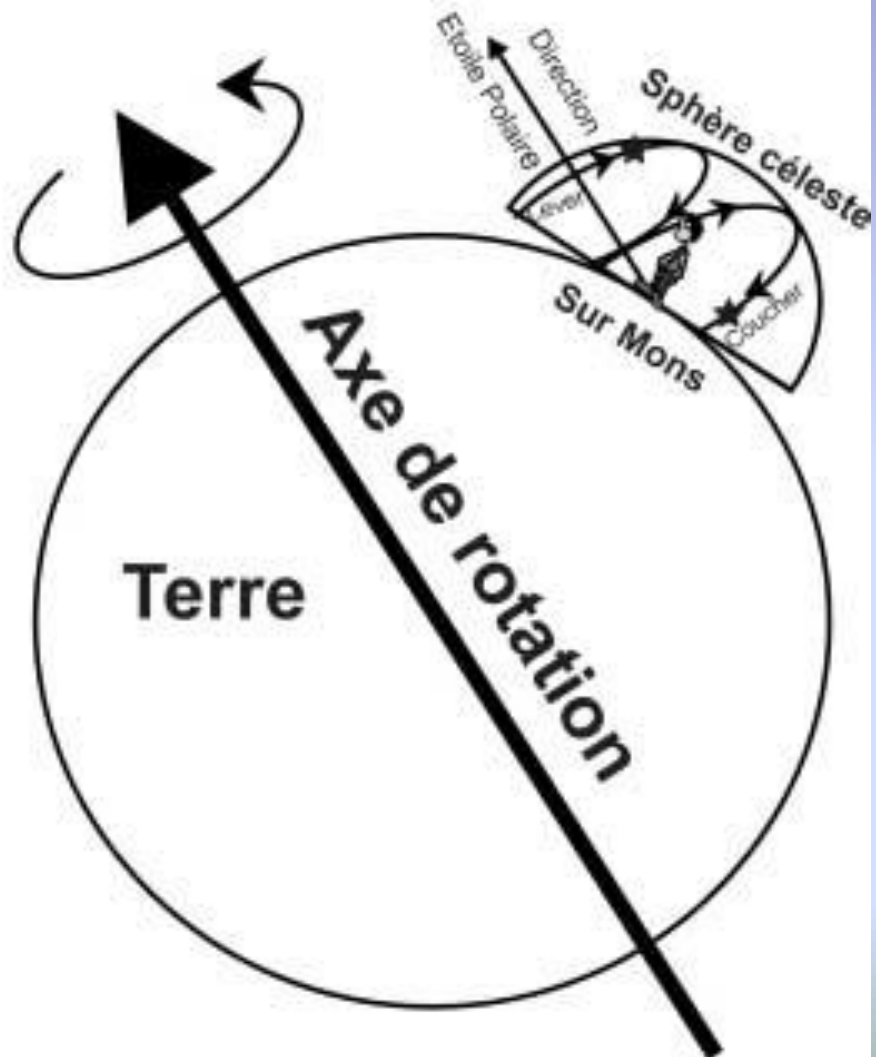
O

- Les étoiles tournent autour de l'axe polaire.
- Il suffit de compenser le mouvement de rotation par le moteur d'ascension droite (ou axe horaire)





Etoile polaire



- Pour avoir l'axe horaire parallèle à l'axe polaire, il suffit de réaliser une mise en station.
- On repère l'étoile polaire, on utilise le viseur polaire et on aligne suivant différentes méthodes.

Les montures équatoriales à fourche.



La monture à fourche présente l'avantage d'être trapue ; elle convient donc parfaitement aux instruments transportables.

Son principal défaut tient à la position en porte-à-faux de toute la masse du tube optique et de ses accessoires. Il faut donc que l'axe qui la supporte soit plutôt surdimensionné. L'autre défaut de cette fourche est qu'elle ne peut recevoir un tube d'un diamètre supérieur à celui auquel elle est destinée.

